



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

GUILHERME AUGUSTO MENDONÇA MAIA

**CARACTERIZAÇÃO FACIOLÓGICA DOS GRANULADOS CARBONÁTICOS DA
PLATAFORMA CONTINENTAL DO ESTADO DA PARAÍBA, BRASIL**

Recife

2022

GUILHERME AUGUSTO MENDONÇA MAIA

**CARACTERIZAÇÃO FACIOLÓGICA DOS GRANULADOS CARBONÁTICOS DA
PLATAFORMA CONTINENTAL DO ESTADO DA PARAÍBA, BRASIL**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geociências da Universidade Federal de Pernambuco, como requisito parcial para obtenção do título de mestre em Geologia. Área de concentração: Geologia sedimentar e ambiental.

Orientador: Prof. Dr. Valdir do Amaral Vaz Manso

Coorientador: Prof. Dr. George Satander Sá Freire

Recife

2022

Catálogo na fonte
Bibliotecário Gabriel Luz CRB-4 / 2222

- M217c Maia, Guilherme Augusto Mendonça.
Caracterização faciológica dos granulados carbonáticos da plataforma continental do estado da Paraíba, Brasil / Guilherme Augusto Mendonça Maia. 2022.
102 f.; figs., abrev. e siglas.
- Orientador: Prof. Dr. Valdir do Amaral Vaz Manso.
Coorientador: Prof. Dr. George Satander Sá Freire.
Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Pernambuco. CTG.
Programa de Pós-graduação em Geociências. Recife, 2022.
Inclui referências e apêndices.
1. Geociências. 2. Geologia marinha. 3. Plataforma carbonática. 4. Batimetria. 5. Fácies sedimentares. I. Manso, Valdir do Amaral Vaz (Orientador). II. Freire, George Satander Sá (Coorientador). III. Título.
- UFPE
- 551 CDD (22. ed.) BCTG / 2022-299

GUILHERME AUGUSTO MENDONÇA MAIA

**CARACTERIZAÇÃO FACIOLÓGICA DOS GRANULADOS CARBONÁTICOS DA
PLATAFORMA CONTINENTAL DO ESTADO DA PARAÍBA, BRASIL**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geociências da Universidade Federal de Pernambuco, como requisito parcial para obtenção do título de mestre em Geologia. Área de concentração: Geologia sedimentar e ambiental.

Aprovada em: 22/04/2022

Prof. Dr. George Satander Sá Freire
(Universidade Federal do Ceará)

Profa. Dra. Narelle Maia de Almeida
(Universidade Federal do Ceará)

Prof. Dr. Maamar El-Robrini
(Universidade Federal do Pará)

Dedico esta dissertação de mestrado a todos os profissionais que atuaram na
linha de frente durante a pandemia da Covid-19.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente aos meus pais Marcelo e Jossuí. Obrigado pelo apoio às minhas escolhas e toda a atenção, carinho e incentivo aos estudos. Agradeço aos meus irmãos Marcela e Rodrigo pela amizade sincera e os ótimos momentos compartilhados.

À minha amada companheira Marcelle, por toda parceria, incentivo e união, sobretudo durante a elaboração desta dissertação. Agradeço a todos os meus familiares residentes em Fortaleza, que sempre me acolheram com muito carinho e amor e àqueles que mesmo distantes continuam presentes em minha vida.

Agradeço imensamente pela oportunidade e orientação dos professores Dr. Valdir do Amaral Vaz Manso e Dr. George Santander Sá Freire. Muito obrigado pela confiança e pelos ensinamentos ao longo desta etapa. Agradeço à UFPE pelo acolhimento, sobretudo aos amigos integrantes do Laboratório de Geologia e Geofísica Marinha (LGGM).

Também sou grato à toda a equipe do Laboratório de Geologia Marinha e Aplicada (LGMA-UFC) que contribuiu imensamente para alcançar os objetivos propostos deste projeto, desde a coleta até o tratamento das amostras do projeto GranMar (Granulados Marinhos do Brasil). Agradeço à amiga e professora Dra. Narelle Maia Almeida pelo incentivo e trocas de ideias.

Aos meus amigos Ian e Cláudia, agradeço pela paciência e empatia em prestar ajuda sempre quando possível, mesmo com as multitarefa do dia a dia. Aos amigos e grupos da “resenha”, “bonde”, “brodins”, “adultos e profissionais” agradeço pelos momentos de descontrações, seja em Fortaleza, Formiga ou de forma virtual, vocês sempre me alegram.

Agradeço a oportunidade em ter morado em Recife e dos amigos que ali fiz. Agradeço ao grupo do *Carpool* sobretudo a minha amiga Suerda Araújo. Agradeço também aos amigos Guilherme Assis e Marcelo Menezes que mesmo antes da minha chegada já estavam dispostos a me receber e ajudar no que fosse preciso.

Agradeço ao Programa de Pós Graduação em Geociências e todas as oportunidades que me foram ofertadas, bem como todos os funcionários, colegas e professores. A CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior) pelo incentivo e apoio ao estudante, ensino e pesquisa. Por fim agradeço à banca examinadora por aceitar avaliar e contribuir para a melhoria do presente trabalho.

“Ande sempre para o sol
Olhe sempre para o sol
E tudo que você quiser
E tudo que você pensar será
Iluminado como o sol
Brilhante como o sol
Tudo o que você encontrar
E tudo que você amar
Será iluminado como o sol
Tudo foi feito pelo sol
Viva sempre em sua luz.”

(SÉRGIO DIAS, 1974)

RESUMO

Estudos da plataforma continental brasileira, sobretudo a do Nordeste e em particular a da Paraíba são escassos. Com a finalidade de diminuir essa lacuna, este trabalho mapeou os sedimentos do fundo marinho da plataforma continental do estado da Paraíba concomitante com a elaboração de um mapa batimétrico e análises estatísticas dos dados. Para isso, contou com 1096 amostras de sedimentos do fundo marinho coletadas durante o projeto GranMar (Granulados Marinho do Brasil). A coleta foi realizada por amostrador do tipo *VanVeen* e a profundidade computada pelo ecobatímetro EDO 185 Oceanográfico de 12 KHz. As amostras foram submetidas aos processos de lavagem, secagem, separação granulométrica e o cálculo do teor de carbonato de cálcio (CaCO₃) utilizando o Calcímetro de Bernard adaptado. Todos os resultados foram armazenados e processados no programa ANASED que também calculou alguns parâmetros estatísticos. As isóbatas variaram entre 7 m e 37 m, com evidências morfológicas de fundo distintas entre as regiões norte e sul da plataforma, coincidentes com a subdivisão da bacia Paraíba. Destaca-se a porção norte com um relevo mais irregular e com maior presença de canais submersos em relação a região sul. A plataforma é definida como carbonática com teores acima de 75%, composta majoritariamente por bioclastos. Cascalho e areia são as principais granulometrias encontradas, já os sedimentos finos não são representativos. Diante às análises foi possível identificar e mapear três fácies sedimentares ao longo da plataforma continental da Paraíba. A fácies areia bioclástica com grânulos e cascalhos é dominante e com maiores concentrações na porção sul da plataforma. Cascalho bioclástico se encontra em maiores concentrações no setor norte, já no Sul a fácies areia bioclástica é a mais presente. Não há correlação entre os parâmetros estatísticos, granulometria, teor de carbonato e profundidade. Aparentemente a morfologia de fundo é a principal controladora dos sedimentos, já que há contrastes entre a região que possui maior presença de recifes e relevo variado (norte) e outra com um relevo mais regular (sul). A caracterização faciológica dos sedimentos do fundo marinho constitui-se um dos parâmetros importantes para a compreensão do ambiente plataformal que refletem processos geológicos e hidrodinâmicos passados e atuais. Além disto, pode ajudar a subsidiar o embasamento para pesquisas no âmbito ambiental e econômico da região.

Palavras - chave: geologia marinha; plataforma carbonática; batimetria; fácies sedimentares.

ABSTRACT

Studies of the Brazilian continental shelf, especially of the Northeast and in particular the one of Paraíba are scarce. In order to reduce this gap, this work mapped the seafloor sediments of the continental shelf of the state of Paraíba, concomitant with the elaboration of a bathymetric map and statistical analysis of the data. To achieve this goal, 1096 samples of seafloor sediments were collected during the GranMar project (Marine Granulates of Brazil). The collection was performed using a VanVeen sampler and the depth was computed by the EDO 185 Oceanographic echo sounder at 12 KHz. The samples were submitted to the processes of washing, drying, granulometric separation and the calculation of calcium carbonate (CaCO₃) content using the adapted Bernard Calcimeter. All results were stored and processed in the ANASED program, which also calculated some statistical parameters. The isobaths ranged from 7 m to 37 m, with distinct bottom morphological evidence between the northern and southern regions of the shelf, coinciding with the subdivision of the Paraíba basin. The northern portion stands out with a more irregular relief and with a greater presence of submerged channels when compared to the southern region. The shelf is defined as carbonate with contents above 75%, composed mostly of bioclasts. Gravel and sand are the main granulometries found, whereas fine sediments are not representative. Given the analysis, it was possible to identify and map three sedimentary facies along the continental shelf of Paraíba. The bioclastic sand with granules and gravels facies is dominant and with higher concentrations in the southern portion of the shelf. Bioclastic gravel is found in higher concentrations in the northern sector, while in the south the bioclastic sand facies is the most present. There is no correlation between the statistical parameters, granulometry, carbonate content and depth. Apparently, the bottom morphology is the main controller of sediments, since there are contrasts between the region that has a greater presence of reefs and varied relief (north) and another with a more regular relief (south). The faciological characterization of seafloor sediments is one of the important parameters for understanding the shelf environment that reflects past and current geological and hydrodynamic processes. In addition, it could help to subsidize the basis for research on the environmental and economic scope of the region.

Keywords: marine geology; carbonate shelf; bathymetry; sedimentary facies.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 –	Modelo ilustrativo de uma margem continental clássica	16
Figura 2 –	Divisão da plataforma brasileira de acordo com projetos REMLAC e REVIZEE	17
Figura 3 –	Localização da área de estudo	19
Figura 4 –	Principais fácies sedimentológicas da plataforma continental Norte- Nordeste do Brasil	20
Figura 5 –	Províncias sedimentares da margem continental nordeste	21
Figura 6 –	Distribuição dos sedimentos carbonáticos na plataforma continental do Nordeste do Brasil, adaptado de projeto REMAC, 1979	23
Figura 7 –	Características químicas de Maërl e Halimeda na plataforma leste do Ceará	24
Figura 8 –	Carta sedimentológica para a plataforma brasileira entre Guamaré e Macau (RN)	25
Figura 9 –	A distribuição dos fundos de algas calcárias no mundo	26
Figura 10 –	Reserva de granulados bioclásticos marinhos de acordo com o DNPM	26
Figura 11 –	Localização da Bacia Paraíba e bacias adjacentes	29
Figura 12 –	Carta estratigráfica emersa da Bacia da Paraíba	31
Figura 13 –	Falésias vivas da Formação Barreiras em praias de Jacarapé (PB) e Gramame (PB)	32
Figura 14 –	Figura 14 - Leques aluviais nas Falésias do Cabo Branco (PB)	34
Figura 15 –	Recife ferruginoso (terraço de abrasão) da praia Ponta do Cabo Branco	36
Figura 16 –	Foto aérea dos recifes coralinos/algálicos da praia de Tambaú- João Pessoa (PB)	36
Figura 17 –	Classificação climática de Koppen no estado da Paraíba	39
Figura 18 –	Pluviosidade anual média no estado da Paraíba	39
Figura 19 –	Figura 19 - Principais rios do estado da Paraíba	40
Figura 20 –	Rosa anual dos ventos, baseados em dados entre os períodos de 1996 e 2001	42
Figura 21 –	Rosa de ondas para a região litorânea da Paraíba	42
Figura 22 –	Rosa de ondas para a região litorânea da Paraíba	42

Figura 23 –	Período médio de ondas do litoral de João Pessoa (PB) no período de 2006-2007	43
Figura 24 –	Velocidade da corrente de deriva entre os períodos 2006-2007	44
Figura 25 –	Limite Plataforma Continental	47
Figura 26 –	Exemplos de granulados carbonáticos distribuídos na plataforma continental do Ceará	51
Figura 27 –	Tipos morfológicos de algas calcárias	52
Figura 28 –	Armazenamento das amostras no LGMA-UFC	53
Figura 29 –	Localização das amostras coletadas	54
Figura 30 –	Instrumentos e etapas de campo	55
Figura 32 –	Escala granulométrica de Wentworth (1922)	57
Figura 33 –	Análise do teor de Carbonato de Cálcio (CaCO ₃)	58
Figura 34 –	Classificação dos sedimentos do fundo marinho de acordo com Freire et al., 1997	61
Figura 35 –	Mapa batimétrico da PCP	62
Figura 36 –	Perfil batimétrico A-A'	63
Figura 37 –	Perfil batimétrico B-B'	64
Figura 38 –	Perfil batimétrico N-N', referente a porção norte da PCP	64
Figura 39 –	Perfil batimétrico S-S', referente a porção sul da PCP	65
Figura 40 –	Teores de carbonato de cálcio (CaCO ₃) presentes na PCP	66
Figura 41 –	Teores da fração cascalho (<i>gravel</i>) presentes na PCP	68
Figura 42 –	Teores da fração areia (<i>sand</i>) presentes na PCP	68
Figura 43 –	Teores de sedimentos lamosos (<i>mud</i>) presentes na PCP	70
Figura 44 –	Caracterização das amostras a partir do diâmetro médio dos grãos e sua classificação de acordo com Sheppard (1954)	72
Figura 45 –	Classificação das amostras a partir do parâmetro estatístico curtose (<i>kurtosis</i>)	73
Figura 46 –	Classificação das amostras a partir do parâmetro estatístico assimetria (<i>skewness</i>)	75
Figura 47 –	Classificação das amostras a partir do parâmetro estatístico grau de seleção (<i>degree of sorting</i>)	76
Figura 48 –	Sedimentos pertencentes às três fácies encontradas na PCP	77
Figura 49 –	Mapa faciológico da PCP	78

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

A.P.	Antes do Presente
AB2a	Fácies Areia Bioclástica com Grânulos e Cascalho
AB2b	Fácies Areia Bioclástica
Am	Tropical – monção
ANASED	Análise Sedimentológica
AP	Amapá
As	Tropical - savana (chuva inverno)
Aw	Tropical - savana (chuva verão)
BA	Bahia
BPP	Bacia Pernambuco - Paraíba
BSh	Seco - semiárido - quente
CB2	Fácies Cascalho Bioclástico
CNPQ	Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico
CPRM	Serviço Geológico do Brasil - Companhia de Pesquisa e Recursos Minerais
DHN	Diretoria de Hidrografia e Navegação
DNPM	Departamento Nacional de Produção Mineral
FADURPE	Fundação Apolônio Sales de Desenvolvimento Educacional
GEOMAR	Geologia Marinha
GPS	Sistema de Posicionamento Global
GEOSGB	Dados, Informações e Produtos do Serviço Geológico do Brasil
GranMar	Granulados Marinhos do Brasil
IDW	Inverso da Distância Ponderada
INPH	Instituto Nacional de Pesquisas Hidroviário
LEPLAC	Plano de Levantamento da Plataforma Continental Brasileira
LGGM	Laboratório de Geologia e Geofísica Marinha
LGMA	Laboratório de Geologia Marinha e Aplicada
m.a.	Milhões de anos

NE	Nordeste
PB	Paraíba
PCB	Plataforma Continental Brasileira
PCP	Plataforma Continental da Paraíba
PETROBRAS	Empresa Brasileira de Petróleo SA
PI	Piauí
REMAC	Reconhecimento da Margem Continental Brasileira
REMLAC	Avaliação dos Recursos Minerais da Plataforma Continental Jurídica Brasileira
REVIZEE	Avaliação do Potencial Sustentável de Recursos Vivos na Zona Econômica Exclusiva
RJ	Rio de Janeiro
RS	Rio Grande do Sul
SE	Sudeste
SEMAN	Secretaria Municipal de Meio Ambiente do Município de João Pessoa
SUDENE	Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste
UFC	Universidade Federal do Ceará
UFPE	Universidade Federal de Pernambuco
ZCIT	Zona de Convergência Intertropical
ZCPE	Zona de Cisalhamento de Pernambuco
ZEE	Zona Econômica Exclusiva

SUMÁRIO

1	ASPECTOS INTRODUTÓRIOS.....	16
1.1	<i>INTRODUÇÃO</i>	<i>16</i>
1.2	<i>ÁREA DE ESTUDO.....</i>	<i>18</i>
1.2.1	<i>Localização.....</i>	<i>18</i>
1.2.2	<i>Revisão e discussão bibliográfica.....</i>	<i>20</i>
1.3	<i>JUSTIFICATIVA.....</i>	<i>25</i>
1.4	<i>OBJETIVOS.....</i>	<i>27</i>
2	ARCABOUÇO GEOLÓGICO E GEOTECTÔNICO DA ÁREA DE ESTUDO. 28	
2.1	<i>BACIA PERNAMBUCO – PARAÍBA.....</i>	<i>28</i>
2.2	<i>BACIA PARAÍBA.....</i>	<i>29</i>
2.2.1	<i>Carta estatigráfica.....</i>	<i>30</i>
2.2.2	<i>Depósitos quaternários.....</i>	<i>33</i>
2.2.2.1	<i>Leques aluviais.....</i>	<i>33</i>
2.2.2.2	<i>Terraços marinhos pleistocênicos.....</i>	<i>34</i>
2.2.2.3	<i>Terraços marinhos holocênicos.....</i>	<i>35</i>
2.2.2.4	<i>Recifes.....</i>	<i>35</i>
2.2.2.5	<i>Depósito de mangue.....</i>	<i>37</i>
2.2.2.6	<i>Areias praias.....</i>	<i>37</i>
3	ASPECTOS CLIMATOLÓGICOS, HIDROGRÁFICOS E OCEANOGRÁFICOS DO ESTADO DA PARAÍBA.....	38
3.1	<i>ASPECTOS CLIMATOLÓGICOS.....</i>	<i>38</i>
3.2	<i>ASPECTOS HIDROGRÁFICOS.....</i>	<i>40</i>
3.3	<i>ASPECTOS OCEANOGRÁFICOS.....</i>	<i>41</i>

3.3.1	<i>Ventos</i>	39
3.3.2	<i>Ondas</i>	42
3.3.3	<i>Marés</i>	44
4	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	46
4.1	<i>GEOMORFOLOGIA DA PLATAFORMA CONTINENTAL</i>	46
4.2	<i>SEDIMENTAÇÃO NA PLATAFORMA CONTINENTAL</i>	48
4.2.1	<i>Sedimentos terrígenos</i>	49
4.2.2	<i>Sedimentos bioclásticos marinhos</i>	50
5	MATERIAIS E MÉTODOS	53
5.1	<i>LEVANTAMENTO DE CAMPO</i>	53
5.1.1	<i>Amostragem sedimentológica</i>	53
5.1.2	<i>Batimetria</i>	55
5.2	<i>ANÁLISES SEDIMENTOLÓGICAS FÍSICAS E QUÍMICAS</i>	56
5.2.1	<i>Granulometria</i>	56
5.2.2	<i>Carbonato de cálcio (CaCO₃)</i>	58
5.2.3	<i>Parâmetros estatísticos</i>	59
5.3	<i>PROCESSAMENTO E INTEGRAÇÃO DOS DADOS</i>	60
5.4	<i>CLASSIFICAÇÃO DOS SEDIMENTOS</i>	61
6	RESULTADOS E DISCUSSÕES	62
6.1	<i>MAPA BATIMÉTRICO E ANÁLISE DAS FORMAS DE FUNDO DA PLATAFORMA CONTINENTAL DA PARAÍBA</i>	62
6.2	<i>ANÁLISE DOS TEORES DE CARBONATO DE CÁLCIO (CaCO₃) E TEXTURAL DAS AMOSTRAS DE FUNDO DA PLATAFORMA CONTINENTAL DA PARAÍBA</i>	65
6.2.1	<i>Teores de carbonato de cálcio (CaCO₃)</i>	65
6.2.2	<i>Teores de cascalho</i>	67

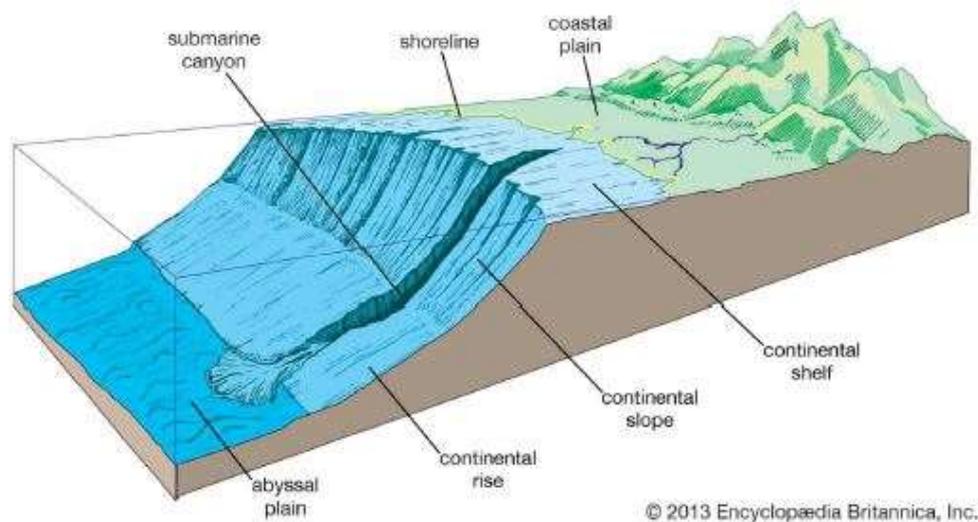
6.2.3	<i>Teores de areia.....</i>	68
6.2.4	<i>Teores de lama.....</i>	70
6.3	<i>PARÂMETROS ESTATÍSTICOS A PARTIR DOS RESULTADOS GRANULOMETRICOS DAS AMOSTRAS DE FUNDO DA PLATAFORMA CONTINETAL DA PARAÍBA... 71</i>	
6.3.1	<i>Diâmetro médio e classificação de Sheppard (1954)</i>	71
6.3.2	<i>Curtose.....</i>	73
6.3.3	<i>Assimetria.....</i>	74
6.3.4	<i>Grau de seleção.....</i>	75
6.5	<i>MAPA FACIOLÓGICO DA PLATAFORMA CONTINENTAL DA PARAÍBA BASEADO NA CLASSIFICAÇÃO DOS SEDIMENTOS MARINHOS SEGUNDO FREIRE ET. AL, 1997.....</i>	77
7	CONCLUSÕES.....	80
	REFERÊNCIAS.....	82
	APÊNDICE A- LOCALIZAÇÃO DAS AMOSTRAS.....	90

1 ASPECTOS INTRODUTÓRIOS

1.1 INTRODUÇÃO

A plataforma continental (Figura 1.1) é caracterizada fisiograficamente como a área mais rasa que circunda a maioria dos continentes, em forma de tabuleiros ou terraços. Seu limite é definido com o aumento repentino de sua declividade, conhecido como quebra da plataforma (HEEZEN et al. 1959). Mundialmente estão definidas como áreas marinhas submersas com profundidade menores a 460m e mesmo submersas são partes constituintes dos continentes caracterizando-se como zonas de transição entres estes e as bacias oceânicas (BAPTISTA NETO & SILVA, 2004).

Figura 1 - Modelo ilustrativo de uma margem continental clássica.



© 2013 Encyclopædia Britannica, Inc.

Fonte: Encyclopædia Britannica (2013)

As principais características da Plataforma Continental Brasileira (PCB), inserida no Oceano Atlântico, são profundidades menores que 200m, gradiente suave ($1-0,1^\circ$) e salinidade marinha normal (35‰), além de apresentar um ambiente com grande diversidade biótica e mineral, colocando-a como uma zona de alto interesse econômico e político. O Programa de Avaliação do Potencial Sustentável de Recursos Vivos na Zona Econômica Exclusiva (REVIZEE) e a Avaliação dos Recursos Minerais da Plataforma Continental Jurídica Brasileira (REMLAC), subdividiram a PCB em quatro setores (Figura 1.2): 1) Norte - Oiapoque (AP) ao Delta do Parnaíba (PI); 2) Nordeste – Rio Parnaíba (PI) a Salvador (BA); 3) central – Salvador (BA) a São Tomé (RJ); e 4) sul – São Tomé (RJ) ao Arroio Chuí (RS).

Figura 2 - Divisão da plataforma brasileira de acordo com projetos REMPLAC e REVIZEE



Fonte: Vital et al. (2005).

O setor Nordeste, no qual a área de pesquisa está inserida, é dividida segundo Coutinho (1992) em três trechos: Plataforma interna, média e externa. 1) Plataforma interna, é definida com isóbata limite de 20 m, relevo suave, presença de recifes, coberta por areia terrígena e cascalho, além da incidência de canais e ondulações, correspondendo à zona de maior sedimentação carbonática; 2) plataforma média, entre as profundidades de 20 a 40 m, de relevo mais irregular, apresentando cobertura constituída por sedimentos de gênese biogênica; e 3) plataforma externa, a partir dos 40 m de profundidade, coberta por areia biodentrítica, cascalho, algas e lama, cujo teor em carbonato de cálcio é superior a 75%.

Como exposto, os sedimentos da plataforma continental variam de acordo com sua localização. Vital et al. (2005) afirma que nesta área, Nordeste, a sedimentação é reflexo da área fonte dos sedimentos e do clima local, além de um dos aspectos condicionantes ser a Zona de Convergência Intertropical (ZCIT), a semiaridez do sertão nordestino, a drenagem e o ambiente tectônico. Segundo Emery (1968), 70% das plataformas continentais do mundo estão recobertas por sedimentos relíquias, isto é, sedimentos que foram depositados em condições distintas das que caracterizam o ambiente atual.

Suguio (2003) justifica a presença desse material relíquia com a rápida transgressão durante o quaternário, impedindo o estabelecimento do equilíbrio entre a taxa de afluxo de sedimentos e elevação do nível do mar. Somente nos últimos 7.000 anos com uma velocidade

de ascensão menor é que permitiu uma deposição de sedimentos na plataforma em equilíbrio com o as condições vigentes, denominados sedimentos modernos.

Os sedimentos modernos foram classificados por Emery (1952) em cinco tipos: **detríticos** (depositados pela água, vento ou gelo); **biogênico** (conchas, testas carbonáticas, fragmentos de algas e corais); **vulcânico** (detritos vulcânicos); **autigênico** (principalmente fosforita e glauconita) e **residual** (produto de intemperismo *in situ* do embasamento cristalino).

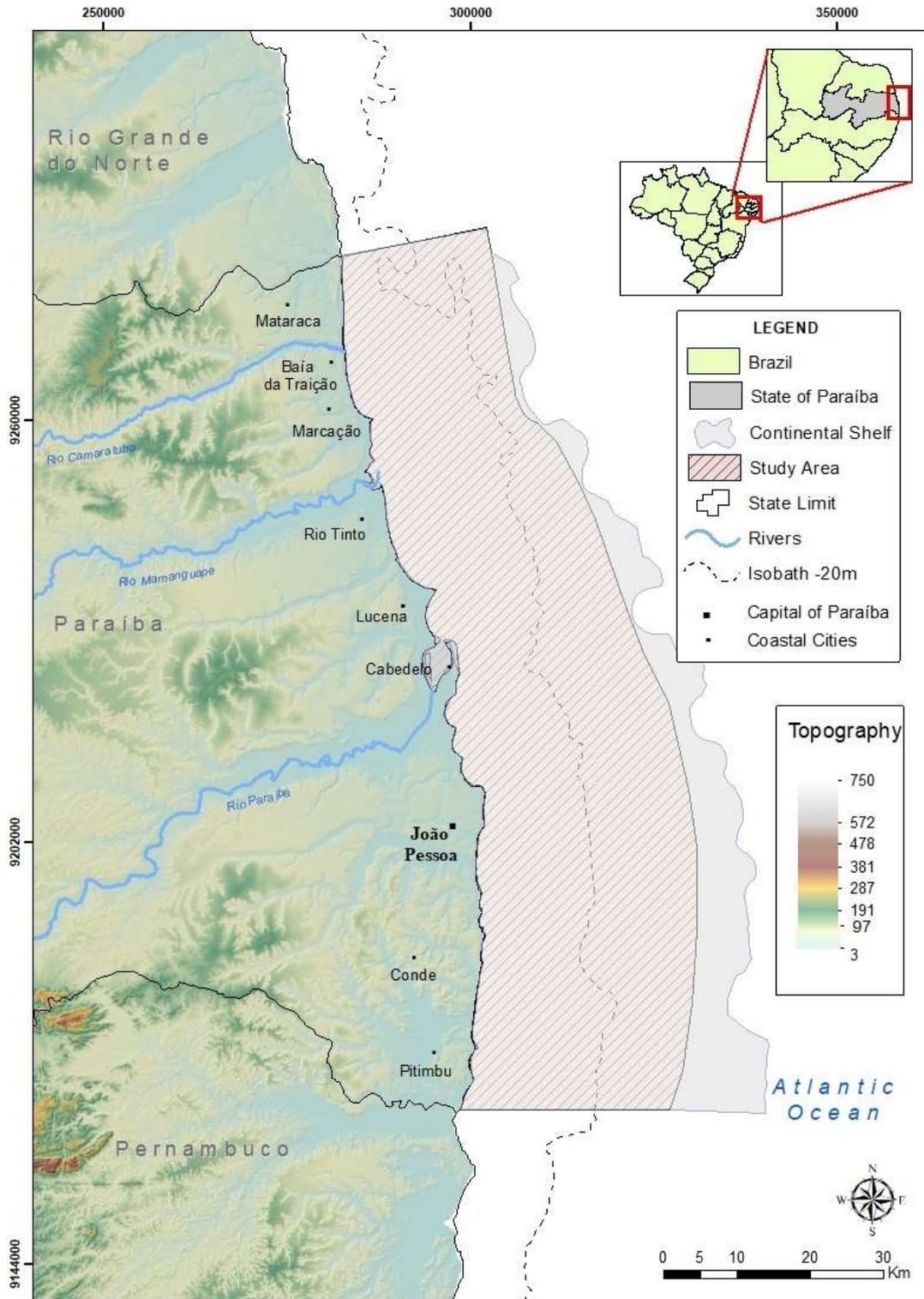
Greslly (1838), propôs o termo fácies, ao observar em sua pesquisa que litologias e fósseis diferentes poderiam ocorrer na mesma época, designando assim o termo para as unidades de rochas caracterizadas por propriedades litológicas e/ou paleontológicas similares. Fácies sedimentar é uma parte restrita em área de uma determinada unidade estratigráfica, que exhibe características significativamente distintas das outras partes da unidade (MOORE, 1949). Para sedimento com teores significativos de carbonato de cálcio (CaCO_3), típicos de fundo marinho, Larsonneur (1977) propôs uma divisão de fácies amplamente usada e adaptada por outros autores, como Dias (1996) e Freire et al. (1997).

1.2 ÁREA DE ESTUDO

1.2.1 Localização

A área de estudo (Figura 1.3) está inserida na plataforma continental brasileira, sob o Oceano Atlântico e adjacente ao estado da Paraíba. O estado, bem como a área de estudo, é delimitado a norte pelo rio Guaju e ao sul pelo rio Goiana, ambos fazem uma fronteira natural com seus estados vizinhos: Pernambuco e Rio Grande do Norte, respectivamente. Como referência espacial para a coleta das amostras, foi utilizado dados em formato *shapefile* da plataforma continental interna brasileira extraídos dos arquivos disponibilizados pelo CPRM, através de seu diretório GEOSGB (Dados, Informações e Produtos do Serviço Geológico do Brasil) na qual para a PCP seu limite a leste é próximo as isóbatas de 30 e 40 m. De acordo com Feitosa et al., (2002) a PCP possui uma extensão litorânea de 138km e uma plataforma estreita e rasa com largura média de aproximadamente 30 km e sua quebra ocorre na isóbata de 50 m.

Figura 3 - Localização da área de estudo



Fonte: o autor (2022).

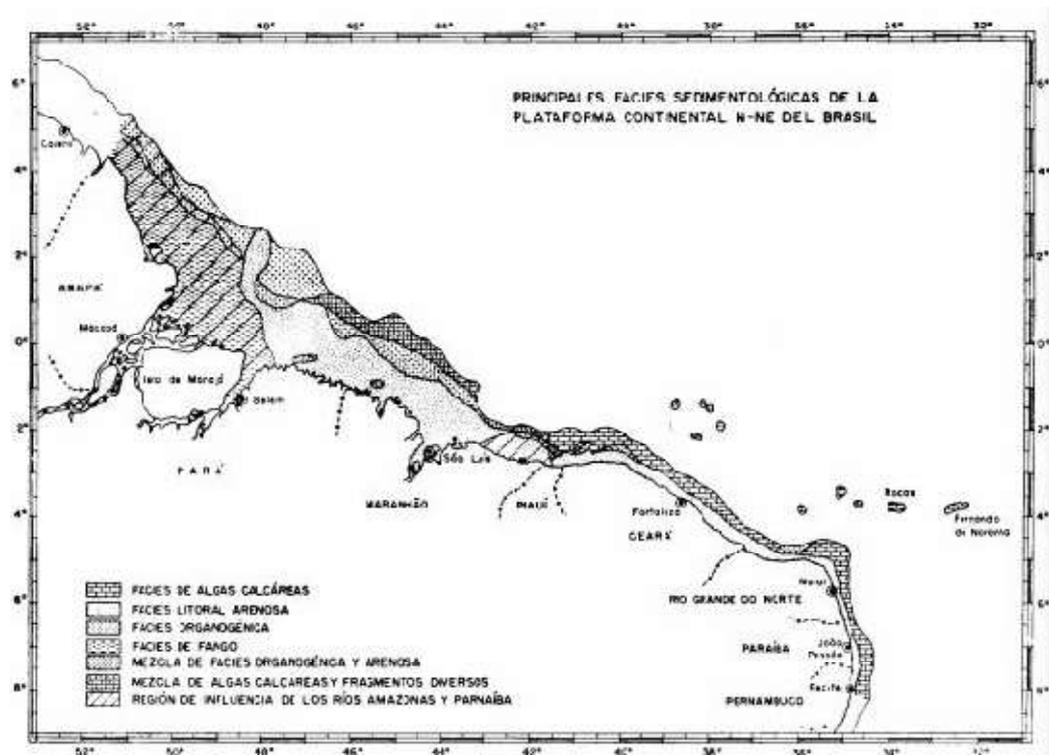
1.2.2 Revisão e discussão bibliográfica

No Brasil, os primeiros estudos voltados para a oceanografia, sobretudo para o fundo oceânico, ocorreram em 1886. Nessa mesma data o Ministério da Marinha implementou a Repartição *Hydrographica*, conhecida atualmente como Diretoria de Hidrografia e Navegação (DHN), que realiza estudos em toda a plataforma continental brasileira, ofertando dados batimétricos, sondagens e cartas náuticas, além de prestar apoio às instituições que lidam com pesquisas científicas no Brasil.

Em 1958 a Geologia Marinha ganhou espaço nas Universidades brasileiras, a pioneira foi a Universidade Federal de Pernambuco (UFPE) que em parceria com a DHN e a SUDENE (Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste) realizaram projetos cujo o objetivo foi a caracterização dos sedimentos marinhos da plataforma continental brasileira (PCB).

Dessa forma, trabalhos com enfoque em geologia marinha iniciou em todo o litoral brasileiro. Na região nordeste o trabalho de Coutinho & Morais (1968) apresentou um dos primeiros mapas com distribuição dos sedimentos na plataforma continental (Figura 1.4).

Figura 4 - Principais fácies sedimentológicas da plataforma continental Norte-Nordeste do Brasil

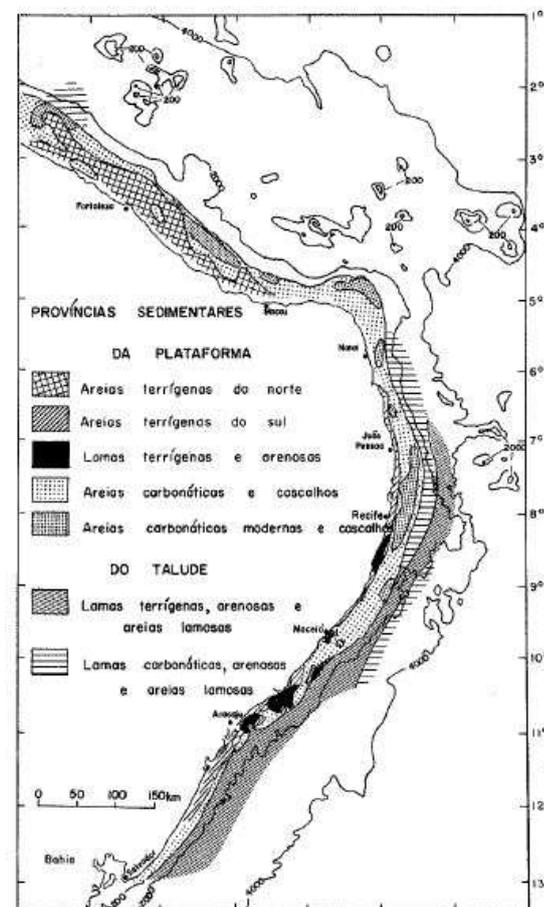


Fonte: Coutinho & Morais (1968).

Ainda na mesma época, foi proposto e realizado a operação GEOMAR (Geologia Marinha), com o intuito de discutir e gerir a pesquisa oceanográfica brasileira, permitindo que o país integrasse em qualquer programa internacional, resguardando fundamentalmente os interesses nacionais. Dessa forma, já foram realizadas mais de 25 operações GEOMAR com mais 3 mil amostras de sedimentos do fundo marinho.

Em 1972, a Petrobrás (Empresa Brasileira de Petróleo S.A.), o DNPM (Departamento Nacional de Produção Mineral), a CPRM (Companhia de Pesquisa e Recursos Minerais), a DHN e o CNPq (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico) criaram o projeto de Reconhecimento da Margem Continental Brasileira (REMAC) em parceria com as universidades brasileiras e institutos internacionais. O projeto serviu como base para outros estudos e resultou em uma série de 11 volumes conhecidos como série REMAC. Vale ainda ressaltar o trabalho de França et al. (1976), que reuniu amostras do projeto REMAC e de instituições nacionais e estrangeiras, resultando em mapas geoquímicos, texturais e faciológicos da plataforma continental do nordeste brasileiro (Figura 1.5)

Figura 5 - Províncias sedimentares da margem continental nordeste.



Fonte: França et al. (1976).

O Plano de Levantamento da Plataforma Continental Brasileira (LEPLAC) foi outro projeto relevante na área. Com início das atividades em junho de 1987, a primeira comissão de levantamento foi efetuada pelo navio oceanográfico Almirante Câmara pertencente ao DHN. Concomitante com outras instituições (Petrobras, DHN, e comunidade científica), sua primeira fase, que terminou em 1996, coletou 3.000 km de perfis sísmicos, batimétricos, magnetométricos e gravimétricos ao longo de toda extensão da margem continental brasileira. Além do melhor reconhecimento da plataforma, o programa teve como objetivo estabelecer o limite externo da PCB (200 milhas marítimas) levando em consideração o enfoque jurídico. Hoje o LEPLAC reúne 770.000 km de dados, somatório das Fases I e II (em vigor).

Devido à alta diversidade e importância da fauna e flora da plataforma continental, o ministério do Meio Ambiente criou em 1994 o Programa de Avaliação do Potencial Sustentável de Recursos Vivos na Zona Econômica Exclusiva (REVIZEE) com o intuito de aumentar o conhecimento da biodiversidade marinha no litoral brasileiro. Além do mar territorial, passa-se o direito de explorar toda a Zona Econômica Exclusiva (ZEE), mas para isso o país deve mostrar que dispõe de conhecimento e estrutura. Dessa forma o projeto reúne, organiza e coordena as instituições aptas para desenvolver trabalhos sobre a biodiversidade marinha.

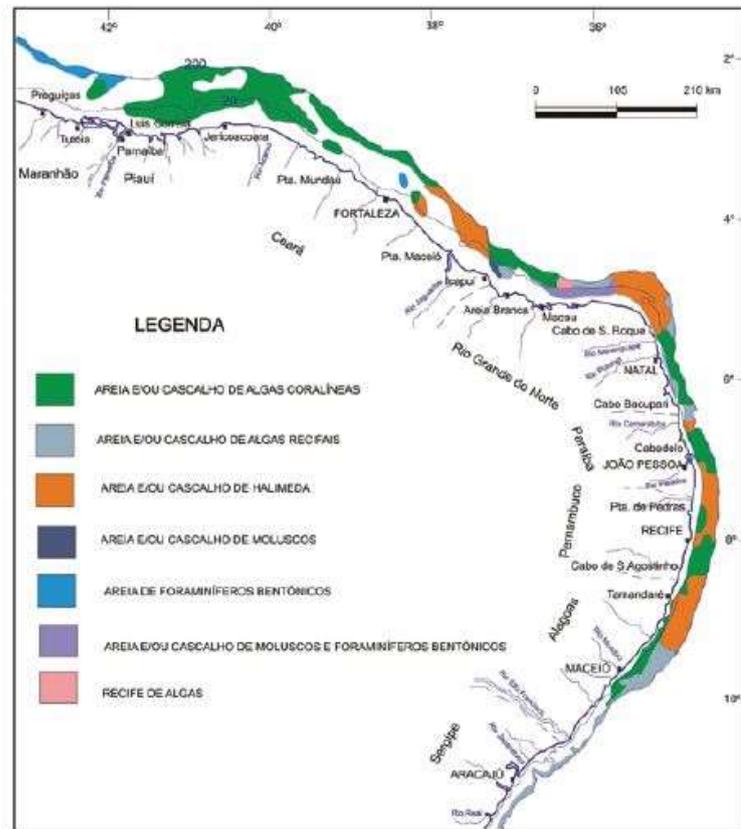
O projeto GranMar (Granulados Marinhos do Brasil), organizado pelo CPRM, teve início no ano de 2004, e teve como objetivo o mapeamento dos recursos minerais marinhos na plataforma continental de águas rasa do Brasil até a isóbata de 30 metros, com foco na avaliação da potencialidade mineral de granulados marinhos. Estados do Ceará, Pernambuco e Paraíba tiveram dados coletados em parceria com universidades brasileiras.

Cavalcanti (2011) em parceria entre o DNPM e o governo federal brasileiro, publicou o volume “PLATAFORMA CONTINENTAL a última fronteira da mineração brasileira”. O volume reúne dados físicos da plataforma continental brasileira e evidencia a sua potencialidade minerária, além de mapas de distribuição dos sedimentos carbonáticos de todas as regiões, como o Nordeste (Figura 1.6).

A plataforma continental da Paraíba já foi alvo de alguns trabalhos acadêmicos, em diversas áreas como geologia sedimentar, dinâmica costeira, geodiversidade, tectônica e geoquímica. No âmbito da geoquímica sedimentar, Barbosa (2004) evidenciou que os sedimentos carbonáticos formados por algas coralinas são os principais constituintes da plataforma paraibana, além de justificar essa dominação à falta de sedimentação terrígena e condições climáticas e oceanográficas favoráveis para o seu desenvolvimento. Coutinho (1996) destaca a presença de *Halimeda*, além das algas coralinas ramificadas. Kempf et al. (1967) cita

que os fundo de areia e lama estão reduzidos à faixa costeira, com profundidades inferiores a 20m e apresentam apenas como manchas isoladas e de pequena extensão.

Figura 6 - Distribuição dos sedimentos carbonáticos na plataforma continental do Nordeste do Brasil, adaptado de projeto REMAC, 1979



Fonte: Cavalcanti (2011).

O CPRM (Recife) em 2007 lançou o volume Potencialidade dos Granulados Marinhos da Plataforma Continental Leste do Ceará, uma série que destaca a importância dos recursos minerais do Brasil, utilizando dados do projeto GranMar. Além de localizar as fácies encontradas na área de pesquisa, o volume indica as características químicas de cada granulado (Figura 1.7) e sua aplicação na economia.

Figura 7 - Características químicas de Maërl e Halimeda na plataforma leste do Ceará.

Elementos	<i>Maërl</i> (%)	<i>Halimeda</i> (%)
Sódio	0,97 - 3,24	1,76 - 4,49
Potássio	0,09 - 0,53	0,07 - 0,39
Lítio	0,15 - 0,20	0,23 - 0,35
Ferro	0,03 - 0,14	0,01 - 0,09
Cálcio	18,50 - 33,60	23,80 - 37,60
Magnésio	1,66 - 2,99	0,32 - 0,45

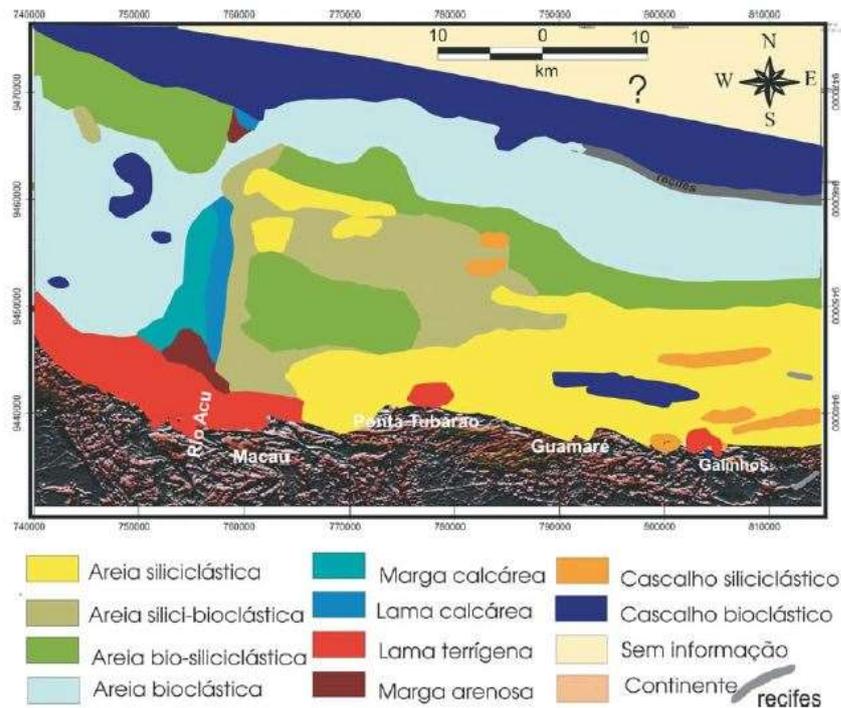
Fonte: Potencialidade dos Granulados Marinhos da Plataforma Continental Leste do Ceará - CPRM (2007).

Fonteles (1999) apresentou a plataforma interna da Paraíba com uma caracterização das fácies sedimentares encontradas, através de uma descrição textual, perfis, gráficos e tabelas em sua dissertação. Para isso analisou 184 amostras entre as isóbatas de 0 e 12 m. O trabalho resultou uma caracterização de acordo com Larssouner (1977) e determinou sete fácies: cascalho litoclástico, cascalho bioclástico, areia litoclástica, areia bioclástica, lama litoclástica, lama bioclástica e recifes; além de zonestar a plataforma em províncias, associando-as aos processos sedimentares, climáticos, intempéricos e oceanográficos.

Em âmbito regional, destaca-se o trabalho de Marques (2008) que analisou os sedimentos da plataforma nordeste em busca de sinais geoquímicos de diagênese meteórica em sedimentos reliquias. Na plataforma continental do Ceará, a autora conclui que há indicações de diagênese meteórica, com teores consideráveis de sílica livre, Mn e Fe.

No estado do Rio grande do Norte, Vital et al. (2005) apresenta uma carta sedimentológica compartimentando a área de estudo em 10 fácies sedimentares (Figura 1.8) de acordo com Freire et al. (1997), integrando dados amostrais e produtos de sensores remotos.

Figura 8 - Carta sedimentológica para a plataforma brasileira entre Guamaré e Macau (RN)



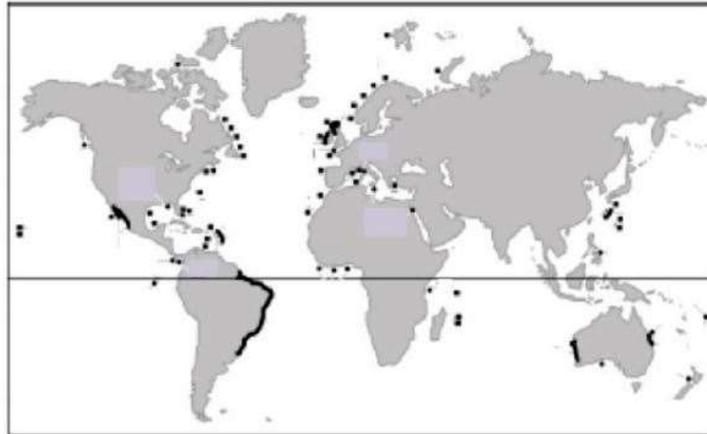
Fonte: Vital et al. (2005).

1.3 JUSTIFICATIVA

A Plataforma Continental da Paraíba é um ambiente de deposição carbonática marinha clássico do Brasil. Assim, viu-se a necessidade de compreensão e detalhamento do seu ambiente deposicional, que resultará em um modelo típico de plataformas rasas de clima semi-árido. Águas rasas e claras, temperaturas elevadas, baixa descarga hídrica, são características típicas de plataformas do nordeste brasileiro e são responsáveis pelo alto desenvolvimento de granulados marinhos biogênicos (VITAL ET AL., 2005), que em sua maioria compõe um vasto fundo de algas calcárias representando a maior área coberta por sedimentos calcários do planeta (SANTOS, 2010), sendo os principais grupos produtores as algas calcárias vermelhas e as algas calcárias verdes (POGGIO ET AL., 2009).

Segundo Foster (2001), os bancos de rodolitos (fundos de algas calcárias) estão distribuídos em todas as latitudes, ocorrendo das regiões polares aos trópicos, variando a estrutura da comunidade de acordo com a latitude em que ocorrem (Figura 1.9). Porém, é notório a ampla distribuição no fundo submarino brasileiro, o que torna o país um destaque neste tipo de depósito.

Figura 9 - A distribuição dos fundos de algas calcárias no mundo



Fonte: Foster (2001).

A peculiaridade da plataforma nordeste, permite uma abordagem de cunho econômico, exaltando assim a potencialidade mineral dos bioclastos nos ambientes marinhos rasos. O grande acúmulo de CaCO_3 , o principal componente das algas marinhas, é explorável desde a metade do século XX na França e outros países como Estados Unidos, Portugal e Reino Unido a exploração dos granulados marinhos é uma realidade econômica (FARIAS DO AMARAL ET AL, 2020). Os granulados bioclásticos é um recurso importante devido a seus inúmeros usos e aplicações, como: i) complementação na fertilização do solo, permitindo a redução de usos de fertilizantes na agricultura; ii) na nutrição animal, sobretudo na pecuária leiteira e de corte, melhorando a qualidade e produção dos produtos; iii) tratamento de água e esgoto domésticos e industriais, mineralizando-a e neutralizando-a; ix) suplementação humana e fármacos; x) produção de cosméticos; entre outros. As reservas medidas de granulados bioclásticos marinhos aprovados pelo DNPM no Brasil são da ordem de 962.330.131 toneladas, distribuídas nos estados do Espírito Santo, Bahia e Maranhão (Figura 1.10).

Figura 10 - Reserva de granulados bioclásticos marinhos de acordo com o DNPM

	RESERVAS MINERAIS (t)			
	BAHIA	ESPÍRITO SANTO	MARANHÃO	TOTAL
MEDIDA	9.556.000	296.124.636	656.649.495	962.330.131
INDICADA	24.292.000	233.279.000		257.571.000
				1.219.901.131

Fonte Cavalcanti (2011).

Dentro desse contexto, visando a importância econômica, ecológica e geológica do ambiente plataformal, é necessário entender e detalhar a ocorrência dos sedimentos que compõe a plataforma continental adjacente ao estado da Paraíba. O resultado deste trabalho poderá ser visto como um auxílio para diversas áreas como: obras de engenharia costeira, exploração dos recursos minerais marinhos, compreensão dos habitats submersos, além de compreender e discutir o alta taxa de deposição dos bioclastos na plataforma continental da Paraíba.

1.4 OBJETIVOS

Como objetivo principal, propõe-se nesse trabalho caracterizar e discutir a sedimentação que ocorre na plataforma continental do estado da Paraíba, correlacionando com a sua morfologia de fundo. Para isso, os seguintes objetivos específicos são propostos:

- apresentar a análise granulométrica e o cálculo do teor de carbonato de cálcio (CaCO_3) dos sedimentos amostrados;
- apresentação e discussão dos teores de cascalhos, areias e lamas ao longo da plataforma através de mapas;
- interpretar e analisar os resultados encontrados observando os parâmetros estatísticos;
- elaboração de mapas e perfis morfológicos e faciológico da área;

Além de expor as características dos sedimentos coletados, visa-se a compreensão da ação dos parâmetros geológicos e físico-químicos em relação aos sedimentos, o que contribui para uma melhor compreensão dos padrões de deposição e o conhecimento dos processos que controlam o alto desenvolvimento do material carbonático em interface ao terrígenos.

2 ARCABOUÇO GEOLÓGICO E GEOTECTÔNICO DA ÁREA DE ESTUDO

A plataforma continental da Paraíba (PCP) está inserida no domínio de Margem Continental Brasileira, caracterizada por uma margem passiva clássica que determina a transição oceano e continente em uma mesma placa tectônica (Araújo et al., 2004). Seu desenvolvimento inicia-se com a separação dos antigos continentes, marcados pela tectônica extensional da abertura entre os supercontinentes *Gondwana* e *Laurásia* durante o Mesozóico e Cenozóico recente (VITAL, 2005). Assim, é um dos produtos oriundo do processo da separação entre as placas africanas e sul americana (MARTINS & CARNEIRO, 2012). Dessa maneira, a compreensão da evolução e formação da bacia sedimentar, bem como de toda a geologia local e suas características geomorfológicas são importantes para o alcance dos objetivos propostos.

2.1 BACIA PERNAMBUCO – PARAÍBA

A Bacia Pernambuco - Paraíba (BPP) é delimitada ao sul pelo alto de Maragogi-Barreiros, proximidade da divisa entre os estados Pernambuco/Alagoas e a norte até a falha Ceará-Mirim no estado do Rio Grande do Norte (Figura 2.1), limitando-a com a Bacia Potiguar (MABESOONE & ALHEIROS, 1988). Sua localização envolve as faixas litorâneas que se estendem entre os estados de Pernambuco e Paraíba, na qual autores denominaram como uma única bacia sedimentar (ASMUS & CARVALHO, 1978; BRITO, 1979; MABESOONE & ALHEIROS, 1988). Porém, em investigações geofísicas, Rand (1976, 1978) evidenciou uma diferença nas áreas entre o sul e o norte da Zona de Cisalhamento de Pernambuco (ZCPE), características estratigráficas, geocronológicas e estruturais distintas do contexto tectônico-sedimentar entre as duas zonas foram pontos observados por Lima Filho (1998) que excluiu a sub-bacia Cabo da BPP. Pelo mesmo motivo e Mabesoone (1991) designaram a sub bacia Natal e Canguaretama como continuação sub-oriental da Bacia Potiguar.

Figura 11 - Localização da Bacia Paraíba e bacias adjacentes



Fonte: Alves et al. (2019).

Para Lima Filho (1998) a BPP deve ser dividida entre Bacia Pernambuco e Bacia Paraíba, o autor evidencia em seus trabalhos que as duas zonas limitadas pela ZCPE possuem histórias de deposição distintas, abolindo o termo Sub-bacia Cabo, definido por Mabesoone & Alheiros (1988) e denominando-a exclusivamente como Bacia Pernambuco. Já a Bacia Paraíba equivale a porção localizada ao norte da ZCPE, considerando assim que a plataforma continental da Paraíba se encontra sob os domínios da Bacia Paraíba (BARBOSA et al., 2004) a qual será detalhada a seguir.

2.2 BACIA PARAÍBA

A bacia Paraíba abrange a faixa sedimentar costeira que existe desde o lineamento Pernambuco, próximo a cidade de Recife, até o alto estrutural de Mamanguape, ao norte de João Pessoa e é compartimentada por três sub bacias: Olinda, Alhandra e Miriri (Figura 2.1). Sua formação e evolução tectônica está diretamente relacionada à formação do oceano atlântico

e conseqüentemente à ruptura dos continentes Sul-americano e Africano, no fraturamento e dispersão do supercontinente Pangea (250 M.a.) com uma rampa estrutural suavemente inclinada para leste. Beurlen (1967a) foi um dos pioneiros a expor que o último elo entre os dois continentes, durante a abertura do Atlântico Sul, estava localizado na área entre Recife/João Pessoa, no Brasil, e Nigéria/Gabão na África. A diferenciação dessa bacia para as outras adjacentes se dão pelo fato da preservação de uma ponte/soleira intercontinental (*landbridge*) entre a África e a América do Sul, durante o Cretáceo Superior (RAND, 1985), o que ocasionou o estiramento e afinamento litosférico na região.

Mabesoone (1991) evidencia que nesse processo de afinamento, houve uma lenta e continuada subsidência, gerando uma *reley ramp*. As diferenças litológicas ao longo da rampa influenciaram diretamente sobre o comportamento e rigidez da litosfera local, que somada à reativação de falhamentos pretéritos resultou em um afundamento diferenciado durante a deriva continental. Essa diferenciação resultou em uma subdivisão da *relay ramp*, em setores com preenchimento lítico também distintos, apresentando assim uma estrutura em sub-bacias (MABESOONE & ALHEIROS, 1988).

Foi evidenciado por Barbosa (2004), que a Bacia Paraíba atinge o embasamento cristalino entre as cotas de 300 a 400 m, diferente da bacia adjacente (Bacia Pernambuco), que ao sul do Lineamento Pernambuco apresenta uma quebra abrupta do embasamento, com *grabens* com mais de 3.000 m de profundidade. O preenchimento sedimentar da bacia iniciou durante o Santoniano (86.3 M.a.), somente no ciclo pós *rifte*, o que a diferencia das bacias adjacentes. que envolvem a depressão pré-rift, com deposição de rochas características dessa fase (*red beds*) além de uma deposição posterior, a fase evaporítica com dois eventos dominantes (Ibura e Peripuera) em ambos os lados do rift

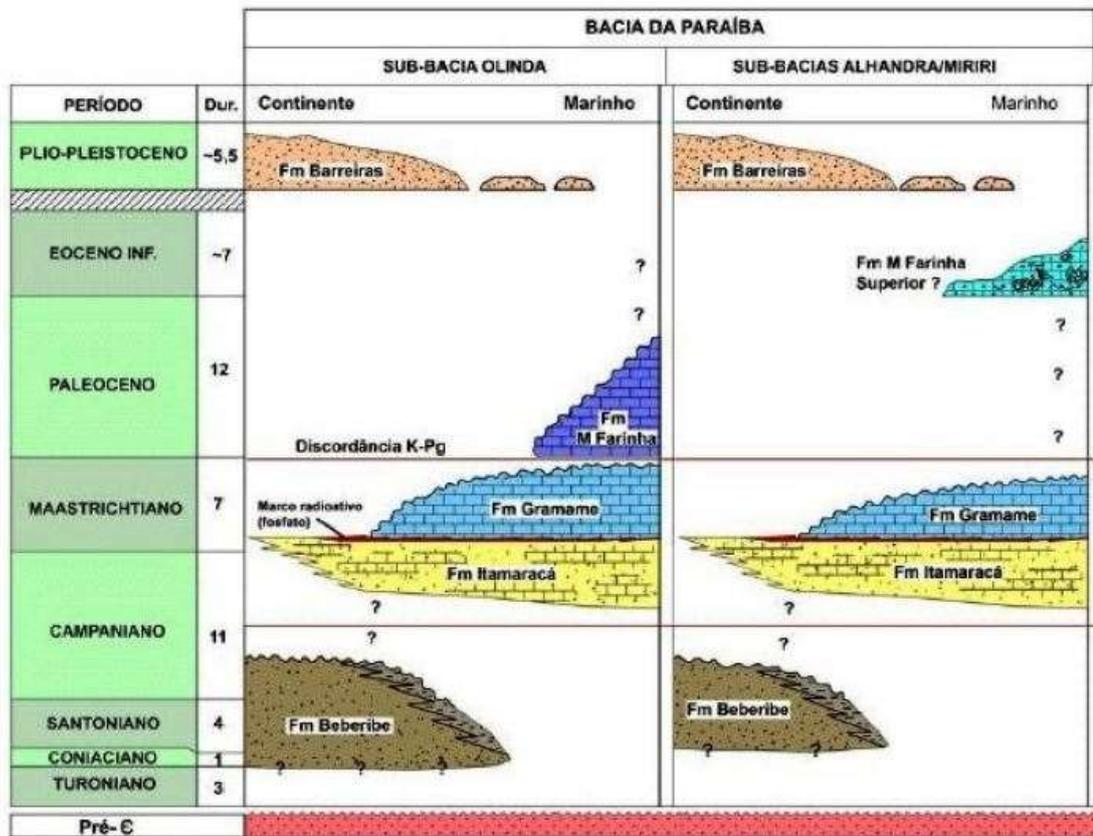
A sedimentação da Bacia Paraíba foi sintetizada por Barbosa (2004) através de uma carta estatigráfica da área emersa (Figura 2.2), na qual foi destacada as unidades encontradas. Vale ressaltar, que o maior conhecimento é na área *onshore* da bacia, na qual fazem parte da sedimentação as formações Beberibe, Itamaracá, Gramame, Maria Farinha e Barreiras.

2.2.1 Carta estatigráfica

A bacia da Paraíba teve sua sedimentação iniciada com a Formação Beberibe, segundo Beurlen (1967). Essa formação é composta por arenitos variando de médios a grossos de origem

fluvial a flúvio - lacustre, com alguns níveis conglomeráticos (MABESOONE & ALHEIROS, 1998; SOUZA, 1999; BARBOSA et al. 2004; BARBOSA, 2004), depositados discordantemente sobre o embasamento cristalino.

Figura 12 - Carta estatigráfica emersa da Bacia da Paraíba



Fonte: Barbosa et al. (2004).

Sobre a Formação Beberibe ocorre a Formação Itamaracá proposta por Kegel (1955) como sedimentos transicionais correspondentes à fase marinha, com idade Campaniana (83.6 M.a.). Essa unidade é representada por depósitos de arenitos carbonáticos creme ou acizentados, folhelhos, carbonatos, sedimentos siliciclásticos ricos em fósseis de ambiente marinho salobro e uma camada de fosfatos no topo. Beurlen (1967) inclui essa formação como base da Formação Gramame. Lima Filho & Souza (2001) destaca a camada de fosfato como um marco estatigráfico que ocorre na bacia como um todo, propondo assim, como uma unidade independente.

A Formação Gramame (Maastrichtiano, 72.1 M.a.) é representada por calcários e margas depositados em uma plataforma carbonática não muito profunda entre 100 m e 150 m e com energia de deposição de média a baixa, com possíveis ações eventuais de tempestade e tsunamis (BARBOSA et al. 2004). A alternância entre carbonatos e margas são bem desenvolvidas, há níveis altamente fossilíferos, bem como níveis de calcilitos ricos em pirita e intensa bioturbação do grupo *Thalassinoides* (SCHLICHIT et al., 1999).

Figura 13 - Falésias vivas da Formação Barreiras em praias de Jacarapé (PB) e Gramame (PB)



Fonte: Reis (2008).

No fim do Maastrichtiano (66 M.a.) ocorre a deposição da Formação Maria Farinha, com sedimentos típicos de uma regressão marinha e datados no Paleoceno (65-55 M.a.). Beurlen (1967b) a definiu em duas fácies: a inferior, composta por calcários dedríticos puro, argilosos e margosos, essa fácies é semelhante a Formação Gramame. A outra, superior apresenta feições recifais e lagunares de alta energia como colônias de algas, corais e moluscos perfuradores e incrustantes. Petrograficamente, Oliveira (1978), observou que a maior parte dos calcários são micritos, muitas vezes recristalizados em microasparitos e raramente em asparitos.

Por fim, encontra-se no topo da bacia a Formação Barreiras, associada a eventos do Neógeno (23.3 M.a.), como o soerguimento do maciço da Borborema permitindo assim um extenso recobrimento discordante do embasamento e das bacias marginais do leste brasileiro (ALHEIROS, 1998). Os sedimentos areno - argilosos são os constituintes da formação e variam entre fácies de leques aluviais, canais fluviais e planície de inundação (MABESOONE &

ALHEIROS, 1988). A linha de falésias mortas marca o limite entre a Formação Barreiras e os terraços marinhos holocênicos e as falésias vivas delimitam a linha de costa (Figura 2.3).

2.2.2 Depósitos Quaternários

O Quaternário foi marcado por um período de grandes variações climáticas e do nível relativo do mar, tais eventos, implicou na formação de depósitos sedimentares que são encontrados ao longo da zona costeira do estado da Paraíba (NEVES, 2003). Ainda segundo o autor, podem ser reconhecidos três episódios transgressivos durante o Quaternário no litoral paraibano.

O primeiro episódio (transgressão mais antiga) que ocorreu após a Formação Barreiras, cujo os testemunhos estão preservados sob a forma de falésias mortas; o segundo episódio (penúltima transgressão) que alcançou o máximo há 120.000 anos sendo registrados nos terraços marinhos pleistocênicos e o terceiro e último episódio (última transgressão) que ocorreu com máxima há 5.100 anos deixando como testemunho os terraços marinhos holocênicos.

Diante às variações, Reis (2008) ressaltou a presença dos seguintes depósitos sedimentares: depósitos continentais (Leques Aluviais) e Marinhos/Transicionais (Terraços Marinhos Pleistocênicos e Holocênicos, Recifes Algálicos/Coralinos, Depósitos de Mangue e Areias de Praia).

2.2.2.1 Leques Aluviais

Leques aluviais resultam em depósitos sedimentares com geometria tipicamente cônica ou triangular vista em planta, são facilmente distinguíveis de outros ambientes sedimentares, além da morfologia típica diferencia-se também nos processos hidráulicos, sedimentológicos e conjunto de fácies (BLAIR & MCPHERSON, 1994).

De acordo com Monteiro (1989) os leques aluviais da Paraíba (Figura 2.4) encontram-se em forma de canais entalhados na formação Barreiras, com sedimentos tipicamente fluviais de alta energia. Os sedimentos encontrados neste tipo de depósito, são constituídos de areias médias a grossas, com presença de cascalho sustentado por matriz, característico dos ambientes proximais dos leques aluviais com fluxos de detritos, tendo como área fonte a própria formação barreiras.

Figura 14 - Leques aluviais nas Falésias do Cabo Branco (PB)



Fonte: Reis (2008).

2.2.2.2 Terraços marinhos pleistocênicos

Os terraços marinhos tem sua origem relacionada à Penúltima Transgressão (120.000 a.P), apresentam uma altitude entre 8 e 10 metros acima do nível do mar atual. São representados por areias quartzosas finas e claras, geralmente lixiviadas, podendo gradar para areias acastanhadas a pretas impregnadas de ácidos orgânicos (SUGUIO, 2003). Monteiro (1989), registrou esses depósitos na planície do rio Gramame e na praia do Arraial. Os sedimentos foram caracterizados como arenosos com coloração creme e granulação de média a grossa, já a sua base apresentou sedimentos amarronzados e levemente acimentados devida à alta concentração de ácidos húmicos.

2.2.2.3 Terraços marinhos holocênicos

Caracterizado pelo registro dos antigos relevos costeiros, os terraços marinhos holocênicos são representados por paleolinhas de costa registradas a diferentes fases transgressivas e regressivas a partir de 5.500 anos A.P., associadas aos estágios interglacial e glacial do hemisfério Norte durante o quaternário (SUGUIO, 2003).

São constituídos por areias quartzosas média a grossa, grãos subangulosos a subarredondados e fragmentos de conchas. Com altitudes variando de 1 a 4 m, progridem lateralmente para os depósitos atuais de praia, apresentam a superfície ornamentadas por cordões arenosos, comumente mascarados pela urbanização local (FARDUPE, 2011). Distinguem dos terraços pleistocênicos, pela ausência dos sedimentos escuros e a presença de fragmentos de conchas, além dos cordões arenosos (REIS, 2008).

2.2.2.4 Recifes

Ocorrem três tipos principais de recifes no litoral da Paraíba: recifes de arenito de praia (*beachrocks*), recifes de arenito ferruginoso e recife algálicos e coralinos. Os do tipo arenito de praias, tem sua origem a partir da precipitação dos carbonatos da água do mar, a partir da evaporação da água intersticial, por processo físico-químicos ou por crescimento microbiológico que produzem a calcita magnesiana (COUTINHO & FARIAS, 1979). São dispostos linearmente paralelos à linha de costa. Os recifes ocorrem sob a forma de corpos lineares, descontínuos, dispostos em linhas aproximadamente paralelas entre si e a atual linha de costa. O número de linha varia, mas geralmente são visíveis em maré baixa uma ou duas exposições, sendo a primeira quase sempre emersa e próxima à praia e as demais parcialmente submersas (FARDUPE, 2011).

Os recifes de arenitos ferruginosos, presentes em menor área do litoral, são resultantes da erosão das falésias dos sedimentos da Formação Barreiras, formando a plataforma de abrasão que dissipa a energia das ondas (FARDUPE, 2011). Como exemplo cita-se os recifes ferruginosos presentes na praia Ponta do Cabo Branco, em João Pessoa (Figura 2.5).

Figura 15 - Recife ferruginoso (terraço de abrasão) da praia Ponta do Cabo Branco, João Pessoa (PB)



Fonte: FADURPE (2011).

Figura 16 - Foto aérea dos recifes coralinos/algálicos da praia de Tambaú- João Pessoa (PB)



Fonte: Dominguez (2000).

Os recifes compostos por algas calcárias e corais são os mais comuns na região (Figura 2.6). Segundo Coutinho (2005), possui uma relação íntima com os recifes de arenito, no qual serve de substrato para o seu desenvolvimento. São formações edificadas por plantas e animais que secretam o carbonato de cálcio (CaCO_3) e estão limitadas às regiões tropicais de águas rasas (NEVES, 2003). O seu maior desenvolvimento é no setor costeiro norte da Paraíba e seu desenvolvimento ocasionam o surgimento de depressões de tamanhos variados, surgindo as “piscinas” naturais, atrativo turístico da região.

2.2.2.5 Depósito de mangue

Os depósitos de mangues não são abundantes na região, mas encontra-se mais expressivo no estuário do rio Gramame. Ocorrem também entorno a outras pequenas desembocaduras dos rios Cabedelo, Aratú, Jacarapé, Cuiá e Camurupim (REIS, 2008). Litologicamente, segundo (NEVES, 2003), os depósitos de mangue possuem uma granulometria e natureza diversificada, podendo encontrar sedimentos argilosos, siltosos, argilo arenosos, depósitos orgânicos e granulometrias maiores, incluindo seixos.

2.2.2.6 Areias praias

Esses depósitos formam a estreita faixa da atual zona de praia, que por sua vez constitui a porção mais externa da planície costeira. Tais sedimentos encontram-se depositados entre a linha de baixa mar e os terraços holocênicos, com pequena inclinação para leste. Representam uma área permanentemente submetida à ação combinada das ondas, correntes de deriva litorânea e de maré (FARDUPE, 2011).

Komar (1983), diz que esse tipo de depósito resulta da acumulação de sedimentos inconsolidados de granulometrias variáveis, que se estende do nível de maré baixa até alguma alteração fisiográfica, como uma falésia, um campo de dunas ou uma área vegetada permanente. São encontradas em toda a costa paraibana e com granulometria variada, as frações mais finas estão associadas às praias de menor declividade e/ou pontais com sinais erosivos (FARDUPE, 2011).

3 ASPECTOS CLIMATOLÓGICOS, HIDROGRÁFICOS E OCEANOGRÁFICOS DO ESTADO DA PARAÍBA.

É de fundamental importância entender e compreender o clima predominante na região de estudo, bem como suas características fisiográficas. Aspectos como temperaturas, velocidade dos ventos, índice pluviométrico, drenagens, cobertura vegetal e regime de ondas, corroboram na mobilização dos sedimentos continentais e da plataforma rasa, caracterizando os processos intempéricos e de transportes da área.

Os diferentes processos de intemperismo (químico, físico e biológico) são favorecidos por determinados fatores climáticos e inibidos por outros. Deste modo, pode-se estabelecer uma correlação entre os tipos e intensidades de intemperismo e as diferentes regiões climáticas da Terra, que exibem profundidades de intemperismo, bem como processos pedogenéticos variáveis (SUGUIO, 2003).

3.1 ASPECTOS CLIMATOLÓGICOS

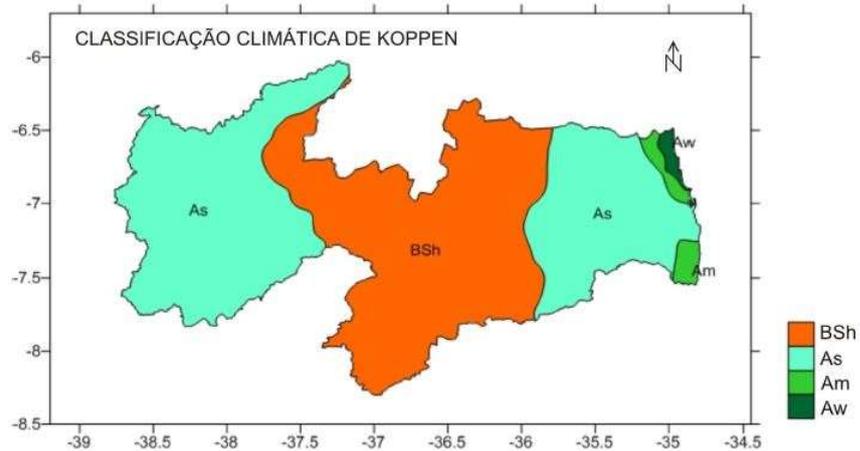
Em geografia, climatologia e ecologia, o sistema mais utilizado para a definição de climas é o de Koppen - Geiger (BARROS et al., 2012). A classificação climática de Koppen - Geiger é baseada principalmente na quantidade e distribuição de precipitação e temperatura anual e mensal. A partir da metodologia de Koppen, Francisco et al. (2015) publicaram o mapa de climas do estado da Paraíba (Figura 3.1)

É observado, que foram definidos 4 tipos de clima para o estado, Aw, Am e As (tropicais) e o BSh (semiárido). Aw é restrita à porção litorânea ao norte do estado, classificada como tropical e com estação seca no inverno. Já Am é encontrado na porção litorânea sul com avanço para o interior (60 Km), característico de região monçônica e relacionado com regiões de alto volume anual de precipitação, resultado este não esperado, porém, Francisco et al. (2015), já encontraram resultados semelhantes.

O tipo climático As domina parte da região litorânea, Brejo, Agreste, pequena faixa do Sertão e em toda área do Alto Sertão, difere do tipo Aw, por apresentar estação seca durante o verão. O clima tipo BSh se estende por todo o Planalto da Borborema. De acordo com Guerra

(1955), a precipitação anual no vale do rio Paraíba é cerca de 400 mm, sendo considerado um dos locais mais secos do Brasil.

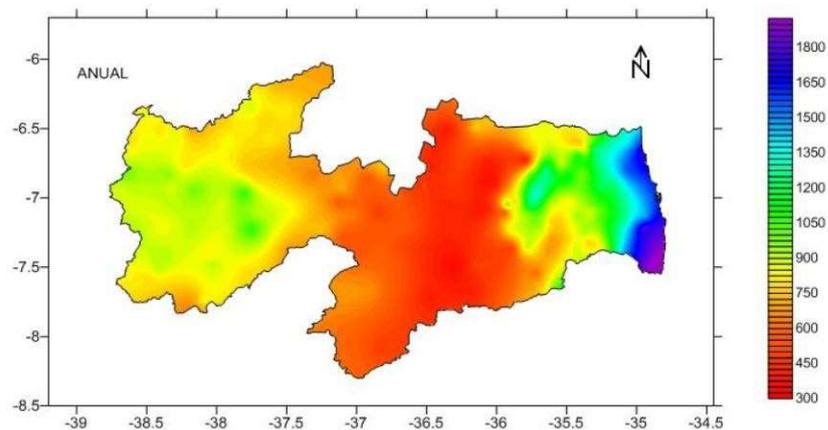
Figura 17 - Classificação climática de Koppen no estado da Paraíba



Fonte: Francisco (2015).

As chuvas no estado da Paraíba concentram-se nas estações verão/outono e ocorre um acréscimo na pluviosidade sentido leste - oeste (FRANCISCO, 2015). Dessa forma, o litoral é aonde ocorrem os maiores índices pluviométricos, sobretudo o setor sul. Ainda segundo os autores, as regiões oeste e central tem precipitação entre 300 mm e 500 mm, já no litoral esse valor pode triplicar. A média anual para o estado é cerca de 854,60 mm e as médias por região variam de acordo com o mapa (Figura 3.2) a seguir.

Figura 18 - Pluviosidade anual média no estado da Paraíba



Fonte: Francisco (2015).

3.2 ASPECTOS HIDROGRÁFICOS

O estado da Paraíba está dividido em 11 bacias hidrográficas. Os respectivos rios estão subdivididos em rios litorâneos e sertanejos, perfazendo um total de 7 rios (Figura 3.3) com maior capacidade e influência na irrigação do estado.

De acordo com Melo & Rodriguez (2003) os rios litorâneos são aqueles que nascem na Serra da Borborema e desaguam no litoral paraibano, o de maior destaque é o Rio Paraíba, constituindo a maior bacia hidrográfica do estado. Já os rios sertanejos, que nascem a oeste da serra da Borborema fluem para a norte e desaguam no litoral do Rio Grande do Norte, destaca-se o rio Piranhas, que tem papel fundamental na irrigação do sertão paraibano. Somente os rios que nascem na serra da Borborema e no litoral são perenes, os demais são temporários, ou seja, diminuem sua capacidade ou até mesmo secam no período de baixa precipitação.

Figura 19 - Principais rios do estado da Paraíba



Fonte: Melo & Rodriguez (2003).

3.3 ASPECTOS OCEANOGRÁFICOS

O movimento de massas que ocorrem nos oceanos, atinge diretamente ambientes mais rasos, como a plataforma continental. Ondas, correntes, marés e ventos são os principais agentes de remobilização dos sedimentos marinhos. Além disso interferem nos processos de erosão e deposição dos sedimentos nos ambientes costeiros, afetando a dinâmica costeira.

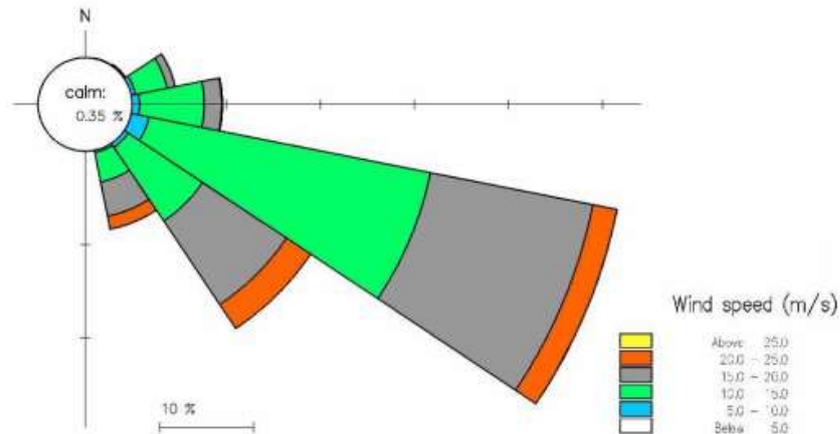
3.3.1 Ventos

Importante agente dinâmico, os ventos se caracterizam pela sua direção e velocidade. Sua atuação no ambiente marinho gera correntes e ondas. Os ventos predominantes da região, são os ventos alísios, provenientes em grande parte do SE e NE, devido ao movimento da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) que se desloca do Norte para o Sul de acordo com as mudanças sazonais.

Os alísios de sudeste são ventos moderados que normalmente alcançam velocidades de 2 a 6 m/s. O período de maior atuação desses ventos vai de agosto a outubro, exercendo forte influência no regime das chuvas e na dinâmica litorânea. Segundo Servain & Lucas (1990) os ventos na costa do nordeste são de leste/nordeste no começo do ano e de sudeste durante o período de abril a julho, o que coincide com a época chuvosa no leste da região. Portanto, durante a estação chuvosa de outono/inverno sobre no Nordeste, os ventos sopram quase que perpendiculares à costa, oriundos de sudeste.

As informações sobre os regimes dos ventos do litoral da Paraíba foram estudadas por Neves (2003) durante o período de 1987 a 1999 e serviu de embasamento para o relatório INPH (Instituto Nacional de Pesquisas Hidroviárias). Foi observado que ventos oriundos do quadrante SE predominam durante todo o ano (frequência de 64 %) com velocidade média de 3 m/s, já os do quadrante NE possuem uma frequência média de 13,3 % com velocidades de 3,5 m/s. Os ventos de sul apresentam frequência de 10,2 % e velocidade média de 2,5 m/s e os de leste exibem frequência de 3,4% e velocidade média de 3,0 m/s, enquanto os de SSE apresentam frequência de 0,6% e velocidade média de 1m/s (Figura 3.4).

Figura 20 - Rosa anual dos ventos, baseados em dados entre os períodos de 1996 e 2001

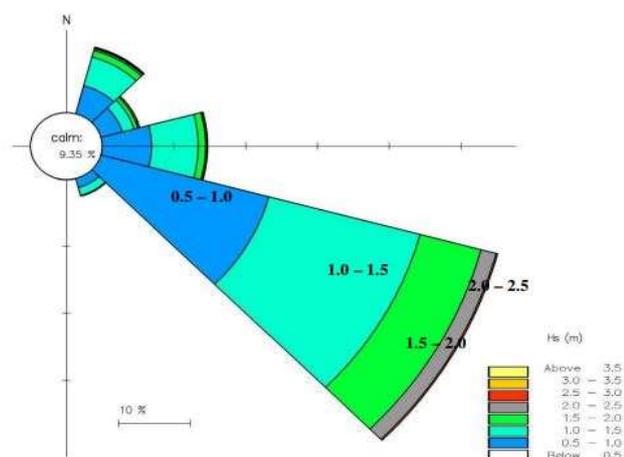


Fonte: INPH (2001a)

3.3.2 Ondas

Sob a influencias dos ventos, a onda é um movimento ondulatório que sofre a superfície do mar e é responsável pela principal evolução do litoral. Ao aproximar da costa as ondas dissipam sua energia nas praias. De acordo com Neves (2003) para o litoral da Paraíba as ondas mais frequentes são oriundas de NE e E, com períodos de 5 s e altura média de 1 m, as de SE e SSE possuem altura de 1,5 m e período de 6,5 s. Resultados são concordantes com o INPH (2001a), que publicou a rosa de ondas para a região litorânea da Paraíba (Figura 3.5).

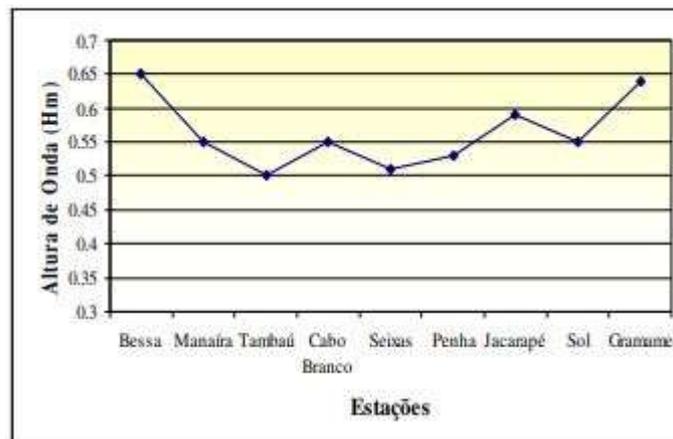
Figura 21- Rosa de ondas para a região litorânea da Paraíba.



Fonte: INPH (2001a).

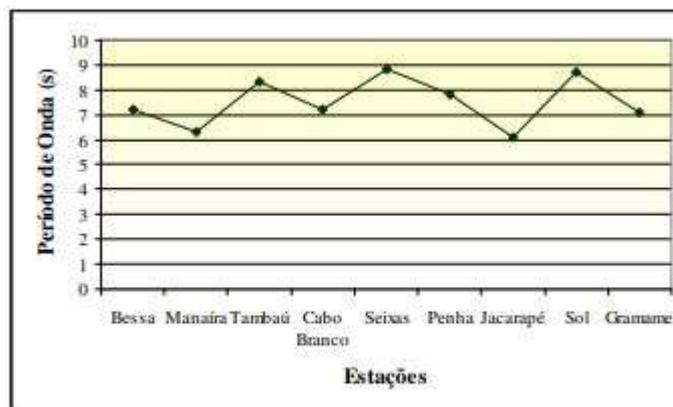
Um levantamento feito em estações instaladas em oito praias da Paraíba (Bessa, Manaíra, Tambaú, Cabo Branco, Seixas, Penha, Jacarapé, Sol, Gramame) durante o ano de 2006, mostraram uma altura média de ondas de 0,50 m e período médio anual de 10,0 s (Figura 3.7). As maiores médias de alturas de ondas ocorreram na praia do Bessa e de Gramame e os maiores períodos na praia do Seixas e do Sol.

Figura 22- Altura média das ondas do litoral de João Pessoa (PB) no período de 2006-2007



Fonte: Reis (2008).

Figura 23- Período médio de ondas do litoral de João Pessoa (PB) no período de 2006-2007



Fonte: INPH (2001a).

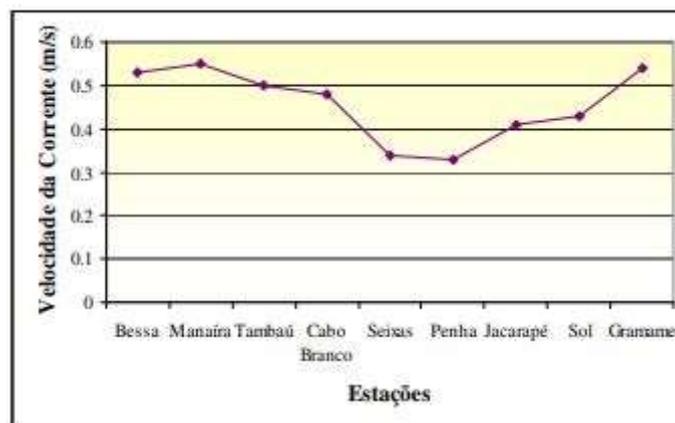
A corrente Sul Equatorial é a principal corrente de mar aberto, atinge a costa do nordeste brasileiro e apresentam curvas, inversões e bifurcações originando mais duas correntes que percorrem toda a costa brasileira. A corrente Norte Brasil que desloca sentido norte e a corrente

do Brasil que acompanha o litoral Sul do país. Sua atuação está diretamente ligada na atuação das correntes litorâneas.

De acordo com French (1997) há dois tipos de correntes gerado por ondas: correntes normais e correntes paralelas ou longitudinais e são responsáveis pelo transporte litorâneo de sedimentos (deriva litorânea) e pela caracterização morfológica costeira. Em uma consideração ampla pode-se considerar que as correntes predominantes são as que incidem obliquamente sobre as praias, predominando um transporte de sedimentos entre as praias no sentido de sul para norte (REIS, 2008).

O INPH (2001b) constatou que há um predomínio de correntes que incidem paralelamente à costa da Paraíba com um ângulo de 351° em relação ao norte verdadeiro. A média nas praias de João Pessoa obtiveram correntes na ordem de 0,4 m/s (Figura 3.8), as mais baixas foram registradas na praia do Seixas e Penha.

Figura 24- Velocidade da corrente de deriva entre os períodos 2006-2007



Fonte: INPH (2001b).

3.3.3 Marés

Além das correntes e ondas, as marés também influenciam na dinâmica costeira. Para Ângulo (1996) o regime de marés afeta diretamente a morfologia costeira. Segundo o autor ambientes de micromarés a predominância é de ondas geradas pelos ventos nos processos costeiros, resultando em praias, esporões e ilhas barreiras, que podem ser observadas nas regiões sul e sudeste do Brasil. Já na porção Norte e Nordeste, as macromarés são predominantes, dominando ambientes como planícies de maré e pântanos salgados.

De acordo com dado levantado pelo INPH (2001b) o litoral da Paraíba é dominante o regime de mesomaré. O relatório mostrou que a amplitude de maré local para o litoral de João Pessoa é de 2,70 m. A maré é semidiurna, com a máxima preamar 3,00 m e mínima 0,00 m, preamar média de sizígia igual a 2,44 m e preamar de quadratura 1,68 m. Para Neves (2003) o litoral da Paraíba está submetido a mesomarés com características semidiurnas, com baixa mar mínima de sizígia de -0,3m e preamar máxima de sizígia de 2,7m.

4 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

4.1 GEOMORFOLOGIA DA PLATAFORMA CONTINENTAL NORDESTE

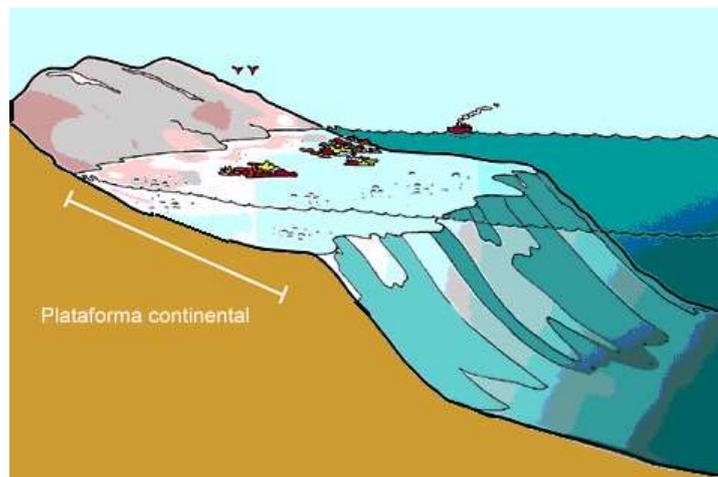
A configuração de uma plataforma continental atual, remonta ao seu histórico geológico concomitante a outros fatores, como espaço de acomodação, aporte e disponibilidade de sedimentos, hidrodinâmica e variações do nível do mar (DOMINGUEZ, 2009). Logo, sua morfologia é um efeito acumulativo dos processos cíclicos resultantes das constantes oscilações do nível do mar considerando o tempo geológico. Já para uma curta escala de tempo, Short (1999), afirma que os mais importantes processos para o controle da morfologia de praia estão associados à dissipação e incidência da energia costeira, incluindo as correntes, marés e o regime de ondas, atuando assim também no modelamento de fundo da plataforma interna.

Outra característica importante para a configuração do ambiente plataformal, é a largura da plataforma continental, ou seja, a distância entre a linha de costa até a quebra da plataforma (Figura 4.1). Como já mencionado, a plataforma nordeste é a mais estreita entre os setores brasileiros, para Baptista Neto & Silva (2004) esse estreitamento está associado ao afastamento das zonas de maiores aportes sedimentares, bem como a aproximação das zonas com menor regime hidrológico. Tal evidência foi registrada durante o estudo da plataforma norte, na qual o estreitamento no sentido leste ocorre juntamente com a dominação de construções carbonáticas no fundo marinho. Nos setores menos extensos da plataforma, Coutinho & Morais (1968) afirmam uma existência de uma topografia bem acidentada com declive acentuado e quebra abrupta. Vital et al. (2005) sugere que a geomorfologia das plataformas continentais adjacentes aos estados do Ceará e do Rio Grande do Norte é composta por montes submarinos rasos pertinentes às cadeias Norte-Brasileira e de Fernando de Noronha, como o próprio arquipélago de Fernando de Noronha e o atol das Rocas.

A plataforma continental do Nordeste também pode ser caracterizada por registros de escavações ocasionados pelas drenagens durante épocas de regressões marinhas. Coutinho (2005) caracterizou a plataforma continental a partir do Cabo do Calcanhar (RN) até Belmonte (BA), como um ambiente com grande ocorrência de bioestruturas, chegando a atingir 42 km de largura e 60 m de profundidade, relacionando-a à baixa erosão continental, baixo aporte sedimentar além de processos marinhos amenos. Ainda evidenciou a região como uma topografia bastante irregular, com canais rasos e estreitos, além de feições erosionais. A

plataforma continental adjacente ao estado da Paraíba apresenta-se como a de menor extensão brasileira, com gradiente suave e talude vertical a uma profundidade de 77 m (COUTINHO & MORAIS, 1968).

Figura 25– Limite Plataforma Continental



Fonte: disponível em <https://www.infoescola.com/oceanografia/plataforma-continental>.

Em geral, o fundo da plataforma do setor nordeste mostra-se, em todos os perfis batimétricos, como um relevo plano a suavemente ondulado, com variação do gradiente que vai de $0,05^\circ$ a $0,001^\circ$ nas porções mais distantes da costa, condicionado, possivelmente, à predominância de sedimentos bioclásticos e/ou regime heterodinâmico insuficiente em seu potencial energético, para a formação de outros tipos de relevo. (GOES & FERREIRA JR, 2017). Apresenta ainda feições de elevação abrupta no fundo submarino, lineares ou isoladas, com profundidades que vão de 8 a 20 m, extensão variante entre 30 e 60 m em feições isoladas e largura de 500 m em feições lineares (LIMA, 2006).

Linhas de arenito de praia, se faz presente na região nordeste. Manso et al., (2003) exaltaram a presença dessa feição na plataforma continental interna de Pernambuco, a qual se dispõe paralelamente à costa e servem como substrato para o desenvolvimento de algas e corais, culminando em uma efetiva proteção à linha de costa, já que o desenvolvimento de corais absorve grande parte da energia das ondas incidentes. Os arenitos ocorrem em duas ou três exposições, a primeira comumente emersa e as demais submersas ou parcialmente emersas, sendo todas relacionadas às antigas linhas de praia (BRANNER, 1904; MABESOONE, 1964).

4.2 SEDIMENTAÇÃO NA PLATAFORMA CONTINENTAL

A sedimentação na plataforma continental possui uma variedade de sedimentos devido às diversas fontes, transporte e mecanismos de deposição, dividindo a sedimentação em terrígena e marinha. Essa diversidade também reflete na granulometria do material que é diretamente ligada à sua dinâmica e concentração (MARTINS, 1999)

A partir do início dos estudos sobre a sedimentação do ambiente marinho, foi considerado que os sedimentos gradavam de grossos a finos sentido mar adentro, apresentando um perfil de equilíbrio com os sedimentos, diminuindo de tamanho conforme a energia do ambiente em mesma intensidade e sentido (SWIFT, 1968; SHEPARD, 1973). No entanto, com avanço das pesquisas e coletas em diversas plataformas do mundo, viu-se que os sedimentos típicos de uma plataforma continental se assemelham a uma “colcha de retalhos”, ou seja, um ambiente coberto por um mosaico de sedimentos com variação textural não relacionados necessariamente aos processos atuantes no presente (SHEPARD, 1932, 1973; EMERY, 1952, 1968). Dessa forma, os mesmos autores concluíram que os sedimentos foram depositados numa variedade de ambientes que teriam existido durante o nível de mar baixo no pleistoceno (último máximo glacial - 17.500 anos A.P.) incluindo ambientes terrestres, planícies costeiras, antigas linhas de costa e ambientes glaciais, interpretando assim como sedimentos relictos.

Durante a glaciação pleistocênica, as plataformas que estão hoje com profundidades menores que 100 m se encontravam emersas, ou seja, o ambiente de sedimentação muito distinto do atual (marinho). Com a rápida subida do nível do mar entre o fim do pleistoceno e início do holoceno (entre 16 e 6 mil anos A.P), afogou a plataforma preservando a cobertura sedimentar inexistindo qualquer relação entre os sedimentos e os processos hidrodinâmicos atuais (SHEPARD, 1973; EMERY, 1968). Diante à evolução de pesquisas, os autores propuseram uma nova relação entre os sedimentos e a hidrodinâmica atual, não limitando à um ambiente de equilíbrio, como imaginado.

Emery (1952), observou que os sedimentos de origem detrítica diminui sua granulometria conforme se distância da costa, como era previsto. Porém os demais sedimentos (orgânicos, autigênicos, residuais e relictos), ocorrem nos locais aonde não foram diluídos ou não foram recobertos pelos sedimentos detríticos, como em bancos, altos e na borda externa da plataforma continental. Essa distribuição ocorre em zonas que ainda não tiveram tempo e carga sedimentar suficientes para que haja o recobrimento pelos sedimentos atuais.

Allen (1980) e Macmanus (1975) demonstraram que muitos dos sedimentos reliquias, na verdade, apresentam um grau de resposta aos processos atuais, como retrabalhamento por processos físicos, químicos e orgânicos, ressaltando assim que sedimentos relictos são menos comuns do que originalmente se pensava. Dessa forma foi proposto um modelo de sedimentação da plataforma conforme o regime hidráulico dominante, classificando-a em quatro tipos principais, 1) dominado por marés; 2) dominado por ondas; 3) dominados por tempestades 4) dominado por correntes oceânicas (ANDERTON, 1976; STANLEY E SWIFT, 1976; FLEMMING, 1980, 1981).

Com o desenvolvimento do interesse econômico em ambientes marinhos, sobretudo o petróleo, pesquisadores começaram a interessar pelo papel da composição dos sedimentos no ambiente plataformal, desenvolvendo assim os estudos sobre a sedimentação carbonática paralelamente a siliciclástica (GINSBURG 1956; PURDY, 1963A, 1963B; MILLIMAN, 1974)

4.2.1 Sedimentos terrígenos

Oriundo do sistema emerso terrestre, os sedimentos terrígenos encontrados na plataforma continental são resultados da atuação intempérica das rochas encontradas no continente, em especial as siliciclásticas, por apresentarem alto teor de sílica conferindo maior resistência. Tal resistência garante a considerável contribuição na cobertura sedimentar marinha, que adentra o sistema através dos rios e demais cursos fluviais, transpondo barreiras geomorfológicas costeiras.

Dessa forma, trata-se de material alóctone, formado em distintas condições intempéricas e que sofreram por bruscos e/ou constantes regimes de retrabalhamento, sejam eles atuais ou pretéritos, ao longo do transporte e também no ambiente marinho. Esse tipo de deposição se verifica sobretudo nos setores de menores profundidades da plataforma, ou seja, na plataforma interna, aonde a proximidade com os canais de descarga de material terrígeno são mais incisivos (BARBOSA, 2004).

Na produção de sedimentos terrígenos, dois processos estão envolvidos: a desintegração e a decomposição (AGUIAR, 2014). Ainda segundo o autor, a desintegração envolve apenas a desfragmentação da rocha fonte em granulometrias menores, sem alteração na composição química. Já a decomposição envolve mudanças químicas, diferenciando os sedimentos da rocha

fonte, produzindo assim composto distintos dos originais. O fato de haver alteração ou não, dependerá da química do material fonte, caracterizando-o como alteráveis/solúveis ou não.

Os sedimentos terrígenos encontrados no ambiente marinho, podem variar de clastos até partículas de dimensões coloidais, que estão ligados, além da química da rocha fonte, à distância da área fonte do ambiente depositado e o tipo de transporte que sofreram. Sedimentos inalteráveis são compostos por minerais também inalteráveis nas condições vigentes do ambiente, como o quartzo, mica, feldspatos, piroxênios, anfibólios e minerais pesados. No grupo dos alteráveis, estão inclusos os minerais argilosos, hidróxidos de ferro, alumina, sílica coloidal e material em vários estágios de transformação (GIANNINI & RICCOMINI, 2000; SUGUIO, 2003)

4.2.2 Sedimentos bioclásticos marinhos

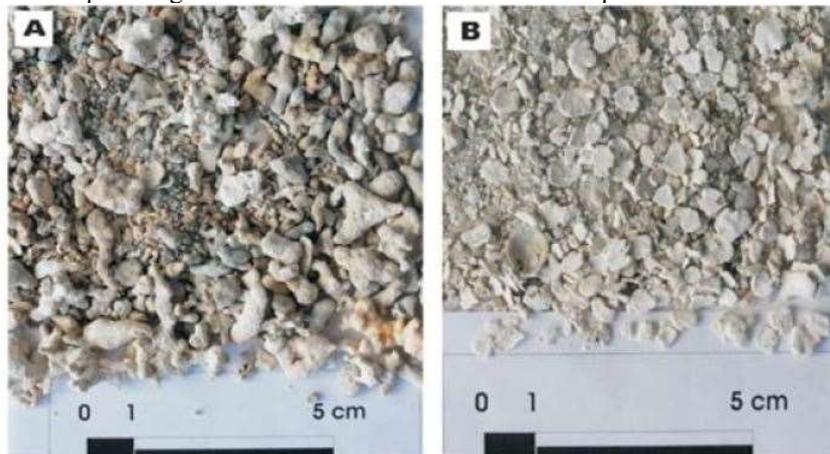
Os sedimentos bioclásticos marinhos, são responsáveis por caracterizar a plataforma continental do Brasil em um dos maiores e contínuos ambientes de deposição carbonática do mundo (CAVALCANTI, 2011). Ainda segundo a autora, os bioclásticos ou granulados carbonáticos são areias e cascalhos inconsolidados constituídos por algas calcárias, carapaças de moluscos, conchas de bivalves, briozoários e foraminíferos bentônicos. As areias carbonáticas, são provenientes da destruição de organismos bentônicos com esqueleto calcário, que sob os efeitos de fortes correntes, são fragmentados e depositados em ambientes específicos na plataforma continental, como as dunas subaquosas.

Os bioclastos carbonáticos, sobretudo as algas calcárias representam grande parte dos sedimentos carbonáticos, abrangendo uma alta diversidade de habitats e espécies. Os seus habitats variam desde a zona intermarés até profundidades de 200 m e apresentam uma variedade de 300 a 500 espécies (DIAS, 2000). Ainda segundo Dias (2000), os carbonatos biogênicos ocorrem em águas típicas da plataforma continental do Nordeste, águas marinhas rasas e de regiões tropicais. Fatores ambientais como temperatura, pH, luminosidade, pressão parcial de gás carbônico (CO₂) e disponibilidade de oxigênio (O₂) interferem diretamente na biota e conseqüentemente na distribuição dos sedimentos biogênicos. Economicamente são utilizadas para diversas aplicações: agricultura (maior volume), potabilização de águas para consumo, indústria de cosméticos, dietética, implantes em cirurgia óssea, nutrição animal e

tratamento da água em lagos, o potencial de exploração econômica dos depósitos destas algas no Brasil é um dos maiores do mundo (CAVALCANTI, 2011; DIAS, 2000).

Devido ao metabolismo das espécies que os compõe, são quimicamente heterogêneos, ou seja, apresentam uma variedade de elementos químicos inseridos em sua estrutura cristalina, sendo composta basicamente por carbonato de cálcio e carbonato de magnésio e mais de 20 oligoelementos, presentes em quantidades variáveis, principalmente Fe, Mn, B, Ni, Cu, Zn, Mo, Se e Sr, (BROWNLOW 1996). Apesar da grande variedade de espécies, sabe-se que as mais abundantes na plataforma continental do Nordeste são as algas coralinas do gênero *Lithothamnium* e a areia e/ou cascalhos de *Halimeda* (Figura 4.2) (CAVALCANTI, 2011).

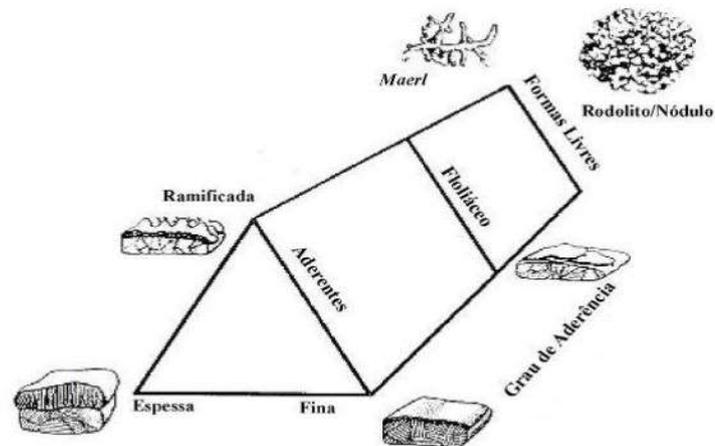
Figura 26 - Exemplos de granulados carbonáticos distribuídos na plataforma continental do Ceará



Fonte: Cavalcanti (2011). A) fragmentos de algas coralíneas do Gênero *Lithothamnium*, oeste de Fortaleza. B) Areia e/ou cascalho de *Halimeda*, leste de Fortaleza.

As algas coralíneas, conhecidas também como algas vermelhas, precipitam carbonato de cálcio e de magnésio em suas paredes celulares, sob a forma de cristais de calcita. O fundo marinho composto desse material algálico é o resultado do acúmulo de talos ramificados e livres de algas coralinas e é conhecido como *maerl* (DIAS, 2000). Ainda para o autor, os tipos morfológicos das algas calcárias (Figura 4.3) são importantes para o desenvolvimento do fundo marinho, já que os sedimentos se iniciam a partir do fragmento de crostas oriundas da fragmentação de outras algas calcárias e constitui ramificações (talos), que se destacam e continuam o seu desenvolvimento em estado livre, formando os depósitos sedimentares.

Figura 27- Tipos morfológicos de algas calcárias

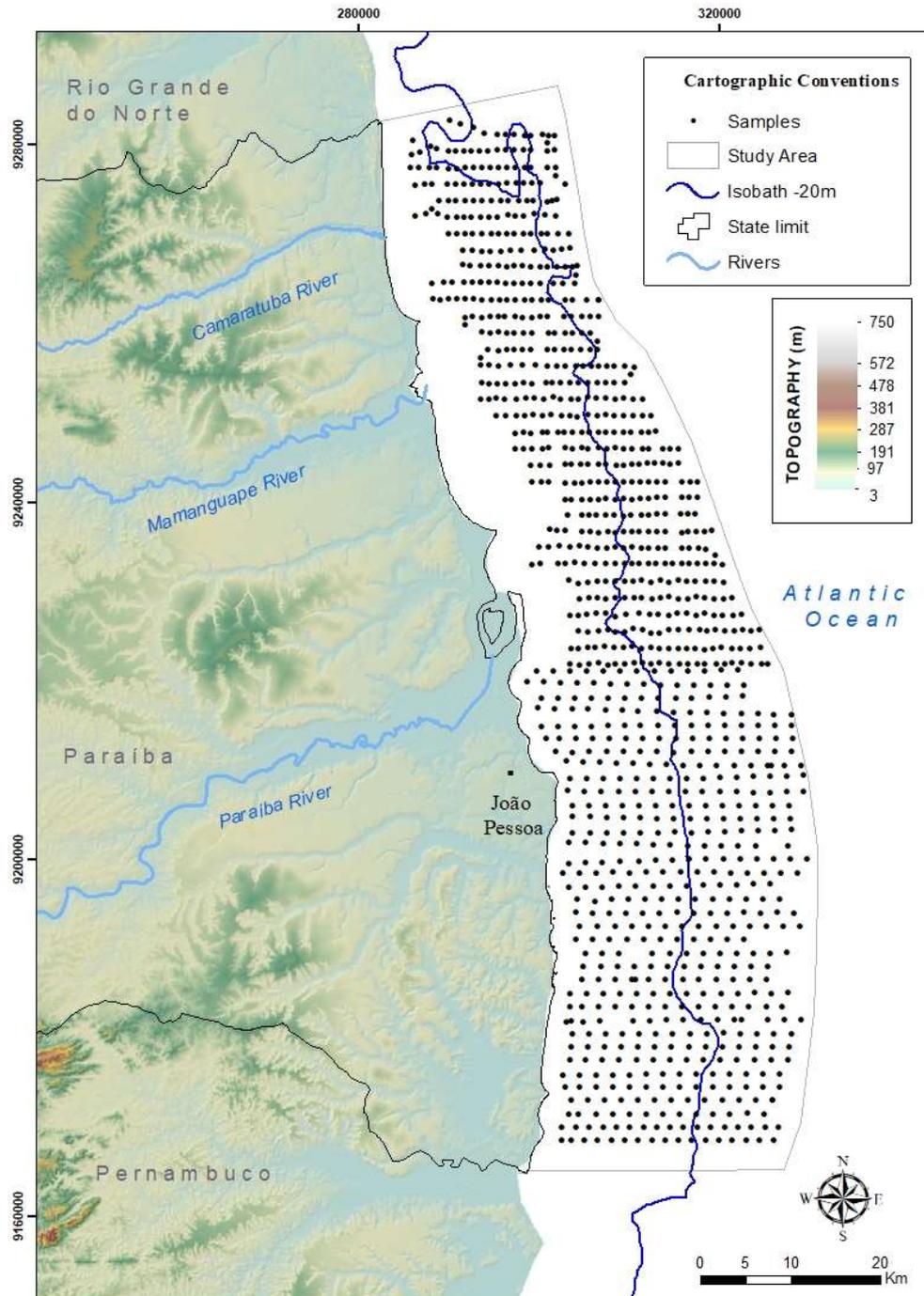


Fonte: Steneck (1986).

Leeder (1999), destacou diferenças primárias entre os sedimentos siliciclásticos e carbonáticos o que pode afetar o ambiente plataformal como um todo. Os sedimentos carbonáticos se diferenciam principalmente por: (i) sua origem ser local (*in situ*); (ii) apresentarem singularidades espaciais e temporais na taxa de produção e crescimento (anéis de crescimento dos recifes, ornamentação das conchas, etc); (iii) tendência em se litificar e resistência à energia hidrodinâmica pelas suas construções recifais; (iv) possuírem propriedades hidrodinâmicas diferentes por causa da sua forma, (v) apresentarem intrínseca relação com os fatores ambientais, como clima e profundidade.

(julho e outubro de 2009) a bordo do Navio Balizador Comandante Manhães – Marinha do Brasil (Figura 5.3c) e as quatro restantes a bordo da embarcação Oliveira II (Calamares Mergulho) nos meses de agosto e setembro de 2011.

Figura 29- Localização das amostras coletadas



Fonte: o autor (2022).

Para esse projeto foi utilizado o amostrador do tipo *VanVeen* (Figura 5.3a), coletor pontual composto por duas “mandíbulas” (garras) ligadas por uma haste de ferro com um

sistema de trava. O amostrador é lançado da embarcação de forma que durante a descida o equipamento encontra-se travado com a mandíbula aberta, e ao tocar o fundo o mecanismo de bloqueio é liberado, assim, ao puxar o amostrador as mandíbulas se fecham, segurando a amostra até sua subida à embarcação. Os pontos coletados tiveram um espaçamento de 1 km e foram definidos previamente em escritório.

Figura 30- Instrumentos e etapas de campo



Fonte: o autor (2022). a) pré lançamento do amostrador *VanVeen*. b) armazenamento das amostras coletadas. c) Navio Balizador Comandante Manhães utilizado em duas pernas do projeto GranMar, nos meses de julho e outubro de 2009.

Todas as amostras coletadas foram armazenadas em sacos plásticos e descritas macroscopicamente (5.3b). Em cada coleta foi extraído sua respectiva localização geográfica através do Sistema de Posicionamento Global (GPS).

5.1.2 Batimetria

Durante as coletas dos sedimentos de fundo, foi realizado a batimetria, o que possibilitou que todas as amostras coletadas fossem registradas a profundidade (z), além de seu posicionamento geográfico (x e y). Para isso utilizou-se um ecobatímetro que consiste em uma fonte emissora de sinais acústicos e um relógio interno que mede o intervalo entre o momento

da emissão do sinal pelo transdutor e o instante em que o eco retorna ao sensor (BAPTISTA NETO & SILVA, 2004). Para o cálculo da profundidade real foi necessário o tratamento dos dados, onde a variação da maré é normalizada e outras variações corrigidas.

A correção da maré, é necessária para que a metragem da profundidade seja real, para isso, as correções foram realizadas segundo informações das tábuas de marés do Porto de Cabedelo (PB). Os dados são inicialmente separados por data e hora, que através de equações matemáticas a maré é descontada, sendo corrigidas e reduzidas ao nível de profundidade zero correspondente ao Nível Zero da Diretoria de Hidrografia. Para a aquisição dos dados foi utilizado o ecobatímetro EDO 185 Oceanográfico de 12 KHz e vídeos sonda colorida da marca Furuno, modelo GP-1650F e com o GPS acoplado GP - 25SG (Furuno).

5.2 ANÁLISES SEDIMENTOLÓGICAS FÍSICAS E QUÍMICAS

5.2.1 Granulometria

De acordo com Suguio (1973) as amostras coletadas devem passar por todos os processos percorridos a seguir. Inicia-se com o armazenamento das amostras em vasilhames de vidro e levadas à estufa passando por um processo de secagem à 60 °C, após a secagem total as amostras devem ser quarteadas e separadas por uma alíquota de 100g. A partir dessa preparação iniciou-se a análise granulométrica por sistemas de peneiras.

Com as amostras secas, quarteadas e pesadas iniciou o processo de lavagem (Figura 5.4.a), onde uma peneira com malha de 0,062 mm é apoiada sobre um recipiente e com água corrente separou o material fino (silte e argila) que é armazenado para um possível processo de pipetagem. O material grosso, que é retido na peneira é retornado para à estufa (Figura 5.4.b) com a mesma temperatura da primeira secagem, após seco, o material é submetido a análise granulométrica (Figura 5.4.c).

O processo de separação consistiu em uma série de peneiras sobrepostas com malhas que variam entre 4,0 mm e 0,062 mm sob agitação de 10 minutos em aparelho do tipo “*Rotap Sieve-Shaker*”, onde foram separadas as frações referentes às escalas granulométricas definidas por Wentworth (1922) (Figura 5.5). A última etapa consistiu na pesagem de cada fração separada e armazenada em embalagens nomeadas. Os pesos obtidos durante o processo de separação

granulométrica foram inseridos no *software* ANASED – Análise Sedimentológica, (Lima et. al 2001), desenvolvido com apoio do LGMA/UFC, onde foram calculados os valores de média, assimetria, desvio padrão e curtose.

Figura 31- Análise granulométrica



Fonte: o autor (2018). a) Peneiramento úmido b) Secagem na estufa
c) Agitação com jogo de peneiras.

Figura 32- Escala granulométrica de Wentworth (1922)

Dimensões (m)	Nome dos agregados (Escala de Wentworth)	ϕ Escala
> 256mm	Rocha	< -8
64 - 256 mm	Seixos	-6 até -8
32 - 64 mm	Cascalho Muito Grosso	-5 até -6
16 - 32 mm	Cascalho Grosso	-4 até -5
8 - 16 mm	Cascalho Médio	-3 até -4
4 - 8 mm	Cascaho Fino	-2 até -3
2 - 4 mm	Cascalho Muito Fino	-1 até -2
1 - 2 mm	Areia Muito Grossa	0 até -1
1/2 - 1 mm	Areia Grossa	1 até 0
1/4 - 1/2 mm	Areia Média	2 até 1
124 - 250 μ m	Areia Fina	3 até 2
62.5 - 125 μ m	Areia Muito Fina	4 até 3
3.9062 - 62.5 μ m	Silte	8 até 4
< 3.9062 μ m	Argila	>8
< 1 μ m	Sistema Coloidal	>10

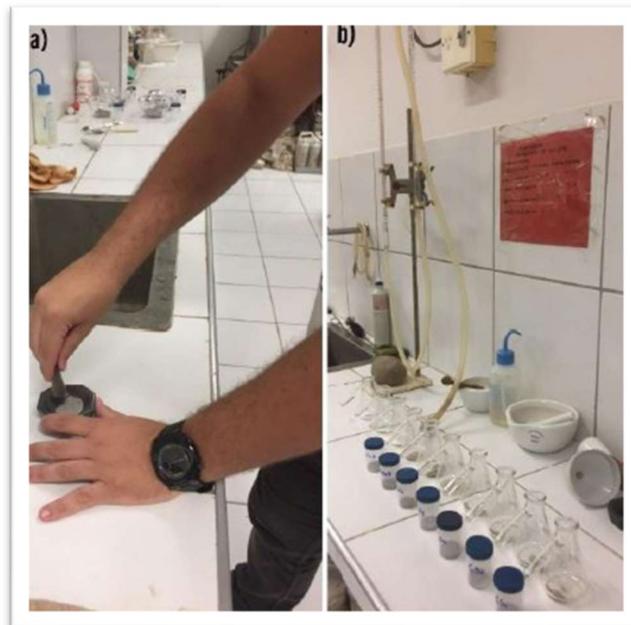
Fonte: o autor (2022).

5.2.2 Carbonato de cálcio (CaCO_3)

Para a determinação do teor de carbonato de cálcio das amostras, foi utilizado o calcímetro de Bernard modificado (*apud* LAMAS et al. 2005.). Este método consiste na medição indireta do teor através do deslocamento de uma solução salina que é deslocada pelo gás carbônico produzido da reação entre o HCl com o carbonato contido na amostra. Para isso, foi necessária a trituração das amostras, com pistão a base de ágata o que não permite sua contaminação, (Figura 5.5a). Após o maceramento, são separadas 0,5g que serão depositadas no fundo de um *erlenmeyer* adaptado com um tubo de ensaio.

No tubo de ensaio armazenou-se 3 ml de HCl diluído em 10% sem entrar em contato com a amostra. Após os dois reagentes estarem nos *erlenmeyers* adaptados (Figura 5.5b) e conectados ao Calcímetro de Bernard, iniciou-se a reação, aferindo o volume deslocado. Para tal análise usou-se duas medições com CaCO_3 puro, para serem usados como amostragem padrão, no qual os resultados foram usados em uma simples regra de três para resultar no valor de CaCO_3 consumido nas amostras.

Figura 33- Análise do teor de Carbonato de Cálcio (CaCO_3)



Fonte: o autor (2018). a) Maceramento das amostras
b) Calcímetro de Bernard.

5.2.3 Parâmetros estatísticos

Com a inserção dos dados de pesagem realizadas na etapa de separação granulométrica, o programa ANASED possibilita a visualização de gráficos, histogramas e curvas de frequência destacando alguns parâmetros estatísticos, como: diâmetro médio, curtose, assimetria e desvio padrão baseados na classificação de Folk & Ward (1957). A análise dos parâmetros contribui para uma melhor compreensão entre os grãos amostrados e suas tendências de transportes.

A média ou diâmetro médio de uma alíquota, consiste no tamanho médio das partículas que a compõe. Dentre os valores centrais de uma amostra, a média é o parâmetro que melhor caracteriza o depósito sedimentar (MUHUE, 1994; PONÇANO, 1986). Para Suguio (1973) a média reflete diretamente a fonte dos suprimentos sedimentares, o processo de sedimentação e a energia do agente deposicional. Sheppard (1954) utiliza o diâmetro médio para a classificação textural das amostras, designando classes e subclasses às amostras observadas.

A curtose consiste na análise de comportamento da curva de distribuição de frequência dos grãos, analisando o seu grau de achatamento em relação à uma distribuição normal. Pode ser classificada como platicúrtica (achatada), mesocúrtica (normal) ou leptocúrtica (alongada). Sua análise permite interpretações de tendências deposicionais, platicúrtica indica mistura de populações distintas, leptocúrtica revelam tendências de transporte, indicando remoção de alguma fração por alguma forçante (PONÇANO, 1986). Friedman (1961) associa diretamente o comportamento das curvas com a área fonte e o processo de transporte, para o autor os sedimentos praias em geral, possuem curvas leptocúrticas e sedimentos eólicos curvas mesocúrticas.

O grau de afastamento entre a média e a mediana em uma curva, expressa sua assimetria (SAHU, 1964). Quando esses valores são coincidentes, considera-se uma distribuição simétrica, já distintos é considerada assimétricas. Sendo assimétrica, pode inclinar-se para o lado direito ou esquerdo. A inclinação para o lado direito representa uma maior frequência das frações mais finas, e o esquerdo das mais grossas e denomina-se assimetria negativa e positiva, respectivamente. Para Duane (1964), Friedman (1961) a assimetria é um parâmetro inerente ao ambiente de deposição. Folk & Ward (1957), relaciona a assimetria com a energia do sistema de deposição, aonde a assimetria negativa indica uma área com energia mais intensa, positiva com uma energia mais branda e simétrica intermediária. Suguio, (1973), também destaca o papel fundamental que a assimetria possui para a caracterização do ambiente sedimentar.

O parâmetro usado para definir o grau de seleção das amostras, é o desvio padrão. Ele descreve o grau de dispersão da amostra em relação à média (MUEHE, 1994), valores baixos indicam uma concentração próxima à média sugerindo uma boa seleção dos grãos. Suguio (1973) exalta a relação desse parâmetro estatístico com a competência dos agentes geológicos na seleção com maior ou menor aptidão em relação à um determinado tamanho de grão.

Os parâmetros estatísticos são de grande importância para compreensão dos processos envolvidos no desenvolvimento dos ambientes sedimentares. Porém, é necessária uma análise conjunta para uma melhor interpretação. Para Shepard & Young (1961), a análise para melhor definir e distinguir os ambientes sedimentares é o uso do conteúdo de silte, minerais pesados, grau de arredondamento, além da análise das estruturas sedimentares.

5.3 PROCESSAMENTO E INTEGRAÇÃO DOS DADOS

A partir dos resultados gerados com o programa ANASED, foi possível construir tabelas no Excel que serviram como base de entrada para o processamento dos dados utilizando o programa Arc GIS (Arc Map 10.8). O mapa batimétrico bem como os que expressam os teores de carbonato de cálcio, cascalho, areia e argila foi usado o método de Krigagem Universal. É um método estatístico que possibilita a criação de uma superfície de interpolação a partir da extensão *Spatial Analytic Tools* do próprio Arc Gis, permitindo a criação de um polinômio de tendência entre os dados selecionados e toda a área de interesse a ser interpolada. Ainda para o mapa batimétrico, foram geradas linhas de contorno aplicando a ferramenta *contour with Barriers* para a visualização das isóbatas.

Já para o mapa faciológico, utilizou-se outro método de interpolação, o IDW (Inverso da Distância Ponderada), que também é uma ferramenta de extensão encontrada no ArcGIS. A superfície de interpolação também é criada a partir dos pontos amostrados, porém, considera-se que cada ponto tem influência sobre o outro considerando a distância entre eles. Esse foi o método que mais se aproximou do mapa de pontos de fácies, mas ainda sim houveram algumas falhas que foram corrigidas por *softwares* de edição e criação de imagens, levando em consideração os dados de entrada e o conhecimento geológico.

5.4 CLASSIFICAÇÃO DOS SEDIMENTOS

A partir da classificação textural e o valor do teor de carbonato de cálcio, foi possível classificar as amostras de acordo com a classificação de Freire et al. (1997) (Quadro 5.2), uma adaptação de Dias (1996). A classificação adotada é a mais conveniente por se tratar de um ambiente com predominância de depósitos carbonáticos constituídos por uma mistura de materiais biogênicos e biodetríticos, que variam entre fragmentos de conchas, algas calcárias, briozoários, moluscos e foraminíferos. Essa cobertura sedimentar é característica do ambiente plataformal do nordeste brasileiro e a classificação de Freire et al. (1997) já foi adotada em importantes trabalhos da área como de Vital et al. (2005), Oliveira (2009), Rios & Amaro (2012), entre outros.

Figura 34 - Classificação dos sedimentos do fundo marinho de acordo com Freire et al., 1997

SUBDIVISÕES PRINCIPAIS	SEIXOS, GRÂNULOS, COQUINAS OU RODOLITOS (L<15%;Md>2mm)	AREIAS (L<15%; areia+lama>50%; Md<2mm)		SEDIMENTOS LAMOSOS L>15%
		15%<superior a 2mm<50%	superior a 2mm<15%	
SEDIMENTO LITOCLASTICO carbonatos <30%	CL 1 cascalho litoclástico	AL1a areia litoclástica com grânulos e cascalhos	AL1b areia litoclástica	LL1 lama terrígena
SEDIMENTO LITO-BIOCLÁSTICO carbonato = 30 a 50%	CL 2 cascalho lito-bioclástico	AL2a areia lito-bioclástica com grânulos e cascalhos	AL2b areia lito-bioclástica	LL2 marga arenosa
SEDIMENTO BIO-LITOCLASTICO carbonatos = 50 a 70%	CB1 cascalho bio-litoclástico	AB1a areia bio-litoclástica com grânulos e cascalhos	AB1b areia bio-litoclástica	LB 1 marga calcária
SEDIMENTO BIOCLÁSTICO carbonato >70%	CB2 cascalho bioclástico	AB2a areia bioclástica com grânulos e cascalhos	AB2b areia bioclástica	LB2 lama calcária

Abreviatura: L = lama; Md = mediana

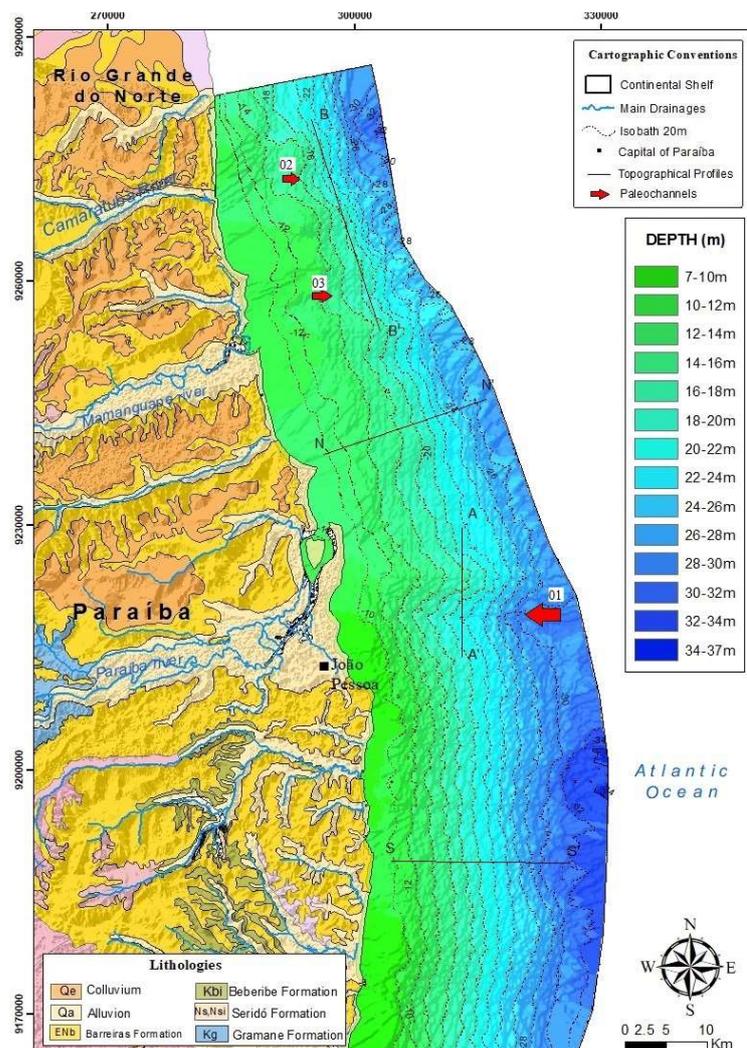
Fonte: Vital et al. (2005).

6 RESULTADOS E DISCUSSÕES

6.1 MAPA BATIMÉTRICO E ANÁLISE DAS FORMAS DE FUNDO DA PLATAFORMA CONTINENTAL DA PARAÍBA

Para a análise da forma do fundo marinho da área, usou-se os valores de profundidade das amostras coletadas para a confecção de um mapa batimétrico (Figura 6.1). Os pontos amostrados apresentaram coletas que variaram de 7 a 37 metros de profundidade, perfazendo grande parte da plataforma continental. A área de coleta foi baseada espacialmente em arquivos *shapefile* correspondente à plataforma continental interna brasileira, fornecidos pelo CPRM, compreendidos entre as isobatas de 35 e 40 m.

Figura 35- Mapa batimétrico da PCP

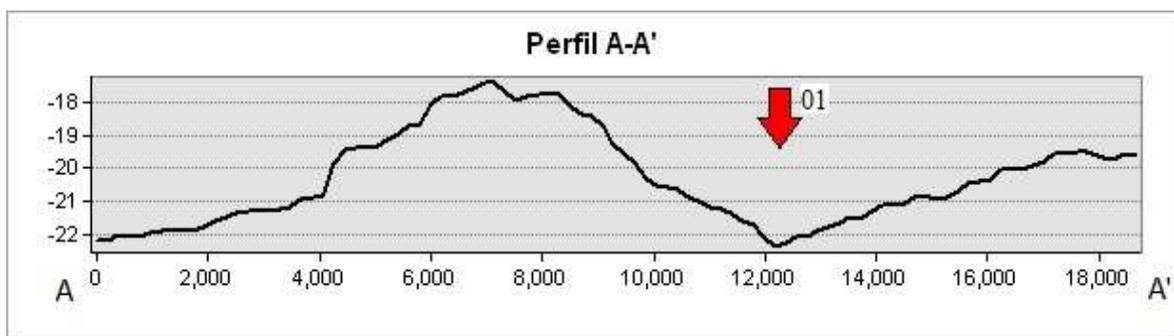


Fonte: o autor (2022).

A plataforma apresenta uma inclinação suave ($0,02^\circ$), característica correspondente as demais plataformas do setor nordeste que possuem uma inclinação entre $0,5^\circ$ e $0,001^\circ$ (GOES & FERREIRA JR, 2017). As coletas predominaram entre as isóbatas de 15 m e 25 m, segundo Barbosa (2004), a zona rasa é aonde se encontra a principal feição morfológica da plataforma, com a presença de corais e bancos de algas desenvolvido sob o substrato da Formação Barreiras. Ainda segundo o autor, a partir da isóbata de 15 m é possível identificar vales submersos, possivelmente paleocanais das principais drenagens da área, referentes aos canais pretéritos, como os identificados e indicados no mapa pelas setas 01, 02 e 03.

Paleocanais são feições morfológicas facilmente encontradas através da batimetria ou sísmica rasa, é o registro de drenagens pretéritas que se desenvolveram sobre um ambiente de planície costeira, anterior a transgressão ocorrida no final do Pleistoceno. Destaca-se o vale encontrado entre a atual foz do rio Paraíba e a capital João Pessoa (*paleochannel 01*) que possivelmente é o registro de um antigo canal, quando a foz do Rio Paraíba se encontrava mais ao sul da plataforma continental, o deslocamento da foz ocorreu com a formação da flecha arenosa e a subida do nível do mar. Devido ao seu destaque na morfologia de fundo, denominou o vale como Paleocanal Paraíba indicado pela seta 01 no mapa e perfil batimétrico A-A' (Figura 6.2).

Figura 36- Perfil batimétrico A-A'

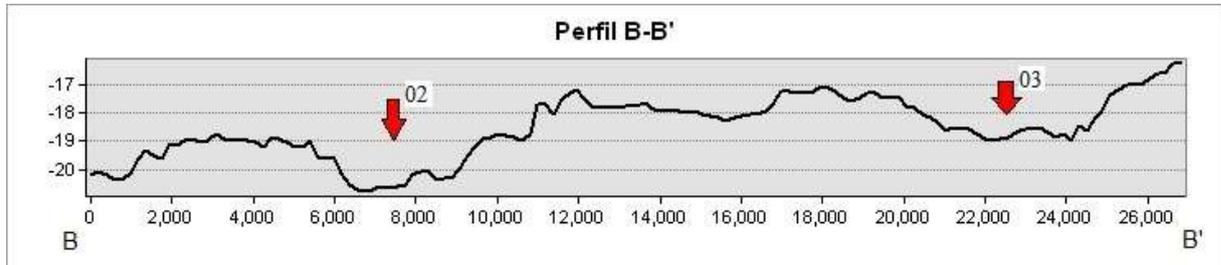


Fonte: o autor (2022).

Já as setas indicando os paleocanais 02 e 03, estão condizentes com a posição geográfica das atuais desembocaduras dos rios Camaratatuba e Mamanguape. Diferentemente da foz do rio Paraíba, não é visto a formação de flechas e/ou barras arenosas o que pode justificar a coincidência do paleocanal 02 e 03 defronte às atuais fozes dos respectivos rios. No perfil batimétrico B-B' (Figura 6.3) nota-se uma diferença de profundidade entre os dois paleocanais

que pode estar associada à competência hídrica dos rios no período de sua formação ou um maior soterramento e desenvolvimento de materiais biodestríticos.

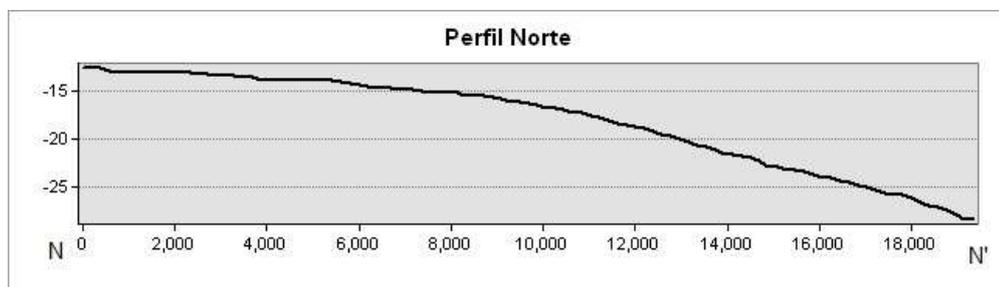
Figura 37- Perfil batimétrico B-B'



Fonte: o autor (2022)

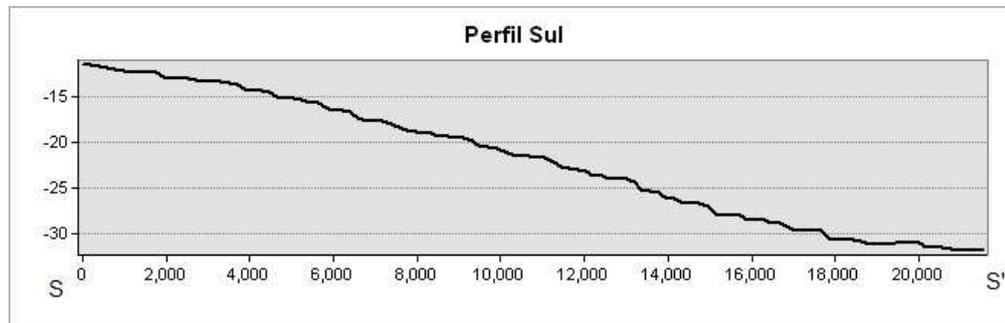
Ao sul da capital João Pessoa, nota-se uma topografia mais regular quando comparada à porção norte. Tal característica, pode estar associada ao baixo aporte fluvial da região, e também à ausência de organismos formadores de recifes ou ao grande acúmulo de material biodestrítico, soterrando os recifes pré existentes (BARBOSA, 2004). No perfil batimétrico Norte: N-N' (Figura 6.4) nota-se um declive mais suave, que se acentua no sentido leste. Já o perfil Sul: S-S' (Figura 6.5) apresenta um declive mais regular desde a isóbatas mais rasas até as mais profundas. Essa distinção pode estar relacionada também ao desenvolvimento de recifes e ao acúmulo de sedimentos biodestríticos que causam um “aterramento” do fundo marinho na parte mais rasa da porção norte da PCP, atenuando sua declividade.

Figura 38- Perfil batimétrico N-N', referente a porção norte da PCP



Fonte: o autor (2022).

Figura 39- Perfil batimétrico S-S', referente a porção sul da PCP



Fonte: o autor (2022).

6.2 ANÁLISE DOS TEORES DE CARBONATO DE CÁLCIO (CaCO_3) E TEXTURAL DAS AMOSTRAS DE FUNDO DA PLATAFORMA CONTINENTAL DA PARAÍBA

A plataforma continental do Nordeste é recoberta por sedimentos compostos por carbonatos de cálcio biogênico em quase sua totalidade (MARQUES, 2008). Coutinho (1992) destaca a ausência de carbonatos inorgânicos. França *et al.* (1976) ressalta a composição faunística por algas calcárias, principalmente do gênero *Halimeda* e também a presença de moluscos e foraminíferos.

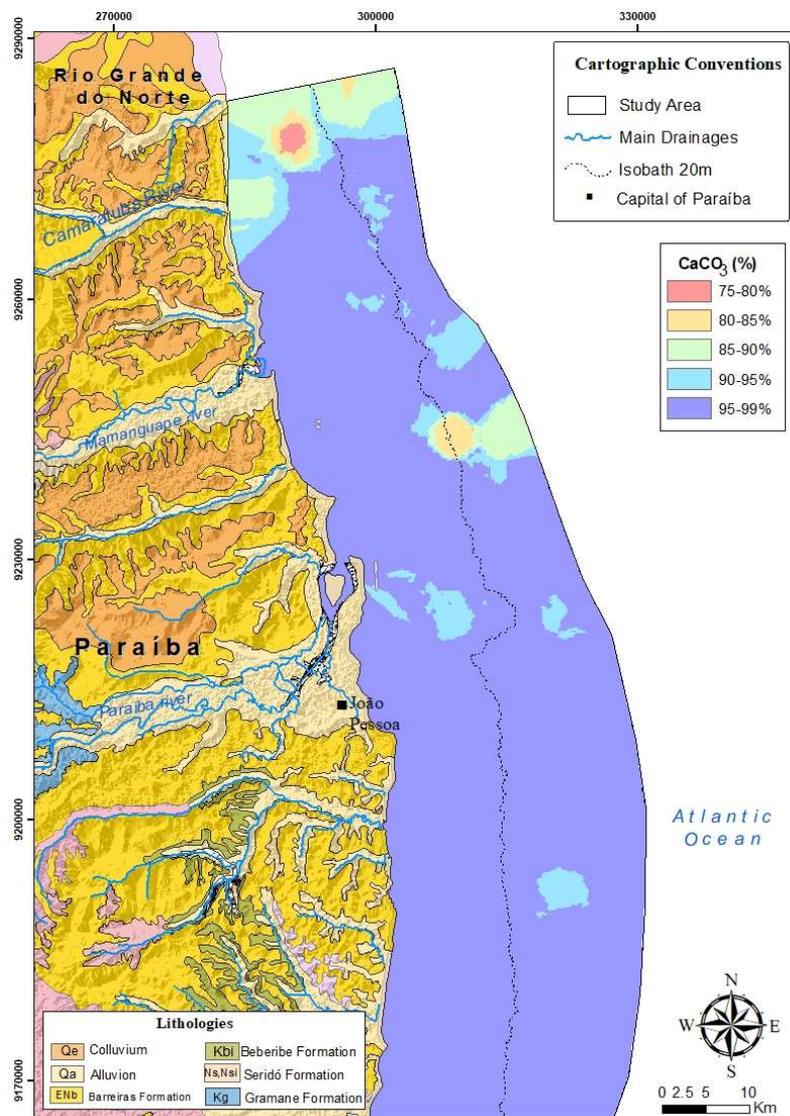
A análise granulométrica permitiu obter as porcentagens de cascalho, areia e lama das amostras. Com estes valores, elaborou-se mapas representando os teores de cada fração (Figuras 6.7, 6.8, 6.9), que com o conhecimento prévio sobre a composição carbonática das amostras, facilitou a descrição e a interpretação da sedimentação que ocorre no ambiente de estudo.

6.2.1 Teores de carbonato de cálcio (CaCO_3)

Como esperado, nota-se a predominância do carbonato de cálcio no assoalho oceânico da PCP (Figura 6.6). As amostras analisadas apresentam uma variação de CaCO_3 entre 75% a 99%. Nota-se que as amostras do extremo norte da plataforma são as que contém as menores concentrações, destaca-se também as amostras localizadas a leste, próximas a isóbata de 20m, com teores entre 75-80%. Alguns outros poucos pontos distribuídos ao longo da plataforma de forma indiscriminada apresentam concentrações entre 90-95%, já o restante de toda a plataforma apresenta teores entre 95-99%.

Dessa forma, caracteriza-se a PCP como uma plataforma de predominância carbonática. A escassez de sedimentos de origem terrígena, é justificada pela baixa carga sedimentar lançada pelos rios da região, um dos motivos é o clima semiárido que é registrado por 45 mil anos (BEHLING et al., 2000). Uma explicação plausível para as regiões com menores concentrações de carbonato de cálcio seria a presença de material terrígeno provindo da erosão da Formação Barreiras retrabalhados e depositados no assoalho oceânico, ou mesmo advindo das pequenas cargas lançadas pelos rios e mobilizadas pela deriva litorânea que tem uma direção SE-NO.

Figura 40- Teores de carbonato de cálcio (CaCO_3) presentes na PCP



Fonte: o autor (2022).

Coutinho (1992), já enalteceu a ampla ocorrência de algas calcárias nas plataformas medias e externas da região Norte e Nordeste do Brasil, sendo representados por areia e

cascalhos constituídos por algas coralinas ramificadas, maciças ou em concreções, fragmentos de *halimedas*, moluscos, briozoários e foraminíferos bentônicos. Sabe-se que as águas marinhas da região de estudo são propícias para o desenvolvimento das algas calcárias – águas rasas, pH, temperatura, penetração de luz, disponibilidade de O₂ e pressão parcial de CO₂ são fatores determinantes para o desenvolvimento desses tipos de sedimentos (MARQUES, 2008).

A diferenciação dos organismos quanto ao ambiente de formação varia em espécies, de acordo, principalmente com a temperatura do ambiente de formação, variando na precipitação entre calcita e aragonita, influenciadas concomitante com a presença do íon Mg⁺⁺ dissolvidos nas águas (MORSE E MACKENZIE, 1990; BROWNLOW, 1996). Porém, ainda que em espécies distintas, as algas calcárias tem como principal constituição o CaCO₃, o que justifica a alta concentração na plataforma continental da Paraíba.

6.2.2 Teores de cascalho

A partir da análise granulométrica das amostras, foi possível calcular o teor de cascalho presente nas amostras, representado por um mapa de concentração (Figura 6.7). O cascalho representa a fração compreendida entre os grãos de 32 mm a 2 mm de acordo com a escala de Wentworth (1922). Os teores de cascalho variaram de 0 a 100 %, porém a maioria das amostras apresentaram teores entre 27% e 60% da fração cascalho.

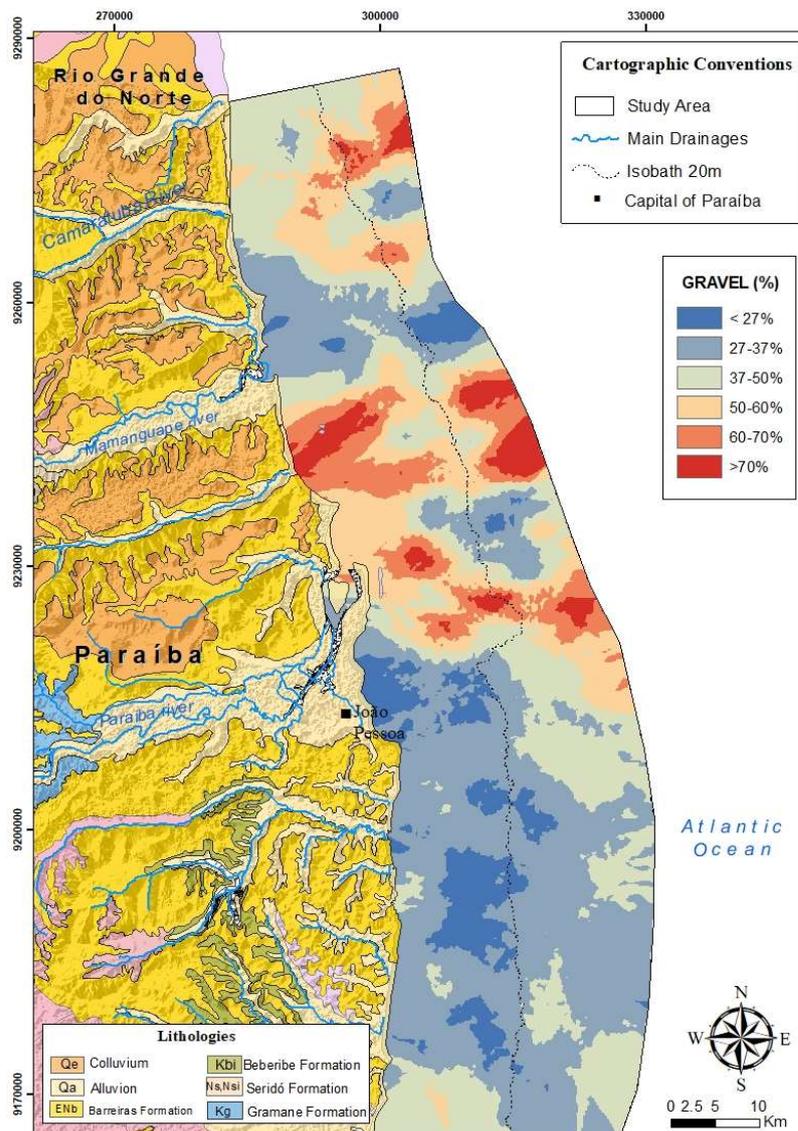
Não há uma correlação entre a profundidade e a presença de cascalho, visto que há teores baixos e altos distribuídos ao longo de todas as isóbatas. Porém, há uma diferença entre a porção norte e sul. A porção norte, coincidente com as sub bacias Alhandra e Miriri, concentram as amostras com os maiores teores de cascalho (50 – 100 %), já a porção sul, pertencente a sub-bacia Olinda é detentora das amostras com menores teores (0-50%).

Sabe-se que a composição desse cascalho é de carbonato de cálcio, logo, não é possível associar esse material, com a descarga de sedimentos oriundas dos principais rios que também tem sua desembocadura na região norte. Porém, pode-se associar com a morfologia de fundo da região, já que é visível a presença de alguns canais ao norte da plataforma, como já mencionado nesse capítulo.

Outra característica, já discutida e citada por Barbosa (2004), é o fato de a porção Norte apresentar uma maior irregularidade devido a presença de recifes e banco de algas o que não acontece com a porção sul. Dessa forma, há um maior desenvolvimento das algas calcárias nessa localidade apresentando também maiores fragmentos desse material, que podem se

manter aprisionados nas irregularidades do fundo marinho. Estruturas como os recifes atuam como quebra-mares submersos (DALLY et al., 1985), assim há uma menor incidência de ondas local, evitando o retrabalhamento e fragmentação das conchas e dos talos/grânulos das algas calcárias, predominando assim uma maior proporção de sedimentos cascalhosos.

Figura 41- Teores da fração cascalho (*gravel*) presentes na PCP



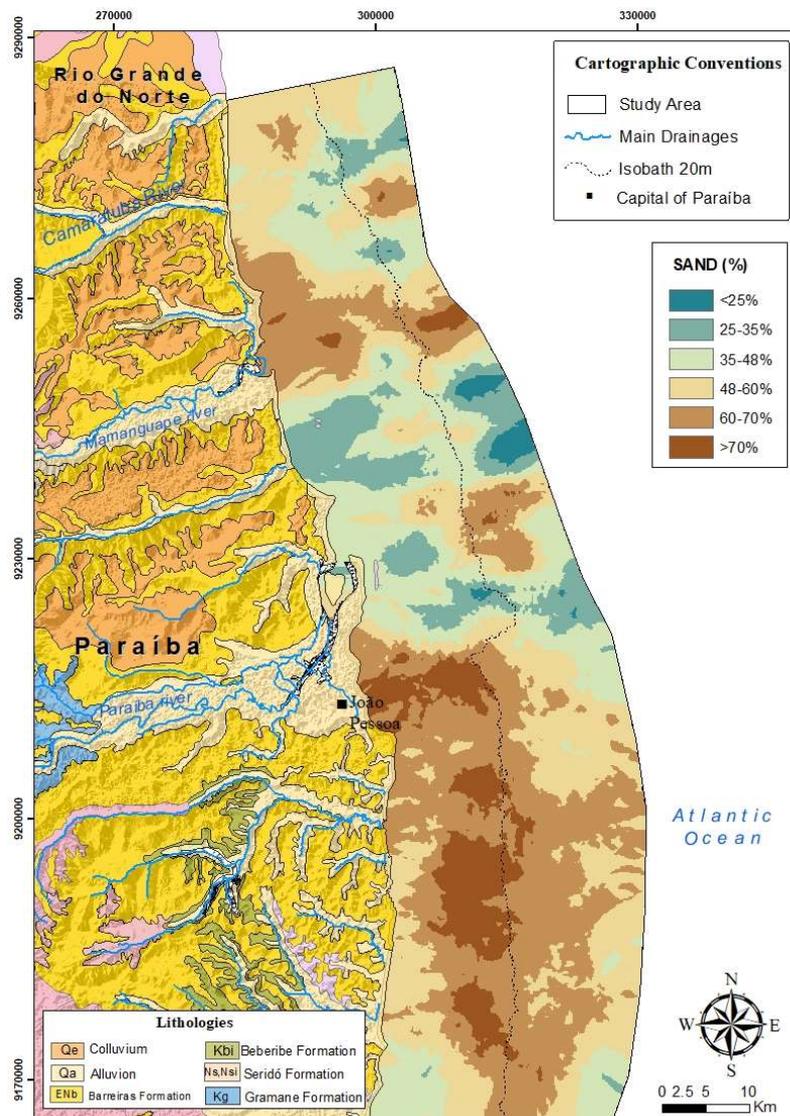
Fonte: o autor (2022).

6.2.3 Teores de areia

A granulometria areia compreende os grãos que variam entre 2 mm e 0,0625 mm (WENTWORTH, 1922). Os teores da maioria das amostras se apresentaram entre 40% a 70%.

Diferentemente da distribuição do cascalho, o mapa com os teores de areia (Figura 6.8), apresentou os maiores teores concentrados na porção sul da plataforma. As regiões aonde se encontram as maiores concentrações de areia, corresponde as áreas que detêm os menores valores de cascalho, e vice versa. Ou seja, há uma correlação negativa entre os teores de cascalho e areia.

Figura 42- Teores da fração areia (*sand*) presentes na PCP



Fonte: o autor (2022).

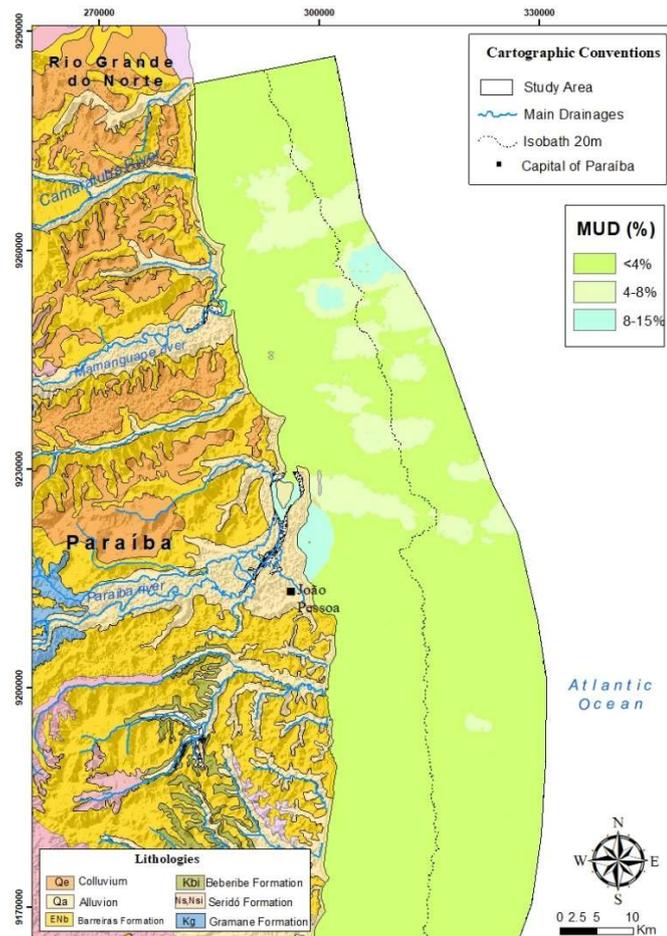
Como discutido no sub item anterior, a porção sul possui uma superfície mais regular possivelmente justificada pela presença de recifes e banco de algas. Dessa forma, a incidência de ondas torna-se maior nessa região, já que estruturas recifais agem como obstáculos naturais

à passagem de ondas, provocando diminuição em sua energia (KENCH & BRANDER, 2006). Logo, infere que os sedimentos depositados ali foram mais retrabalhados, gradando da granulometria cascalho para areia.

6.2.4 Teores de lama

Com o cálculo dos teores da fração granulométrica fina, abaixo de 0,062mm (WENTWORTH, 1922), foi possível identificar as áreas da plataforma continental da Paraíba com os devidos teores para a fração lama (Figura 6.9).

Figura 43- Teores de sedimentos lamosos (*mud*) presentes na PCP



Fonte: o autor (2022).

Os teores tiveram variação entre 0% e 15%, contudo 90 % das amostras apresentaram teores inferiores a 4 %. Teores acima de 4 % apresentaram em restritas regiões com, como por exemplo próximo à desembocadura do Rio Paraíba e à isóbata de 20 m na porção norte da

plataforma. Porém, não são anomalias representativas, já que englobam um número pequeno de amostras (10%). Dessa forma, verifica-se que a plataforma continental da Paraíba possui insignificantes teores de lama nos sedimentos analisados.

6.3 *PARÂMETROS ESTATÍSTICOS A PARTIR DOS RESULTADOS GRANULOMÉTRICOS DAS AMOSTRAS DE FUNDO DA PLATAFORMA CONTINENTAL DA PARAÍBA*

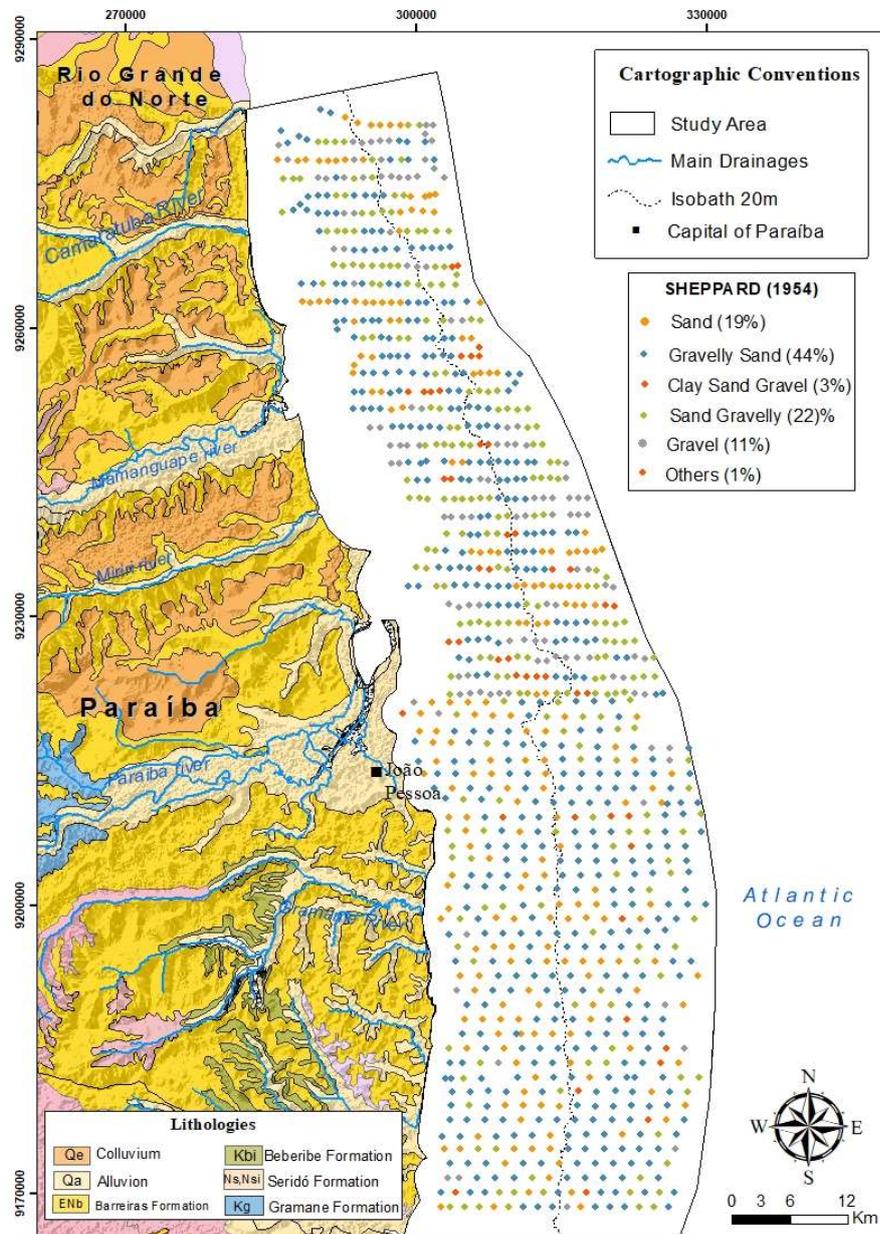
Os parâmetros estatísticos dos sedimentos são fundamentais no estudo dos ambientes sedimentares. Porém, há algumas cautelas que devem ser tomadas, principalmente quando se trata de sedimentos biodetríticos. Tucker & Wright (2009) ressaltam que sedimentos dessa classe, devem ser estudados com maior diligência, uma vez que a adição de materiais biomineralizados não irão indicar necessariamente o grau de retrabalhamento e tamanho dos grãos, mas sim o estágio de crescimento e o tamanho dos organismos. Os autores também ressaltam que outra limitação é a forma desses sedimentos, angulosos e achatados, que não condiz com os grãos usados para análises geométrica de parâmetros estatísticos e comportamento hidrodinâmico.

O ambiente sedimentar tratado neste estudo trata-se de um ambiente marinho com sedimentos carbonáticos compostos majoritariamente de bioclastos (FRANÇA et al. 1976; COUTINHO 1992; MARQUES, 2008). Dessa forma os parâmetros estatísticos como diâmetro médio, assimetria, curtose e grau de seleção foram apresentados por mapas de pontos incluindo a porcentagem de cada classe, por se apresentarem distribuídos aleatoriamente pela PCP.

6.3.1 *Diâmetro médio e classificação de Sheppard (1954)*

A partir do diâmetro médio, foi possível definir as classes de acordo com a classificação de Sheppard (1954), (Figura 6.10). Como discutido anteriormente, as frações granulométricas variam entre lamas, areia e cascalhos. A classificação de Shepard, apesar de ser apenas descritiva, apresenta classes transitórias entre as frações principais. A areia cascalhosa (*gravelly sand*) é dominante, seguida por cascalho arenoso (*sand gravelly*), areia (*sand*), cascalho (*gravel*) e cascalho areno lamoso (*clay sand gravel*). As demais, totalizam onze amostras entre areia lamosa, cascalho lamoso, cascalho lamo arenoso, seixo e lama, que por não serem significativas foram agrupadas como outros (*others*).

Figura 44- Caracterização das amostras a partir do diâmetro médio dos grãos e sua classificação de acordo com Sheppard (1954)



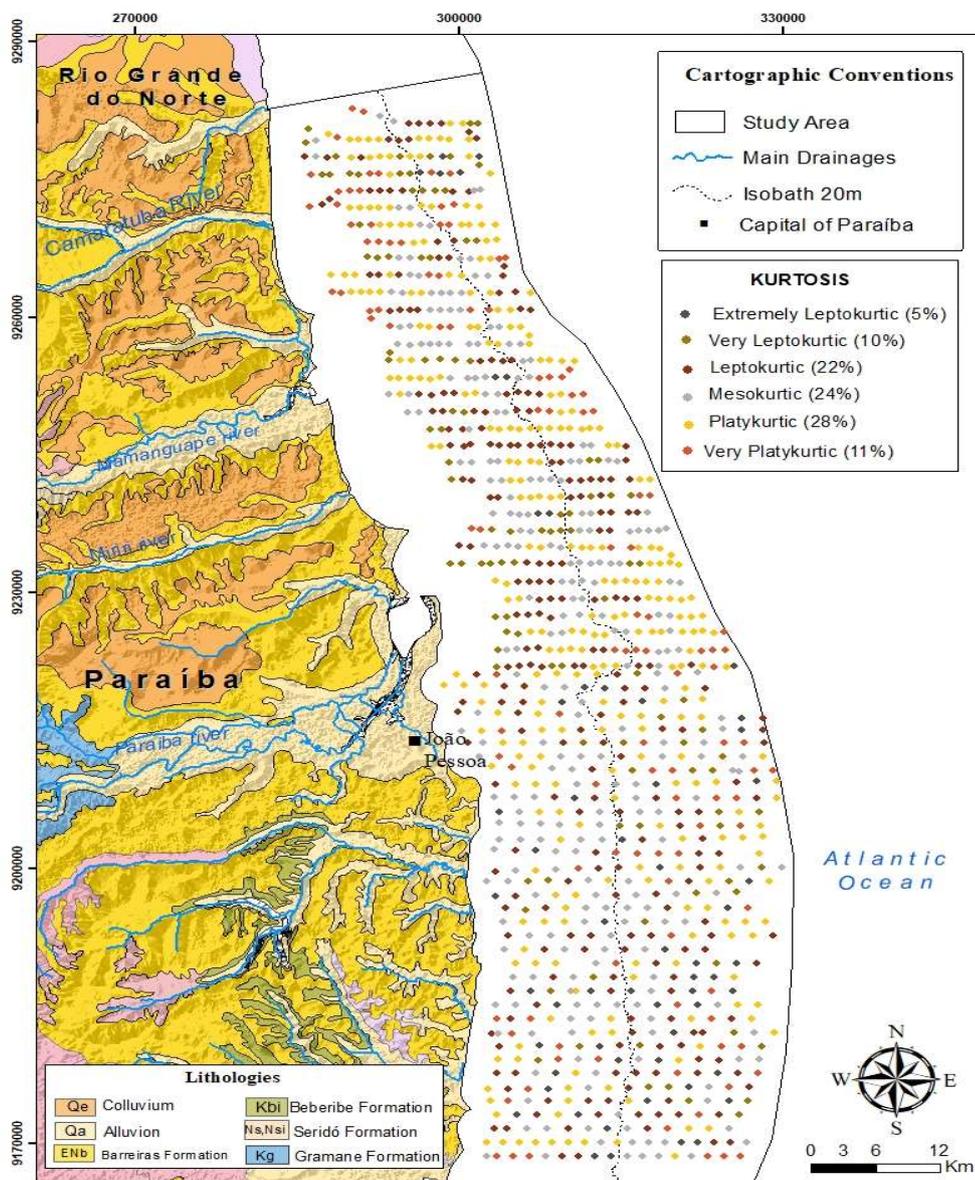
Fonte: o autor (2022).

Areia e areia cascalhosa totalizam 63% das amostras, e sua presença está um pouco mais concentrada na porção sul da plataforma. Distribuídas na porção norte da plataforma, o cascalho se faz mais presente, com um total de 36% somatizando as classes cascalho, cascalho arenoso e cascalho arenoso lamoso

6.3.2 Curtose

Analisando o comportamento da curva de distribuição de frequências observando o achatamento ou prolongamento, em relação à uma distribuição normal, foi possível classificá-las de acordo com Folk & Ward (1957). Foram encontradas 6 classes que variam de extremamente leptocúrtica (*extremely leptokurtic*) a muito platicúrtica (*very platikurtic*) (Figura 6.11).

Figura 45- Classificação das amostras a partir do parâmetro estatístico curtose (*kurtosis*)



Fonte: o autor (2022).

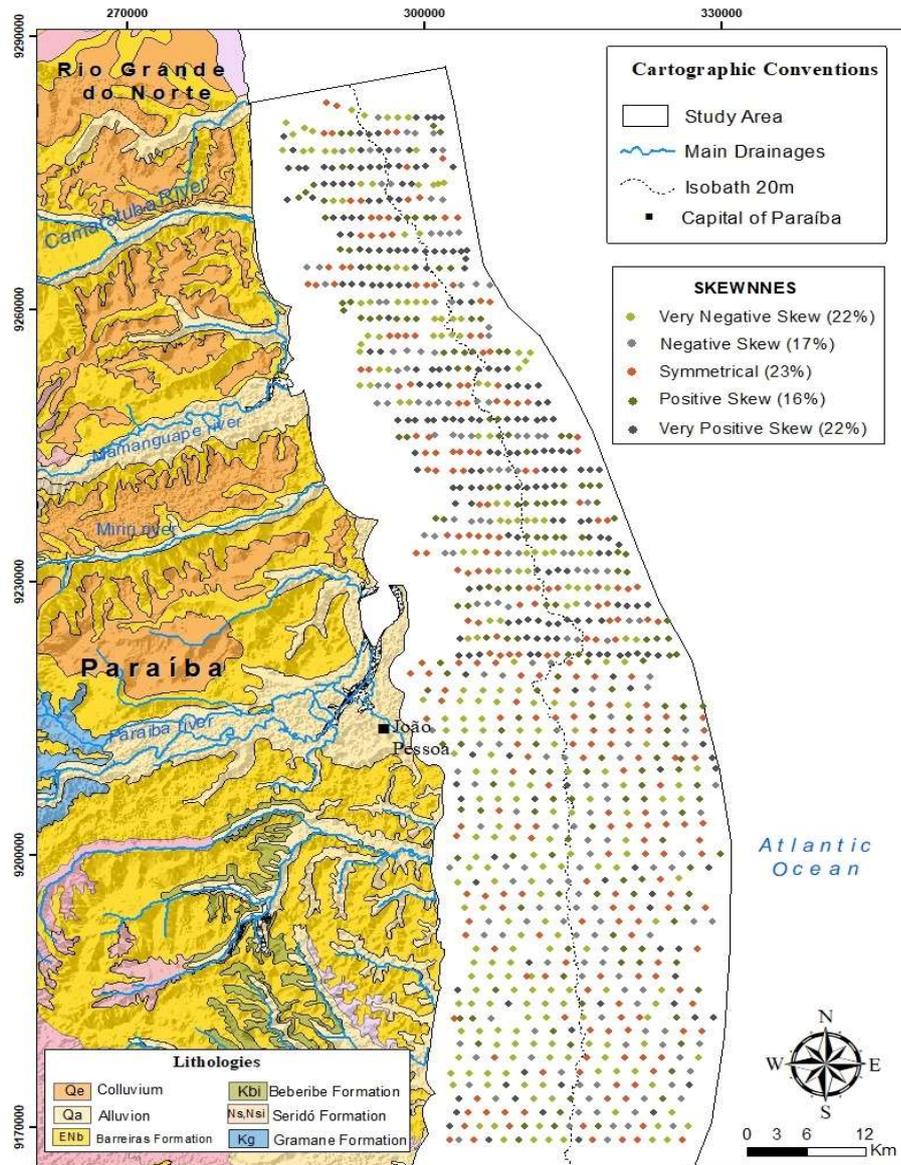
As curvas platicúrticas (*platikurtic*) e muito platicúrticas (*very platikurtic*) apresentam um total de 39% das amostras, seguidas das leptocúrticas (*leptokurtic*), muito leptocúrtica (*very leptokurtic*) e extremamente leptocúrticas (*extremelly letokurtic*) com 37% e por fim as mesocúrticas (*mesokurtik*) com 24%. Vale ressaltar que as curvas platicúrticas e muito platicúrticas sugerem misturas de populações distintas (PONÇANO, 1986), corroborando com as descrições anteriores nas quais destacam a mistura entre as frações areia e cascalho na área de estudo. Ainda segundo o autor, curvas leptocúrticas representam tendências de transportes. Como o ambiente como um todo apresentou classes distintas e sua distribuição não apresentou correlação com a posição geográfica das amostras, viu-se um ambiente sem predominância de tendências de transportes ou de correlação com a área fonte.

6.3.3 Assimetria

Os valores encontrados para as assimetrias, demonstraram uma certa uniformidade em suas distribuições. De assimetria muito negativa à assimetria muito positiva, as curvas simétricas (*symmetrical*) foram as com maiores frequências, assimetria muito negativa (*very negative skew*) e assimetria muito positiva (*very positive skew*) apresentaram frequências iguais, seguidas por assimetria negativa (*negative skew*) e assimetria positiva (*positive skew*) (Figura 6.12).

Assimetria apresenta se a amostra analisada possui uma tendência para maior presença de grãos mais grossos ou finos, inferindo dessa forma a energia de transporte incidente nos grãos. A partir dos dados, percebe-se que que valores somados para assimetria negativa e muito negativa coincidem com a soma das frequências em assimetria positiva e muito positiva (38%). Sendo assim, não há uma convergência de classes no ambiente como um todo e nem em áreas restritas.

Figura 46- Classificação das amostras a partir do parâmetro estatístico assimetria (*skewness*)

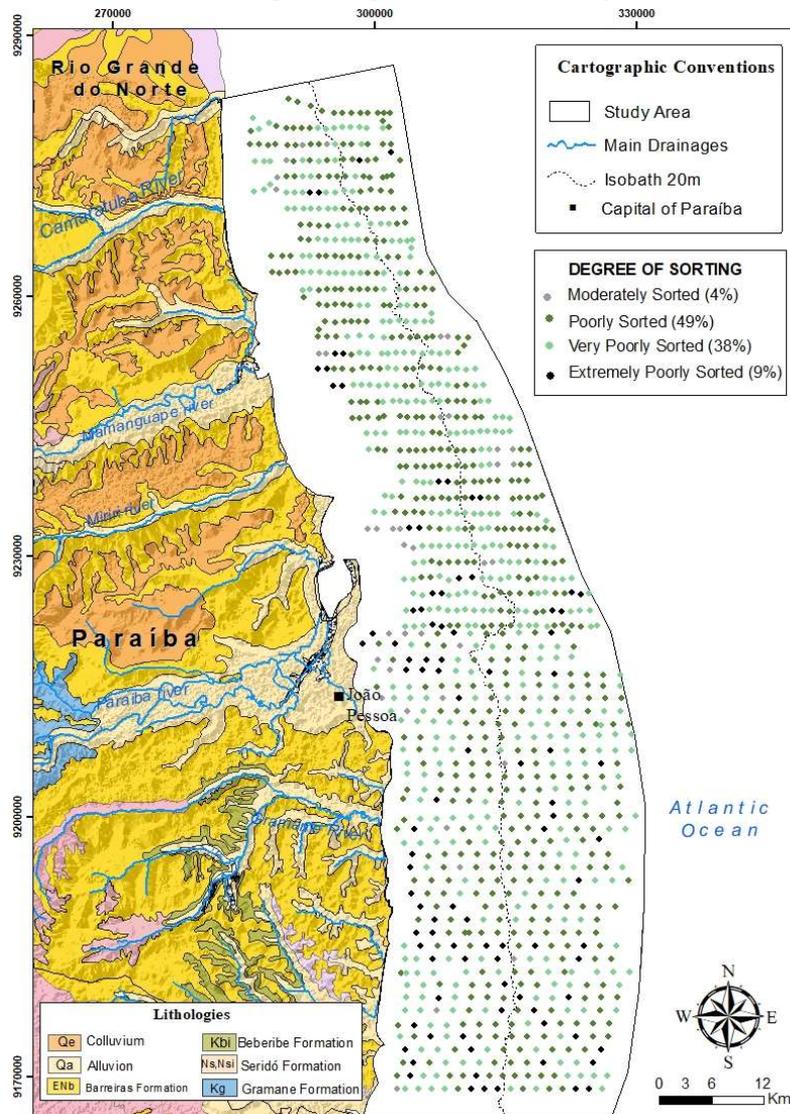


Fonte: o autor (2022).

6.3.4 Grau de seleção

A partir do cálculo de desvio padrão, Folk & Ward (1957) inferem o grau de seleção do material analisado. As amostras desse estudo apresentarem em geral uma má seleção, encontrando 4 classificações (Figura 6.13), nas quais somente uma apresenta uma seleção moderada (*moderately sorted*). As outras classes variam entre pobremente selecionado (*poorly sorted*), muito pobremente selecionado (*very poorly sorted*) e extremamente mal selecionado (*extremely poorly sorted*).

Figura 47- Classificação das amostras a partir do parâmetro estatístico grau de seleção (*degree of sorting*)



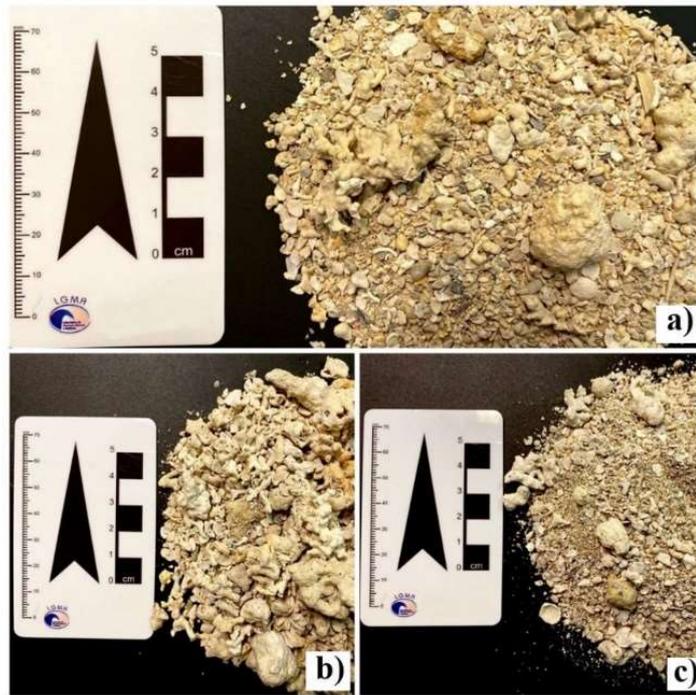
Fonte: o autor (2022).

Percebe-se que apenas 4% das amostras foi considerada de moderada seleção. Os grãos com moderada seleção estão distribuídos, mesmo que em pequenas quantidades, próximos às desembocaduras dos rios da porção norte, sobretudo do Rio Paraíba. Para Tucker (1981), o grau de seleção pode sugerir a maturidade textural de um depósito, a energia envolvida no ambiente deposicional e a frequência de misturas. Dessa forma temos uma plataforma em que não houveram forças capazes de selecionar tamanhos específicos dos grãos, exceto a moderada seleção que coincide com os pequenos canais de frente aos rios, sugerindo uma seleção por energia no ambiente de sedimentação.

6.5 MAPA FACIOLÓGICO DA PLATAFORMA CONTINENTAL DA PARAÍBA BASEADO NA CLASSIFICAÇÃO DOS SEDIMENTOS MARINHOS SEGUNDO FREIRE ET. AL, 1997.

A partir das classificações texturais aliadas à porcentagem de carbonato de cálcio encontrada nas amostras, foi possível separar as amostras em grupos, classificando assim os sedimentos do fundo marinho. Para isso, utilizou a classificação de Freire et al. (1997) (Quadro 5.2) e foram encontrados 03 grupos (Figura 6.14) que resultaram no mapa faciológico da plataforma continental da Paraíba (Figura 6.15), as quais serão apresentados a seguir.

Figura 48- Sedimentos pertencentes às três fácies encontradas na PCP

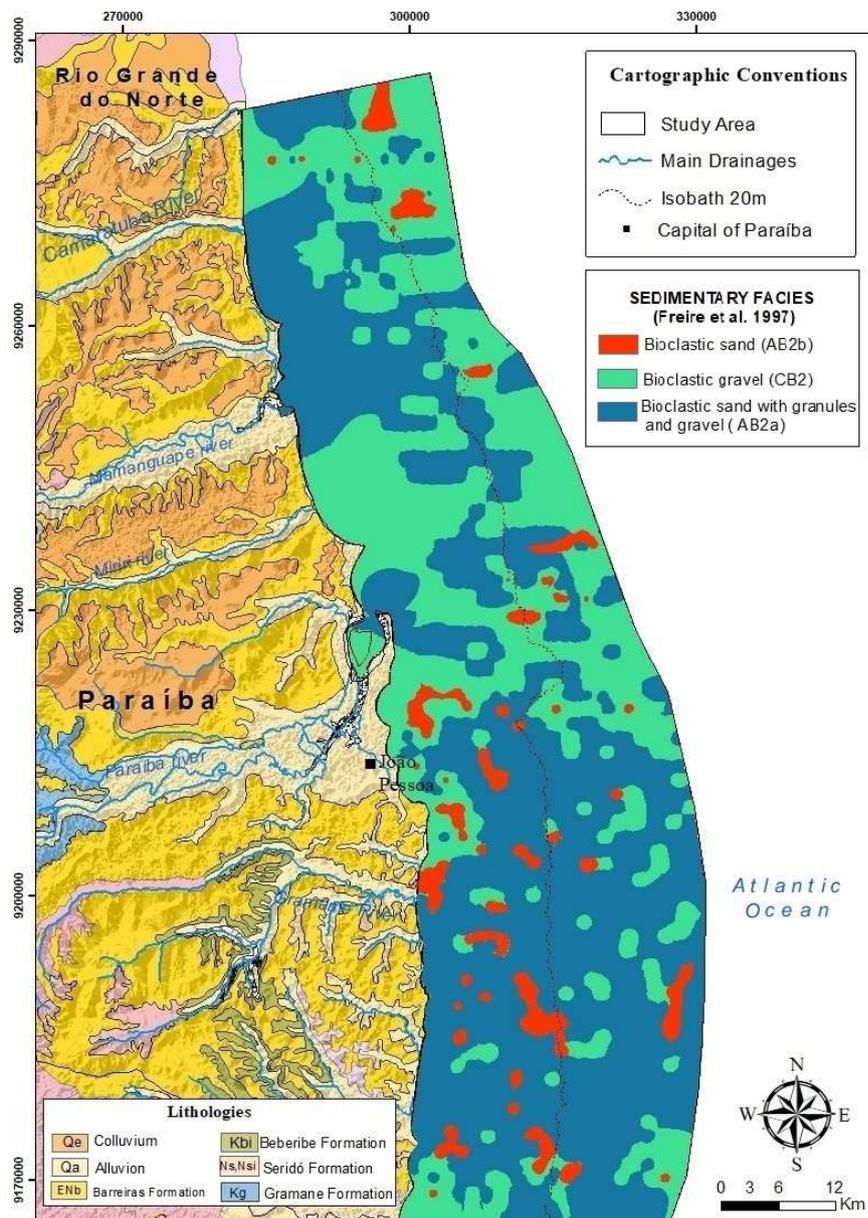


Fonte: o autor (2022). a) areia bioclástica com grânulos e cascalho (AB2a), b) cascalho bioclástico (CB2), c) areia bioclástica (AB2b).

- **Areia bioclástica com grânulos e cascalhos, AB2a** (*bioclastic sand with granules and gravel*) representando 58% das amostras e representada pela amostra PB 02 570A (Figura 6.14a). Esse grupo é composto por sedimentos com CaCO_3 maior que 70%, a porcentagem somada de areia e lama está entre 15% e 50% com mediana inferior a 2 mm;

- **Cascalho bioclástico, CB2** (*bioclastic gravel*) com 32% de frequência nas amostras, representada pela amostra PB 02 573 (Figura 6.14b). Os sedimentos dessa classe apresentam amostras com CaCO_3 superiores a 70%, mediana superior a 2mm e lama inferior a 15%;
- **Areia bioclástica, AB2b** (*bioclastic sand*), representa 10% da totalidade das amostras e possuem características como as da amostra PB 02 562 (Figura 6.14c). Como as anteriores, apresentam CaCO_3 superior a 70%, porém difere na porcentagem da mediana, na qual as superiores a 2 mm são inferiores a 15%.

Figura 49- Mapa faciológico da PCP



Fonte: o autor (2022).

Devido ao alto valor de carbonato de cálcio encontrado em todas as amostras, era esperado que o fator determinante para a classificação das fácies, seria a granulometria. Pode-se observar que a fácies de maior presença, AB2a (areia bioclástica com grânulos e cascalho) é uma mistura das granulometrias areia e cascalho, o que foi determinante para sua nomenclatura foi o fato de a fração areia ter maior concentração em relação ao cascalho. Logo, ela está bem distribuída por toda a plataforma, exceto nas regiões aonde a fração cascalho é predominante. As amostras com altos teores de cascalho foram determinantes para classificar a fácies CB2 (cascalho bioclástico), logo, estão concentradas em maior número na porção norte da plataforma, sobretudo na borda leste.

Por fim, têm-se a última classificação, na qual a areia é predominante, nomeando a fácies AB2b (areia bioclástica) com baixa representatividade na porção norte e mais concentrada na porção sul da plataforma. Sua distribuição está diretamente relacionada aos teores de areia presente no fundo marinho que se faz mais presente nessa região. Diante aos baixos teores de lama encontrados nas amostras, não foi relacionada nenhuma fácies a essa granulometria, que na metodologia aplicada estabelece grupos lamosos apenas a sedimentos com teores de lama superiores a 15%.

7 CONCLUSÕES

A partir dos dados apresentados, foi possível caracterizar a Plataforma Continental da Paraíba (PCP) de acordo com a sua morfologia de fundo e os sedimentos superficiais que a compõe. A batimetria mostrou uma plataforma com isóbatas máximas entre 30 m e 37 m, com inclinação suave ($0,02^\circ$) típica das plataformas do nordeste brasileiro. Ainda foi possível identificar estruturas erosivas em forma de vale, característico de registros de cursos fluviais pretéritos. Destaca-se o paleocanal Paraíba, oriundo do antigo canal do Rio Paraíba, afogado pela rápida transgressão no fim do Pleistoceno (17,5 k anos A.P.) e atualmente deslocado para o norte, indicado pela formação de estruturas praias como flechas e barras arenosas. Na porção sul da PCP é encontrada topografia mais regular, resultado do baixo aporte hídrico da região e do menor desenvolvimento de corais e recifes.

Os sedimentos analisados são compostos majoritariamente de carbonato de cálcio (CaCO_3), denominando a plataforma como carbonática. O alto teor de CaCO_3 é consequência do elevado material biogênico e biodetrítico desenvolvidos e acumulados na região, devido às condições climáticas e físicas favoráveis, como elevadas temperaturas, baixa turbidez, regime de ondas e marés, baixa descarga hídrica, entre outros.

A análise textural dos sedimentos mostrou altos teores de cascalhos e areias, com insignificantes teores de lamas. Na porção norte ocorre maior representatividade de cascalho, enquanto na porção sul ocorrem os maiores teores de areia. Tal distinção pode ser explicada pela presença de estruturas recifais ao norte que funcionam como quebra-mares, diminuindo a incidência de ondas evitando assim a fragmentação dos bioclastos marinhos. Não foram encontradas correlações entre a granulometria, a porcentagem de CaCO_3 e a profundidade, demonstrando um ambiente sem a predominância de forças hídricas capazes de provocar uma seleção eficaz.

Os resultados dos parâmetros estatísticos não demonstraram correlação com nenhuma outra análise, resultando em um mapa de pontos nos quais não apresentam tendências deposicionais e agrupamentos de classes. Essa distribuição irregular comprova, que sedimentos biogênicos devem ser analisados com mais diligência, já que suas formas, ângulos e crescimento são bem distintos dos grãos siliciclásticos usados para a elaboração teórica entre os parâmetros estatísticos, geometria dos grãos e o seu comportamento hidrodinâmico.

Por fim, caracterizou-se os sedimentos em três fácies distintas, todas com porcentagem de CaCO_3 superiores a 70%, distinguindo apenas a proporção entre cascalho e areia. Areia bioclástica com grânulos e cascalho (AB2a) é predominante, com menor ocorrência cascalho bioclástico (CB2) e areia bioclástica (AB2b). Tais grupos coincidem com os teores granulométricos obtidos ao longo da pesquisa.

No geral, a PCP apresenta padrão morfológico e composicional segmentado entre as porções norte e sul, com aparente controle de organismos biológicos na sedimentação e textura dos sedimentos depositados. As feições descritas nesse trabalho ocorrem em várias regiões do nordeste brasileiro, como também em outras regiões de clima tropical a sub-tropical. A distribuição e composição da PCP apresentada nesse trabalho, configura um modelo faciológico de detalhe, colaborando para a compreensão dos processos de sedimentação em ambientes plataformais típicos do clima tropical semiárido. Vale ainda ressaltar o alto potencial econômico da área, que ainda carece de um aprofundamento sobre a geoquímica dos bioclastos, bem como o cálculo do volume dos granulados, utilizando métodos sísmicos e sondagem .

REFERÊNCIAS

- AGUIAR, J. E., 2014. **Contribuição ao estudo da mineralogia de sedimentos na plataforma continental dos Estados do Ceará, Piauí e Maranhão através da microscopia analítica SEM/EDS**. Tese de doutorado, Pós-graduação em Ciências Marinhas Tropicais – UFC. 173p
- ALHEIROS, M. M. **Riscos de escorregamento na Região Metropolitana do Recife**. Tese de Doutorado, 135p. 1998
- ALLEN, J. R. L. Sand Waves: a model of origin and internal structure. **Sedim. Geol.**, **26**: 281-3. 1980.
- ALVES, M. A. O., SANTOS, P. R. S., LIMA FILHO, M. Bioestratigrafia do limite Cretáceo-Paleógeno da Bacia da Paraíba com base na palinologia. **Estudos Geológicos**, v. 29, p. 3-24, Recife, 2019.
- ANDERTON, R. Tidal shelf sedimentation: an example from the Scottish Dalradian. **Sedimentology**, **23**: 429-458. 1976.
- ARAÚJO, T. C. M., Seoane, J. C., Coutinho, P. N., 2004. Geomorfologia da Plataforma Continental de Pernambuco, *in*: Leça, E. E., Neumann, S. L., Costa, M. F. (Orgs.), **Oceanografia: Um cenário Tropical**. Editora Bagaço, Recife, pp. 39-58.
- ASMUS, H. E.; CARVALHO, J. C. 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. 1978.
- BAPTISTA NETO, J. A.; SILVA, C. G. Morfologia do Fundo oceânico. In: Baptista Neto et al. (Orgs.). **Introdução à Geologia Marinha**. Rio de Janeiro: Editora Interciência, 2004. p.31-51. 2004
- BARBOSA, J. A. **Evolução da Bacia Paraíba durante o Maastrichtiano-paleoceno-formações Gramame e Maria Farinha, NE do Brasil**. 2004. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Pernambuco. 2004.
- BARBOSA, J. A.; SOUZA, E. M.; LIMA FILHO, M. F.; NEUMANN, V. H. A estratigrafia da Bacia Paraíba: uma reconsideração. **Estudos Geológicos CTG/UFPE**, Recife, v. 13, p. 89-108, 2004.
- BARROS, A.H.C.; ARAÚJO FILHO, J.C.; SILVA, A.B. DA; SANTIAGO. G.A.C.F. **Climatologia do Estado de Alagoas**. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento n.211. Recife: Embrapa Solos, 32p. 2012.
- BEHLING, HERMANN *et al.* Late Quaternary vegetational and climate dynamics in northeastern Brazil, inferences from marine core GeoB 3104-1. **Quaternary Science Reviews**, v. 19, n. 10, p. 981-994, 2000.
- BEURLIN, K. Estratigrafia da faixa sedimentar costeira Recife-João Pessoa. **Bol. Geol.** São Paulo. 16(1): 43-53. 1967a.

- BEURLEN, K. Paleontologia da faixa sedimentar costeira Recife-João Pessoa. **Bol. Geol. São Paulo**. 16(1): 73-790. 1967b.
- BLAIR, T. C.; McPHERSON, J. G. Alluvial fans and their natural distinction from rivers based on morphology, hydraulic processes, sedimentary processes, and facies assemblages. **Journal of sedimentary research**, v. 64, n. 3a, p. 450-489, 1994.
- BRANNER, JOHN CASPER. The Stone Reefs of Brazil: Their Geological and Geographical Relations, with a Chapter on the Coral Reefs. **Museum**, 1904.
- BRITO, I. M. Bacias sedimentares e formações pós-paleozóicas do Brasil. **Interciência Ltda**, RJ. 1979.
- BROWNLOW, A. H. **Geochemistry (2nd Edition)**. Prentice-Hall. United Sates of America. 580p. 1996.
- CAVALCANTI, V. M. M. **Plataforma continental: a última fronteira da mineração brasileira**. Brasília: DNPM, 2011.
- COUTINHO P. N. Sedimentos carbonáticos da Plataforma continental brasileira. **Revista de Geologia**, Fortaleza 6:65-73. 1992.
- COUTINHO, P. N. Levantamento do estado da arte da pesquisa dos recursos vivos marinhos. **Oceanografia Geológica**. Programa Revizee. FEMAR/SECIRM, Brasília. 2005.
- COUTINHO, P. N.; FARIAS, C. C. Contribuição à origem dos recifes do Nordeste. **Simpósio de Geologia do Nordeste**, v. 9, p. 236-240, 1979.
- COUTINHO, P. N.; MORAIS, J. O. Distribucion de los sedimentos en la plataforma continental norte-nordeste do Brasil. **Symposium on Investigations and Resources of the Caribbean Sea and Adjacent Regions**, UNESCO. 1968. 261-284.
- DALLY, WILLIAM R.; DEAN, ROBERT G.; DALRYMPLE, ROBERT A. Wave height variation across beaches of arbitrary profile. **Journal of Geophysical Research: Oceans**, v. 90, n. C6, p. 11917-11927, 1985.
- DIAS, G.T.M. Classificação de sedimentos marinhos, proposta de representação em cartas sedimentológicas. *In*: **Congresso Brasileiro de Geologia**, 39; Salvador. Anais... Salvador: SBG, 1996, 3: 423-426. 1996.
- DIAS, GILBERTO. Granulados bioclásticos: algas calcárias. **Revista Brasileira de Geofísica**, v. 18, p. 307-318, 2000.
- DOMINGUEZ, J. M. L. The Coastal Zone of Brazil. *In*: **Geology and Geomorphology of Holocene Coastal Barriers of Brazil (Lecture Notes in Earth Sciences)** Editors: Sergio R Dillenburg, Patrick A. Hesp. Springer-Verlag. 17-51. 2009.
- DUANE, DAVID B. Significance of skewness in recent sediments, western Pamlico Sound, North Carolina. **Journal of Sedimentary Research**, v. 34, n. 4, 1964.
- EMERY. Continental shelf sediments of southern of California. **Bull. geol. Soc. Am.**, 63: 1105-1108. 1952.

EMERY. Positions of empty pelecípodes valves on the continental shelf. **Journal of Sedimentary and Petrology**, 38: 1264-1269. 1968.

ENCYCLOPAEDIA BRITANNICA. **Continental slope**. Disponível em: <<https://www.britannica.com/science/continental-slope>>. Acesso em: 08 de jun. 2020.

FARDUPE- Fundação Apolônio Salles de Desenvolvimento Educacional (Pernambuco). **Serviço para realização de estudos da dinâmica costeira para redução/contenção do processo de erosão da falésia do cabo branco e da praia do seixas no litoral de João Pessoa – PB**. ESTUDO DE IMPACTO AMBIENTAL. 2011. Disponível em: <https://docplayer.com.br/9675114-Estudo-de-impacto-ambiental-eia.html>. Acesso em: 15 out. 2021.

FEITOSA E. C.; FEITOSA, F. A. C.; LIRA, H. M. P. Relações estratigráficas e estruturais entre a Bacia Potiguar e a Bacia Costeira PE/PB: uma hipótese de trabalho. In: **Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas**, 12., 2002, Florianópolis. Anais. São Paulo: Associação Brasileira de Águas Subterrâneas, 2002. 1 CD-ROM.

FLEMMING, B.W. Factors controlling shelf sediment dispersal along the Southeast African Continental Margin. **Marine Geology**, 42, 259-277. 1981.

FLEMMING, B.W. Sand transport and bedform patterns on the continental shelf between Durban and Port Elizabeth (Southeast African Continental Margin). **Sedimentary Geology**, 26, 179-205. 1980.

FRIEDMAN, Gerald Manfred. Distinction between dune, beach, and river sands from their textural characteristics. **Journal of Sedimentary Research**, v. 31, n. 4, p. 514-529, 1961.

FOLK, R. L.; WARD, W. C. Brazos River bar: a study in the significance of grain size parameters. **Journal of Sedimentary and Petrology**, n. 27, p. 3-26, 1957.

FONTELES, M. L. **Sedimentos superficiais da plataforma continental interna do estado da Paraíba**. 118 f. Dissertação (mestrado) – Programa de Pós -Graduação em Geociências, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 1999.

FOSTER, M.S. 2001. **Rhodoliths: between rocks and soft places**. *J. Phycol.* **37**, 659–667 (2001)

FRANÇA A. M. C., COUTINHO P.N. & SUMMERHAYES C. P. Sedimentos superficiais da margem continental nordeste brasileira. **Revista Brasileira de Geociências**, 6: 147–164. 1976.

FRANCISCO, P. R. M. Classificação climática de Köppen e Thornthwaite para o estado da Paraíba. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 8, n. 4, p. 1006-1016, 2015.

FREIRE G. S. S., CAVALCANTI, V. M. M., MAIA L. P. & LIMA S. F. Classificação dos Sedimentos da Plataforma Continental do Estado do Ceará. In: **Simpósio de Geologia do Nordeste**; Fortaleza. Anais... Fortaleza, 1997, p. 209–211. 1997.

FRENCH, P.W. **Coastal and Estuarine Management**. Routledge. London and New York. 251p. 1997.

- GIANNINI, P. C. F; RICCOMINI, C. Sedimentos e processos sedimentares. In: TEIXEIRA, W; TOLEDO, M. C. M; FAIRCHILD, T. R; TAIOLI, F. **Decifrando a Terra**. São Paulo: Ed. USP, 2000. Cap. 9. p. 167-.190. 2000
- GINSBURG, R.N. Environmental relationship of grains size and constituent particles in some South Florida carbonates sediments. **Geol. Soc. Amer. Bull.**, 40: 2381- 2427. 1956.
- GOES, E.R., FERREIRA JR, A.V. Caracterização morfossedimentar da plataforma continental Brasileira. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 10, n. 5, p. 1595-1613, 2017.
- GRESSLY, AMAND. **Observations géologiques sur le Jura Soleurois. auf Kosten der Gesellschaft**, 1838.
- GUERRA, A. T. **Novo Dicionário Geológico-Geomorfológico**. Rio de Janeiro. 652p. 1995.
- HEEZEN, B. C., THARP, M., EWING M. **The floors of the oceans**. Vol. 65. New York: Geological Society of America, 1959.
- INFOESCOLA. Plataforma continental. Disponível em <https://www.infoescola.com/oceanografia/plataforma-continental>. Acesso em 04 de março de 2022.
- INPH. **Relatório: Medições de parâmetros ambientais realizados nas adjacências do Cabo Branco, João Pessoa – PB**. 2001a.
- INPH. **Relatório: Modelagem Matemática dos Processos Costeiros, para João Pessoa, PB**. 2001b.
- KEGEL, W. **Geologia do fosfato de Pernambuco**. DNPM. Boletim da Divisão de Geologia e Mineralogia, v. 157, 1955.
- KEMPF, M.; COUTINHO, P. N.; MORAIS, J. O. Plataforma continental do norte e nordeste do Brasil. Nota preliminar sobre a natureza do fundo. **Tropical Oceanography**, Universidade Federal de Pernambuco, v. 9, p. 11, 1967.
- KENCH, P. S., BRANDER, R. W. Wave processes on coral reef flats: implications for reef geomorphology using Australian case studies. **Journal of Coastal Research**, v. 22, n. 1, p. 209-223, 2006.
- KOMAR, P. D. Nearshore currents and sand transport on beaches. **Elsevier Oceanography Series**, v. 35, p. 67-109, 1983.
- LAMAS, F. *et al*. Selection of the most appropriate method to determine the carbonate content for engineering purposes with particular regard to marls. **Engineering Geology**, v. 81, n. 1, p. 32-41, 2005.
- LARSONNEUR C. La cartographie des d'épôt meubles sur le plateau continental français: méthode mise au point et utilisée en Manche. **J. Rech. Oceanogr.** 2: 34–39. 1977.
- LEEDER, M. Sedimentology and Sedimentary Basins, from turbulence to tectonics. **Blackwell Science**. 592 pp. 1999.

- Lima, S. F., 2006. **Caracterização geomorfológica e paleogeográfica da Plataforma Continental adjacente a foz do Rio Apodi-Mossoró, RN/Brasil**. Dissertação (Mestrado). Rio Grande do Norte, UFRN.
- LIMA FILHO, M. F. & SOUZA, E. M. Marco estratigráfico em arenitos calcíferos do Campaniano da Bacia Paraíba: estratigrafia e significado paleoambiental. **XIX Simp. Geol. Nord**. Anais, 87-88. 2001
- LIMA FILHO, M. F. **Análise Estratigráfica e Estrutural da Bacia Pernambuco**. IG-USP. Tese de Doutorado, 180 p. 1998.
- LIMA, S. F. *et al.* ANASED: programa de análises, classificação e arquivamento de parâmetros metodológicos. *In: Congresso da Associação Brasileira De Estudos do Quaternário (ABEQUA)*. P. 458-459. 2001.
- MABESOONE, J. M. Origin and age of the sandstone reefs of Pernambuco (Northeastern Brazil). **Journal of Sedimentary Research**, v. 34, n. 4, p. 715-726, 1964.
- MABESOONE, J. M. Revisão geológica da faixa sedimentar costeira de Pernambuco, Paraíba e parte do Rio Grande do Norte – Histórico. **Estudos Geológicos**, UFPE, série B, Recife, v. 10, p. 11-20, 1991.
- MABESOONE, J. M.; ALHEIROS, M. M. Origem da bacia sedimentar costeira Pernambuco-Paraíba. **Revista Brasileira de Geociências**, v. 18, n. 4, São Paulo, p. 476-482, 1988.
- MACMANUS, D.A. Modern versus Relict Sediment on the Continental Shelf. **Geological Society of America Bulletin.**, 86: 1154-1160. 1975.
- MANSO, V. A. V.; CORREA, I. C. S.; GUERRA, N. C. Morfologia e sedimentologia da plataforma continental interna entre as praias Porto de Galinhas e campos-litoral sul de Pernambuco, Brasil. **Pesquisas em Geociências**. Porto Alegre, RS. Vol. 30, n. 2 (2003), p. 17-25, 2003.
- MARQUES, V. S. **Geoquímica de carbonatos da plataforma continental Nordeste do Brasil**. 2008. Programa de Pós-Graduação em Geociências – UFPE. Tese de Doutorado. 117p. 2008.
- MARTINS, J. R. S.; CARNEIRO, C D. R. Plataforma continental jurídica, recursos do pré-sal e ensino de Geociências. Campinas, **Terræ**, v. 9, n. 1, p. 61-109, 2012.
- MARTINS, L.R. Mineral resources of the brazilian continental margin and adjacent oceanic regions. *In: Martins, L. R.; Santana, C. I. (Ed) Non living resources of the southern brazilian coastal zone and continental margin*. Porto Alegre.1999. p. 15-25. Special publication. OAS/IOC-UNESCO/MCT. 1999.
- MELO, A. S. T.; RODRIGUEZ, J. L. **Paraíba: desenvolvimento econômico e a questão ambiental**. João Pessoa: Grafset, 2003. 164p.
- MILLIMAN, J. D. **Marine Carbonates**. Spring – Verlag Berlin Heidelberg, Nova York. 375pp. 1974.

- MONTEIRO, A. **Geologia e aspectos faciológicos da Formação Barreiras numa área a sul de João Pessoa/PB**. Monografia de Graduação. Universidade Federal de Pernambuco. Recife, 1989.
- MOORE J. R. Structure and metamorphism of the Keene-Brattle-Boro area, new hampshire-vermont. **Geological Society of America Bulletin**, v. 60, n. 10, p. 1613-1670, 1949.
- MORSE, J. W.; MACKENZIE, F. T. **Geochemistry of sedimentary carbonates**. Elsevier, 1990.
- MUEHE, D. Geomorfologia costeira. In: **Teixeira Guerra, A. J.; Cunha, S. B. (Org.). Geomorfologia uma atualização de bases e conceitos**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil. p. 253-308. 1994.
- NEVES, S. M. **Erosão Costeira no Estado da Paraíba**. Programa de Pós- Graduação em Geologia. UFBA. Salvador, BA, Tese de Doutorado, 130p. 2003.
- OLIVEIRA, M. M. F. **Estudo Faciológico da Formação Maria Farinha. Centro de Tecnologia e Geociências**. Universidade Federal de Pernambuco, Recife. Dissertação de Mestrado, 113 p. 1978.
- OLIVEIRA, P. R. A. **Caracterização morfológica e sedimentológica da plataforma continental brasileira adjacente aos municípios de Fortim, Aracati, Icapuí - CE**. 2009. 112 f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Geodinâmica e Geofísica, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2009.
- PONÇANO, WALMIR LOPES. Sobre a interpretação ambiental de parâmetros estatísticos granulométricos: exemplos de sedimentos quaternários da costa brasileira. **Revista Brasileira de Geociências**. v. 16, n. 2, p. 1986.
- PURDY, E.G. Recent carbonate facies of the Great Bahaman Bank. 1. Petrography and reactions groups. **Journal Geology**, 71 (3): 334 - 355. 1963a.
- PURDY, E.G. Recent carbonate facies of the Great Bahaman Bank. 2. Sedimentary facies. **Journal Geology**, 71 (4): 472 - 497. 1963b.
- RAND, H. M. Ligação “landbridge” (ponte intercontinental) entre Pernambuco-Paraíba e Nigéria-Camarões. In: **Fanerozóico Nordeste**. Recife, UFPE/DGEO, Tex. Did., Série. D, v.1, p. 44. 1985.
- RAND, H. M. Análise gravimétrica e magnetométrica da estrutura superficial da faixa costeira do Nordeste brasileiro. **Anais XXX Congresso Brasileiro de Geologia** Recife, PE. 5: 2336-2346. 1978.
- RAND, H. M. **Estudos geofísicos na faixa litorânea ao Sul de Recife**. Tese de Livre Docência. Universidade Federal de Pernambuco. Recife, 112 p. 1976.
- REIS, C. M. M. **O litoral de João Pessoa (PB), frente ao problema da erosão costeira**. - Recife, 2008. 131 f. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Pernambuco. CTG. Programa de Pós-Graduação em Geociências, 2008.

- RIOS, V. P. L.; AMARO, V. E. – Caracterização de depósitos sedimentares holocênicos no sistema de Ilhas Barreiras do Estuário de Diogo Lopes, Litoral Setentrional do Rio Grande do Norte. **Revista de Geologia**, Fortaleza, Ceará, Brasil, 2012.
- SAHU, BASANTA K. Depositional mechanisms from the size analysis of clastic sediments. **Journal of Sedimentary Research**, v. 34, n. 1, 1964.
- SCHLICHT, P., BENGTON, P., HAMBACH, U., KRUMSIEK, K., KOUTSOUKOS, E. Ciclos de Calcário e Marga do Maastrichtiano da Bacia Pernambuco-Paraíba (NE Brasil) Evidências de Imposição Orbital. **V Simpósio Sobre o Cretáceo do Brasil e I Simpósio sobre o Cretáceo da América do Sul**. Serra Negra, SP. Boletim de resumos, (1): 121-124. 1999
- SERVAIN, J. E., LUCAS, S. Climatic atlas of the tropical Atlantic wind stress and sea surface temperature (1985-1989). **Plouzané: Institut Français de Recherche pour le Développement em Cooperação**. 1990.
- DIAS, SÉRGIO. Tudo Foi Feito Pelo Sol. *In*: Os mutantes. **Tudo Foi Feito Pelo Sol**. São Paulo: Som Livre, 1974.
- SHEPARD F. P. Nomenclature based on sand-silt-clay ratios. **J. Sediment. Petrol.** 24(3): 151–158, 1954.
- SHEPARD, F. P., YOUNG, R., Distinguishing between beach and dune sands. **Journal Sedimentary Petrology**, v. 31, p. 196-214. 1961.
- SHEPARD, F.P. Sediments on continental shelves. **Bull. geol. Soc. Am.**, 43: 1017- 1039. 1932.
- SHEPARD, F.P. **Submarine Geology**, Haper & Row, New York. 517 pp. 1973
- SHORT, A.D. Wave dominated beaches. *In*: **Short, A.D., Ed. Hand book of beach and surface morphodynamic**. John Wiley & Sons. West Sussex, England, 173. 1999.
- SOUZA, E. M. **Levantamento radiométrico das unidades estratigráficas da Bacia Paraíba**. Centro de Tecnologia e Geociências, Universidades Federal de Pernambuco. Dissertação de Mestrado, 152 p. 1999.
- STANLEY, D.J., SWIFT, D.J.P. (Eds.). **Marine Sediment Transport and Environmental Management**, Wiley, N.Y. 602 pp. 1976.
- STENECK R. **The Ecology of coralline Algal crusts: convergent pattern and adaptative strategies** Ann. Ver. Ecol. Syst 1986 17273-303. 1986.
- SUGUIO, K. **Geologia sedimentar**. Edgard Blücher, São Paulo, 400p. 2003
- SUGUIO, K. **Introdução à sedimentologia**. Editora Blücher, São Paulo, 1973.
- SWIFT, D.J.P. Quaternary shelves and the return to grade. **Marine Geology**, 8: 5- 30. 1968.
- TUCKER, M. E.; WRIGHT, V. P. **Carbonate sedimentology**. John Wiley & Sons, 2009.
- TUCKER, MAURICE E. **Sedimentary Petrology An Introduction**. Vol: 3. 1981.
- VITAL, Helenice; SILVEIRA, Iracema Miranda da; AMARO, Venerando Eustáquio. Carta sedimentológica da plataforma continental brasileira: área Guamaré a Macau (NE Brasil),

utilizando integração de dados geológicos e sensoriamento remoto. **Revista Brasileira de Geofísica**, v. 23, n. 3, p. 233-241, 2005.

WENTWORTH, CHESTER K. A scale of grade and class terms for clastic sediments. **The journal of geology**, v. 30, n. 5, p. 377-392, 1922.

APÊNDICE A - LOCALIZAÇÃO DAS AMOSTRAS.

Amostra	Latitude	Longitude
PB 01 001	9282772.57	290086.45
PB 01 001A	9282362.05	291223.8
PB 01 002	9281956.47	292715.12
PB 01 002A	9281299.37	293971.25
PB 01 003	9280891.32	295345.44
PB 01 004	9280408.80	296307.9
PB 01 005	9279926.28	297272.12
PB 01 005A	9279443.76	298374.76
PB 01 006	9278961.24	299139.9
PB 01 006A	9278478.72	300398.96
PB 01 007	9277996.20	301009.43
PB 01 007A	9277513.68	301759.84
PB 01 008	9277031.16	300953.46
PB 01 008A	9276548.65	301676.92
PB 01 009	9276066.13	300897.6
PB 01 010	9275583.61	299074.14
PB 01 010A	9275101.09	298225.88
PB 01 011	9274618.57	297250.55
PB 01 011A	9274136.05	296312.22
PB 01 012	9273653.53	295349.96
PB 01 012A	9273171.01	294376.9
PB 01 013	9272688.49	293449.36
PB 01 013A	9272205.97	292529.28
PB 01 014	9271723.45	291679.42
PB 01 014A	9271240.93	290693.16
PB 01 015	9270758.41	289909.47
PB 01 015A	9270275.90	288690.05
PB 01 016	9269793.38	287964.04
PB 01 017	9269310.86	286020.42
PB 01 017A	9268828.34	286755.43
PB 01 018	9268345.82	285874.97
PB 01 019	9267863.30	285731.41
PB 01 019A	9267380.78	286706.51
PB 01 020	9266898.26	287840.75
PB 01 020A	9266415.74	288620.21
PB 01 021	9265933.22	289951.83
PB 01 021A	9265450.70	290910.52
PB 01 022	9264968.18	291797.24
PB 01 022A	9264485.66	292713.35
PB 01 023	9264003.14	293642.53
PB 01 023A	9263520.63	294549.55
PB 01 024	9263038.11	295484.25

Amostra	Latitude	Longitude
PB 01 308	9223633.8	315429.97
PB 01 308A	9223663.22	314380.17
PB 01 309	9223692.87	313396.67
PB 01 309A	9223711.31	312380.05
PB 01 310	9223685.7	311418.83
PB 01 310A	9223858.49	310280.09
PB 01 311	9223766.61	309352.25
PB 01 311A	9223696.46	308324.89
PB 01 312	9223902.73	307285.44
PB 01 312A	9223777.24	306258.28
PB 01 313	9223774.01	305396.4
PB 01 313A	9223659.67	304402.34
PB 01 314	9223656.4	303540.45
PB 01 314A	9221908.56	303447.64
PB 01 315	9221823.99	304475.58
PB 01 315A	9221949.61	305524.81
PB 01 316	9222041.98	306563.11
PB 01 316A	9221802.72	307646.85
PB 01 317	9221927.7	308541.38
PB 01 317A	9221931.37	309535.81
PB 01 318	9222001.79	310640.48
PB 01 318A	9222027.22	311546.42
PB 01 319	9221886.59	312408.77
PB 01 319A	9221978.43	313336.56
PB 01 320	9221927.23	314474.8
PB 01 320A	9221931.31	315612.83
PB 01 321	9221956.96	316607.15
PB 01 321A	9221960.68	317656.78
PB 01 322	9221941.29	318430.27
PB 01 322A	9221879.34	319690.04
PB 01 323	9221948.85	320595.8
PB 01 323A	9222095.61	321457.09
PB 01 324	9222010.87	322540.15
PB 01 324A	9221859.52	323557.14
PB 01 325	9221896.88	324783.4
PB 01 325A	9221965.36	325412.93
PB 02 326	9221063	299740
PB 02 326A	9221065	301605
PB 02 327	9221067	303459
PB 02 327 A	9221092	305312
PB 02 328	9221085	307168
PB 02 328 A	9221102	309016

Amostra	Latitude	Longitude
PB 01 025A	9261590.55	298432.15
PB 01 026	9261108.03	299136.27
PB 01 027	9260625.51	300946.48
PB 01 027A	9260142.99	301872.04
PB 01 028	9259660.47	301912.16
PB 01 029	9259177.95	302877.82
PB 01 030	9258695.43	300158.49
PB 01 030A	9258212.91	299168.58
PB 01 030B	9257730.39	298305.84
PB 01 031	9257247.88	297439.11
PB 01 031A	9256765.36	296425.4
PB 01 032	9256282.84	295509.34
PB 01 032A	9255800.32	294489.93
PB 01 033	9255317.80	293579.56
PB 01 033A	9254835.28	292554.44
PB 01 034	9254352.76	291715.66
PB 01 034A	9253870.24	290751.35
PB 01 035	9253387.72	289853.5
PB 01 036	9252905.20	288048.83
PB 01 036A	9252422.68	287333.47
PB 01 037	9251940.16	286244.03
PB 01 038	9251457.64	286231.83
PB 01 038A	9250975.13	287379.26
PB 01 039	9250492.61	288075.74
PB 01 039A	9250010.09	288855.95
PB 01 039B	9249527.57	288750.88
PB 01 040	9249045.05	289919.69
PB 01 040A	9248562.53	290780.43
PB 01 041	9248080.01	291777.89
PB 01 041A	9247597.49	292705.1
PB 01 042	9247114.97	293636.08
PB 01 042A	9246632.45	294729.21
PB 01 043	9246149.93	295711.71
PB 01 043A	9245667.41	296620.54
PB 01 044	9245184.89	297789.31
PB 01 044A	9244702.37	298711.13
PB 01 045	9244219.86	299361.9
PB 01 046	9243737.34	300936.45
PB 01 047	9243254.82	301442.92
PB 01 048	9242772.30	301949.38
PB 01 049	9242289.78	301874.93
PB 01 050	9241807.26	300691.02
PB 01 051	9241324.74	299508.98
PB 01 051A	9240842.22	298319.13

Amostra	Latitude	Longitude
PB 02 330	9221064	314639
PB 02 330 A	9221104	316503
PB 02 331	9221156	318380
PB 02 331 A	9221204	320234
PB 02 332	9221256	322112
PB 02 332 A	9219563	322803
PB 02 333	9219565	320927
PB 02 333 A	9219559	319074
PB 02 334	9219564	317195
PB 02 334 A	9219574	315338
PB 02 335	9219573	313486
PB 02 335 A	9219616	311634
PB 02 336	9219647	309760
PB 02 336 A	9219705	307950
PB 02 337	9219753	306060
PB 02 337 A	9219811	304227
PB 02 338	9219832	302349
PB 02 338 A	9219900	300490
PB 02 339	9219907	298656
PB 02 339 A	9218070	300292
PB 02 340	9218066	302142
PB 02 340 A	9218059	303990
PB 02 341	9218069	305865
PB 02 341 A	9218057	307712
PB 02 342	9218059	309563
PB 02 342 A	9218070	311411
PB 02 343	9218066	313300
PB 02 343 A	9218059	315167
PB 02 344	9218124	317007
PB 02 344 A	9218192	318887
PB 02 345	9218269	320732
PB 02 345 A	9218335	322586
PB 02 346	9216260	328054
PB 02 346 A	9216269	326117
PB 02 347	9216303	324294
PB 02 347 A	9216359	322443
PB 02 348	9216415	320535
PB 02 348 A	9216450	318692
PB 02 349	9216500	316833
PB 02 349 A	9216546	314982
PB 02 350	9216609	313115
PB 02 350 A	9216662	311000
PB 02 351	9216696	309250
PB 02 351 A	9216750	307355

Amostra	Latitude	Longitude
PB 01 051B	9240359.70	297423.09
PB 01 052	9239877.18	296551.08
PB 01 052A	9239394.66	295432.82
PB 01 052B	9238912.14	294426.34
PB 01 053	9238429.62	293594.91
PB 01 053A	9237947.11	292512.9
PB 01 054	9237464.59	291720.23
PB 01 054A	9236982.07	290820.69
PB 01 055	9236499.55	289847.42
PB 01 056	9236017.03	289989.14
PB 01 056A	9235534.51	290849.85
PB 01 057	9235051.99	291817.6
PB 01 057A	9234569.47	292652.6
PB 01 058	9234086.95	293647.93
PB 01 058A	9233604.43	294665.56
PB 01 059	9233121.91	295463.8
PB 01 059A	9232639.39	296435.31
PB 01 060	9232156.87	297279.54
PB 01 060A	9231674.35	298260.01
PB 01 061	9231191.84	299113.57
PB 01 061A	9230709.32	300261.97
PB 01 062	9230226.80	300947.47
PB 01 063	9229744.28	302128.96
PB 01 064	9229261.76	303310.55
PB 01 065	9228779.24	303447.09
PB 01 065A	9228296.72	302524.23
PB 01 065B	9227814.20	301606.52
PB 01 066	9227331.68	300725.19
PB 01 066A	9226849.16	299516.28
PB 01 067	9226366.64	298005.14
PB 01 067A	9225884.12	296796.08
PB 01 068	9225401.60	295808.18
PB 01 068A	9224919.09	294617.45
PB 01 069	9224436.57	293611.1
PB 01 070	9223954.05	292582.35
PB 01 071	9223471.53	291553.59
PB 01 072	9222989.01	291555.98
PB 01 072A	9222506.49	292400.62
PB 01 073	9222023.97	293513.73
PB 01 073A	9221541.45	294457.81
PB 01 074	9221058.93	295471.45
PB 01 074A	9220576.41	296459.72
PB 01 075	9220093.89	297298.15
PB 01 075A	9219611.37	298195.79

Amostra	Latitude	Longitude
PB 02 352	9216825	305485
PB 02 352 A	9216859	303648
PB 02 353	9216916	301796
PB 02 353 A	9216965	299866
PB 02 354	9214887	300236
PB 02 354 A	9214889	302102
PB 02 355	9214921	303949
PB 02 355 A	9214926	305818
PB 02 356	9214966	307648
PB 02 356 A	9214984	309515
PB 02 357	9215040	311312
PB 02 357 A	9215051	313188
PB 02 358	9215073	315044
PB 02 358 A	9215066	316916
PB 02 359	9215074	318764
PB 02 359 A	9215051	320621
PB 02 360	9215045	322483
PB 02 360 A	9215077	324333
PB 02 361	9215058	326180
PB 02 361 A	9215054	328050
PB 02 362 A	9213561	328199
PB 02 363	9213573	326332
PB 02 363 A	9213562	324476
PB 02 364	9213577	322620
PB 02 364 A	9213567	320788
PB 02 365	9213569	318928
PB 02 365 A	9213558	317063
PB 02 366	9213566	315205
PB 02 366 A	9213563	313356
PB 02 367	9213570	311498
PB 02 367 A	9213575	309641
PB 02 368	9213586	307828
PB 02 368 A	9213560	305937
PB 02 369	9213555	304077
PB 02 369 A	9213552	302197
PB 02 370	9213564	300787
PB 02 370 A	9212085	301880
PB 02 371	9212055	303756
PB 02 371 A	9212075	305607
PB 02 372	9212068	307522
PB 02 372 A	9212071	309397
PB 02 373	9212068	311256
PB 02 373 A	9212060	313128
PB 02 374	9212055	314980

Amostra	Latitude	Longitude
PB 01 076	9219128.85	299124.93
PB 01 076A	9218646.33	300164.56
PB 01 077	9218163.82	300997.7
PB 01 077A	9217681.30	301956.1
PB 01 078	9217198.78	302872.33
PB 01 078A	9216716.26	303659.18
PB 01 079	9216233.74	304239.57
PB 01 080	9215751.22	304130.59
PB 01 081	9215268.70	304023.49
PB 01 081A	9214786.18	302714.95
PB 01 082	9214303.66	301548.19
PB 01 082A	9213821.14	300193.63
PB 01 083	9213338.62	299072.86
PB 01 083A	9212856.10	298103.4
PB 01 084	9212373.58	297240.67
PB 01 084A	9211891.07	296322.91
PB 01 085	9211408.55	295410.33
PB 01 085A	9210926.03	294420.59
PB 01 086	9210443.51	293570.9
PB 01 086A	9209960.99	292540.5
PB 01 087	9209478.47	291733.21
PB 01 087A	9208995.95	290395.05
PB 01 088	9208513.43	293570.88
PB 01 088A	9208030.91	289455.03
PB 01 089	9207548.39	288144.55
PB 01 090	9207065.87	288227.18
PB 01 090A	9206583.35	289075.3
PB 01 091	9206100.83	289996.54
PB 01 091A	9205618.32	290933
PB 01 092	9205135.80	291765.87
PB 01 092A	9204653.28	292735.55
PB 01 093	9204170.76	293672.04
PB 01 093A	9203688.24	294715.31
PB 01 094	9203205.72	295579.94
PB 01 094A	9202723.20	296495.84
PB 01 095	9202240.68	297386.15
PB 01 095A	9201758.16	298375.91
PB 01 096	9201275.64	299194.23
PB 01 096A	9200793.12	300277.91
PB 01 097	9200310.60	301033.5
PB 01 098	9199828.08	302874.65
PB 01 098A	9199345.56	303728.02
PB 01 098B	9198863.05	305253.77
PB 01 099	9198380.53	306566.29

Amostra	Latitude	Longitude
PB 02 374 A	9212084	316888
PB 02 375	9212080	318765
PB 02 375 A	9212059	320600
PB 02 376	9212057	322463
PB 02 376 A	9212085	324335
PB 02 377	9212081	326203
PB 02 377 A	9212097	328052
PB 02 379	9210571	329091
PB 02 379 A	9210564	327238
PB 02 380	9210568	325355
PB 02 380 A	9210560	323504
PB 02 381	9210569	321640
PB 02 381 A	9210573	319755
PB 02 382	9210572	317910
PB 02 382 A	9210577	316065
PB 02 383	9210624	314212
PB 02 383 A	9210695	312324
PB 02 384	9210753	310452
PB 02 384 A	9210815	308610
PB 02 385	9210889	306726
PB 02 385 A	9210950	304878
PB 02 386	9211028	302999
PB 02 386 A	9209050	303395
PB 02 387	9209060	305274
PB 02 387 A	9209100	307131
PB 02 388	9209086	308993
PB 02 388 A	9209080	310866
PB 02 389	9209080	312705
PB 02 389 A	9209065	314554
PB 02 390	9209070	316413
PB 02 390 A	9209085	318252
PB 02 391	9209160	320122
PB 02 391 A	9209215	321991
PB 02 392	9209284	323847
PB 02 392 A	9209313	325689
PB 02 393	9209375	327551
PB 02 393 A	9209441	329400
PB 02 394	9207575	329368
PB 02 394 A	9207563	327515
PB 02 395	9207553	325646
PB 02 395 A	9207546	323777
PB 02 396	9207560	321915
PB 02 396 A	9207570	320067
PB 02 397	9207583	318178

Amostra	Latitude	Longitude
PB 01 100	9197898.01	306571.89
PB 01 101	9197415.49	306642.74
PB 01 101A	9196932.97	305691.61
PB 01 102	9196450.45	304729.85
PB 01 102A	9195967.93	303568.85
PB 01 103	9195485.41	302818.82
PB 01 104	9195002.89	300994.35
PB 01 104A	9194520.37	300096.75
PB 01 105	9194037.85	299171.63
PB 01 105A	9193555.33	298217.04
PB 01 106	9193072.81	297324.91
PB 01 106A	9192590.30	296204.22
PB 01 107	9192107.78	295480.05
PB 01 107A	9191625.26	294589.75
PB 01 108	9191142.74	293629.83
PB 01 108A	9190660.22	292544.08
PB 01 109	9190177.70	291777.71
PB 01 110	9189695.18	291815.75
PB 01 111	9189212.66	293659.99
PB 01 111A	9188730.14	294552.41
PB 01 112	9188247.62	295499.49
PB 01 113	9187765.10	296376.85
PB 01 114	9187282.58	297252.39
PB 01 115	9186800.06	298225.58
PB 01 116	9186317.54	299196.75
PB 01 117	9185835.03	301048.87
PB 01 117A	9185352.51	301751.04
PB 01 118	9184869.99	302899.16
PB 01 118A	9184387.47	303708.09
PB 01 119	9183904.95	304718.14
PB 01 119A	9183422.43	305665.4
PB 01 120	9182939.91	306540.3
PB 01 121	9182457.39	306539.93
PB 01 121A	9181974.87	305649.91
PB 01 122	9181492.35	304649.14
PB 01 122A	9181009.83	303582.3
PB 01 123	9180527.31	302758.33
PB 01 123A	9180044.79	301724.55
PB 01 124	9179562.28	300924.8
PB 01 125	9179079.76	299091.14
PB 01 125A	9178597.24	298175.37
PB 01 126	9178114.72	297283.44
PB 01 126A	9177632.20	296483.59
PB 01 127	9177149.68	295473.96

Amostra	Latitude	Longitude
PB 02 397 A	9207570	316333
PB 02 398	9207609	314429
PB 02 398 A	9207608	312515
PB 02 399	9207621	310676
PB 02 399 A	9207639	308810
PB 02 400	9207661	306918
PB 02 400 A	9207660	305068
PB 02 401	9207702	303196
PB 02 401 A	9206062	303709
PB 02 402	9206061	305577
PB 02 402 A	9206050	307436
PB 02 403	9206085	309276
PB 02 403 A	9206038	311107
PB 02 404	9206059	312965
PB 02 404 A	9206062	314828
PB 02 405	9206052	316671
PB 02 405 A	9206055	318518
PB 02 406	9206065	320356
PB 02 406 A	9206055	322220
PB 02 407	9206058	324087
PB 02 407 A	9206059	325929
PB 02 408	9206060	327790
PB 02 408 A	9204581	327883
PB 02 409	9204574	326027
PB 02 409 A	9204554	324177
PB 02 410	9204572	322326
PB 02 410 A	9204564	320477
PB 02 411	9204554	318636
PB 02 411 A	9204564	316771
PB 02 412	9204583	314902
PB 02 412 A	9204647	313056
PB 02 413	9204676	311203
PB 02 413 A	9204701	309346
PB 02 414	9204770	307490
PB 02 414 A	9204810	305632
PB 02 415	9204857	303758
PB 02 415 A	9203054	303711
PB 02 416	9203059	305726
PB 02 416A	9203054	307565
PB 02 417	9203057	309437
PB 02 417 A	9203059	311308
PB 02 418	9203055	313182
PB 02 418 A	9203062	315052
PB 02 419	9203059	316916

Amostra	Latitude	Longitude
PB 01 127A	9176667.16	294338.48
PB 01 128	9176184.64	293575.22
PB 01 129	9175702.12	293489.87
PB 01 130	9175219.60	294518.35
PB 01 131	9174737.08	295546.82
PB 01 132	9174254.56	296873.36
PB 01 133	9173772.04	298198.02
PB 01 1-34	9173289.53	299595.16
PB 01 135	9172807.01	300992.63
PB 01 135A	9172324.49	301930.56
PB 01 136	9171841.97	302958.53
PB 01 136A	9171359.45	304075.34
PB 01 137	9170876.93	304922.88
PB 01 137A	9170394.41	305866.55
PB 01 138	9169911.89	306651.37
PB 01 138A	9169429.37	307513.77
PB 01 139	9168946.85	308379.84
PB 01 140	9168464.33	309504.11
PB 01 141	9167981.81	310628.37
PB 01 142	9167499.29	310246.26
PB 01 142A	9167016.77	309554.71
PB 01 143	9166534.26	308360.71
PB 01 143A	9166051.74	307387.89
PB 01 144	9165569.22	306470.09
PB 01 144A	9165086.70	305419.94
PB 01 145	9164604.18	304432.08
PB 01 145A	9164121.66	303407.55
PB 01 146	9163639.14	302394.12
PB 01 146A	9163156.62	301450.9
PB 01 147	9162674.10	300794.86
PB 01 148	9162191.58	299195.57
PB 01 148A	9161709.06	298299.58
PB 01 149	9161226.54	297314.34
PB 01 149A	9160744.02	296365
PB 01 150	9160261.51	295430.87
PB 01 150A	9159778.99	294408.01
PB 01 151	9159296.47	293639.49
PB 01 152	9158813.95	299172.46
PB 01 153	9158331.43	300207.61
PB 01 154	9157848.91	302102.84
PB 01 154A	9157366.39	302918.83
PB 01 155	9156883.87	303998.05
PB 01 155A	9156401.35	305095.95
PB 01 156	9155918.83	306230.67

Amostra	Latitude	Longitude
PB 02 419 A	9203086	318775
PB 02 420	9203170	320665
PB 02 420 A	9203212	322532
PB 02 421	9203270	324381
PB 02 421 A	9203309	326237
PB 02 422	9203363	328084
PB 02 422 A	9201512	327711
PB 02 423	9210522	325855
PB 02 423 A	9201542	324080
PB 02 424	9201550	322128
PB 02 424 A	9201549	320276
PB 02 425	9201558	318442
PB 02 425 A	9201563	316541
PB 02 426	9201623	314538
PB 02 426 A	9201674	312694
PB 02 427	9201740	310836
PB 02 427 A	9201790	308971
PB 02 428	9201843	307109
PB 02 428 A	9201904	305221
PB 02 429	9201956	303300
PB 02 429 A	9199564	303325
PB 02 430	9199634	305219
PB 02 430 A	9199706	307076
PB 02 431	9199783	308973
PB 02 431 A	9199855	311088
PB 02 432	9199922	312918
PB 02 432 A	9199991	314803
PB 02 433	9200068	316704
PB 02 433 A	9200061	318585
PB 02 434	9200066	320475
PB 02 434 A	9200061	322324
PB 02 435	9200065	324187
PB 02 435 A	9200060	326045
PB 02 436	9200061	327950
PB 02 436 A	9200070	329805
PB 02 437	9198562	328727
PB 02 437 A	9198563	326859
PB 02 438	9198560	325005
PB 02 438 A	9198563	323132
PB 02 439	9198558	321258
PB 02 439 A	9198566	319431
PB 02 440	9198568	317558
PB 02 440 A	9198567	315689
PB 02 441	9198573	313820

Amostra	Latitude	Longitude
PB 01 156A	9155436.31	307450.13
PB 01 157	9154953.79	308461.39
PB 01 157A	9154471.27	309472.65
PB 01 158	9153988.75	310316.15
PB 01 158A	9153506.24	311119.16
PB 01 159	9153023.72	312169.13
PB 01 159A	9152541.20	313009.03
PB 01 160	9152058.68	314000.08
PB 01 160A	9151576.16	314810.47
PB 01 161	9151093.64	315830.9
PB 01 161A	9150611.12	316711.47
PB 01 162	9150128.60	317665.31
PB 01 162A	9149646.08	318545.8
PB 01 163	9149163.56	319497.94
PB 01 163A	9148681.04	320358.7
PB 01 164	9148198.52	319589.04
PB 01 164A	9147716.00	318551.5
PB 01 165	9147233.49	317746.15
PB 01 165A	9146750.97	316661.12
PB 01 166	9146268.45	315904.23
PB 01 167	9145785.93	314058.65
PB 01 167A	9145303.41	313257.19
PB 01 168	9144820.89	312210.89
PB 01 168A	9144338.37	311378.2
PB 01 169	9143855.85	310326.31
PB 01 169A	9143373.33	309444.16
PB 01 170	9142890.81	308439.7
PB 01 170A	9142408.29	307521.16
PB 01 171	9141925.77	306482.11
PB 01 171A	9141443.25	305465.15
PB 01 172	9140960.74	304523.34
PB 01 172A	9140478.22	303442.44
PB 01 173	9139995.70	302287.16
PB 01 173A	9139513.18	301044.17
PB 01 174	9139030.66	300050.96
PB 01 175	9138548.14	301135.95
PB 01 175A	9138065.62	301965.53
PB 01 176	9137583.10	302967.74
PB 01 177	9137100.58	304799.38
PB 01 177A	9136618.06	305690.92
PB 01 178	9136135.54	306656.27
PB 01 178A	9135653.02	307636.14
PB 01 179	9135170.50	308513.16
PB 01 179A	9134687.98	309415.57

Amostra	Latitude	Longitude
PB 02 441 A	9198579	311960
PB 02 442	9198563	310092
PB 02 442 A	9198569	308232
PB 02 443	9198563	306356
PB 02 443 A	9198563	304478
PB 02 444	9198530	302603
PB 02 444 A	9196941	303323
PB 02 445	9196932	305174
PB 02 445 A	9196962	307048
PB 02 446	9196986	308921
PB 02 446 A	9196998	310770
PB 02 447	9197022	312654
PB 02 447 A	9197032	314520
PB 02 448	9197050	316366
PB 02 448 A	9197114	318223
PB 02 449	9197167	320084
PB 02 449 A	9197228	321962
PB 02 450	9197268	323831
PB 02 450 A	9197317	325718
PB 02 451	9195571	326736
PB 02 451 A	9195568	324880
PB 02 452	9195569	323007
PB 02 452 A	9195567	321147
PB 02 453	9195560	319275
PB 02 453 A	9195579	317393
PB 02 454	9195567	315513
PB 02 454 A	9195570	313626
PB 02 455	9195574	311763
PB 02 455 A	9195567	309890
PB 02 456	9195561	308030
PB 02 456 A	9195363	306165
PB 02 457	9195563	304253
PB 02 457 A	9194090	304104
PB 02 458	9194059	305974
PB 02 458 A	9194056	307851
PB 02 459	9194065	309720
PB 02 459 A	9194066	311572
PB 02 460	9194058	313422
PB 02 460A	9194071	315300
PB 02 461	9194060	317162
PB 02 461A	9194059	319029
PB 02 462	9194064	320897
PB 02 462 A	9194072	322752
PB 02 463	9194059	324619

Amostra	Latitude	Longitude
PB 01 180	9134205.47	310314.56
PB 01 181	9133722.95	312114.2
PB 01 181A	9133240.43	311128.66
PB 01 181A	9132757.91	313051.66
PB 01 182	9132275.39	313974.72
PB 01 183	9131792.87	315833.46
PB 01 183A	9131310.35	316610.48
PB 01 184	9130827.83	317499.99
PB 01 184A	9130345.31	318411.82
PB 01 185	9129862.79	319166.52
PB 01 186	9129380.27	317366.26
PB 01 186A	9128897.75	316537.28
PB 01 187	9128415.23	315691.8
PB 01 188	9127932.72	314015.45
PB 01 188A	9127450.20	313155.4
PB 01 189	9126967.68	312134.94
PB 01 189A	9126485.16	311365.04
PB 01 190	9126002.64	310254.32
PB 01 190A	9125520.12	309420.06
PB 01 191	9125037.60	308338.63
PB 01 191A	9124555.08	307363.89
PB 01 192	9124072.56	306422.82
PB 01 192A	9123590.04	305584.67
PB 01 193	9123107.52	304786.81
PB 01 194	9122625.00	303149.02
PB 01 195	9122142.48	302908.54
PB 01 195A	9121659.96	303577.27
PB 01 196	9121177.45	304761.86
PB 01 196A	9120694.93	305633.19
PB 01 197	9120212.41	306613.29
PB 01 197A	9119729.89	307412.67
PB 01 198	9119247.37	308457.31
PB 01 198A	9118764.85	309346.96
PB 01 199	9118282.33	310301.32
PB 01 199A	9117799.81	311225.97
PB 01 200	9117317.29	312185.45
PB 01 200A	9116834.77	313126.53
PB 01 201	9116352.25	314069.59
PB 01 202	9115869.73	315858.4
PB 01 202A	9115387.21	316707.83
PB 01 203	9114904.70	317647.1
PB 01 204	9114422.18	317648.56
PB 01 204A	9113939.66	316779.19
PB 01 205	9113457.14	315837.57

Amostra	Latitude	Longitude
PB 02 463 A	9194076	326461
PB 02 464	9194055	328335
PB 02 464 A	9192580	328992
PB 02 465	9192560	327139
PB 02 465 A	9192550	325234
PB 02 466	9192555	323388
PB 02 466 A	9192568	321556
PB 02 467	9192563	319654
PB 02 467 A	9192583	317787
PB 02 468	9192566	315913
PB 02 468 A	9192565	314040
PB 02 469	9192558	312165
PB 02 469 A	9192558	310296
PB 02 470	9192553	308427
PB 02 470 A	9192556	306552
PB 02 471	9192556	304556
PB 02 471 A	9191064	304120
PB 02 472	9191069	305999
PB 02 472 A	9191075	307857
PB 02 473	9191060	309745
PB 02 473 A	9191067	311608
PB 02 474	9191055	313462
PB 02 474 A	9191059	315324
PB 02 475	9191068	317182
PB 02 475 A	9191068	319032
PB 02 476	9191055	320884
PB 02 476 A	9191060	322740
PB 02 478	9189575	327533
PB 02 478 A	9189555	325655
PB 02 479	9189552	323810
PB 02 479 A	9189560	321936
PB 02 480	9189555	320087
PB 02 480 A	9189567	318210
PB 02 481	9189554	316355
PB 02 481 A	9189560	314495
PB 02 482	9189552	312636
PB 02 482 A	9186548	310787
PB 02 483	9189558	308913
PB 02 483 A	9189559	307055
PB 02 484	9189558	305182
PB 02 484 A	9188068	304961
PB 02 485	9188049	306839
PB 02 485 A	9188065	308686
PB 02 486	9188064	310529

Amostra	Latitude	Longitude
PB 01 206	9112974.62	314026.68
PB 01 206A	9112492.10	313142.55
PB 01 207	9112009.58	312145.88
PB 01 207A	9111527.06	311318.91
PB 01 208	9111044.54	310263.29
PB 01 208A	9110562.02	309362.46
PB 01 209	9110079.50	308448.61
PB 01 209A	9109596.98	307505.4
PB 01 210	9109114.46	306632.15
PB 01 210A	9108631.95	305725.77
PB 01 211	9108149.43	304795.51
PB 01 211A	9107666.91	303946.21
PB 01 212	9107184.39	302957.09
PB 01 213	9106701.87	301118.17
PB 01 213A	9106219.35	300331.24
PB 01 214	9105736.83	299277.35
PB 01 215	9105254.31	299115.68
PB 01 216	9104771.79	300163.88
PB 01 217	9104289.27	301212.08
PB 01 218	9103806.75	302930.8
PB 01 218A	9103324.23	303640.24
PB 01 219	9102841.71	304649.51
PB 01 219A	9102359.19	305420.07
PB 01 220	9101876.68	306610.13
PB 01 220A	9101394.16	307476.2
PB 01 221	9100911.64	308568.75
PB 01 221A	9100429.12	309399.65
PB 01 222	9099946.60	310337.01
PB 01 222A	9099464.08	311179.16
PB 01 223	9098981.56	312105.28
PB 01 223A	9098499.04	312858.97
PB 01 224	9098016.52	313765.16
PB 01 224A	9097534.00	314594.47
PB 01 225	9097051.48	315425.03
PB 01 226	9096568.96	315449.15
PB 01 226A	9096086.44	314588.62
PB 01 227	9095603.93	313813.07
PB 01 228	9095121.41	312175.2
PB 01 228A	9094638.89	311482.24
PB 01 229	9094156.37	310303.11
PB 01 229A	9093673.85	309448.28
PB 01 230	9093191.33	308431.11
PB 01 230A	9092708.81	307513.98
PB 01 231	9092226.29	306588.72

Amostra	Latitude	Longitude
PB 02 486 A	9188063	312400
PB 02 487	9188065	314279
PB 02 487 A	9188058	316123
PB 02 488	9188066	317995
PB 02 488 A	9188059	319856
PB 02 489	9188063	321706
PB 02 489 A	9188060	323557
PB 02 490	9188067	325418
PB 02 490 A	9186554	325282
PB 02 491	9186561	323389
PB 02 491 A	9186557	321556
PB 02 492	9186561	319659
PB 02 492 A	9186590	317794
PB 02 493	9186561	315954
PB 02 493 A	9186573	314087
PB 02 494	9186569	312190
PB 02 494 A	9186571	310340
PB 02 495	9186564	308488
PB 02 495 A	9186558	306630
PB 02 496	9186554	304740
PB 02 496 A	9185060	303418
PB 02 497	9185042	305277
PB 02 497 A	9185063	307143
PB 02 498	9185050	309014
PB 02 498 A	9185047	310878
PB 02 499	9185058	312730
PB 02 499 A	9185055	314589
PB 02 500	9185055	316450
PB 02 500 A	9185062	318299
PB 02 501	9185070	320213
PB 02 501 A	9185056	322089
PB 02 502	9185082	323961
PB 02 502 A	9185064	325811
PB 02 503	9185079	327666
PB 02 503 A	9183572	327040
PB 02 504	9183560	325212
PB 02 504 A	9183556	323349
PB 02 505	9183559	321491
PB 02 505 A	9183566	319625
PB 02 506	9183559	317781
PB 02 506 A	9183561	315924
PB 02 507	9183561	314040
PB 02 507 A	9183563	312190
PB 02 508	9183562	310324

Amostra	Latitude	Longitude
PB 01 231A	9091743.77	305479.97
PB 01 232	9091261.25	304744.54
PB 01 232A	9090778.73	303766.33
PB 01 233	9090296.21	302890.84
PB 01 2-34	9089813.69	301037.23
PB 01 2-34A	9089331.17	300439.22
PB 01 235	9088848.66	299228.29
PB 01 235A	9088366.14	298261.31
PB 01 236	9087883.62	297417.57
PB 01 237	9087401.10	297302.02
PB 01 237A	9086918.58	298342.73
PB 01 238	9086436.06	299124.19
PB 01 238A	9085953.54	300365.82
PB 01 239	9085471.02	300946.24
PB 01 239A	9084988.50	302079.31
PB 01 240	9084505.98	302851.32
PB 01 240A	9084023.46	303726.62
PB 01 241	9083540.94	304756.5
PB 01 241A	9083058.42	305594.97
PB 01 242	9082575.91	306569.52
PB 01 242A	9082093.39	307407.78
PB 01 243	9081610.87	308382.54
PB 01 243A	9081128.35	309353.48
PB 01 244	9080645.83	310252.53
PB 01 244A	9080163.31	311376.54
PB 01 245	9079680.79	312122.62
PB 01 246	9079198.27	313036.26
PB 01 247	9078715.75	312442.16
PB 01 247A	9078233.23	311469.53
PB 01 248	9077750.71	310485.37
PB 01 248A	9077268.19	309457.49
PB 01 249	9076785.67	308329.64
PB 01 249A	9076303.16	307367.53
PB 01 250	9075820.64	306461.41
PB 01 250A	9075338.12	305377.6
PB 01 251	9074855.60	304305.93
PB 01 251A	9074373.08	303443.54
PB 01 252	9073890.56	302470.63
PB 01 252A	9073408.04	301375.66
PB 01 253	9072925.52	300403.11
PB 01 253A	9072443.00	299396.73
PB 01 254	9071960.48	298479.37
PB 01 254A	9071477.96	297539.43
PB 01 255	9070995.44	296334.66

Amostra	Latitude	Longitude
PB 02 508 A	9183552	308458
PB 02 509	9183561	306593
PB 02 509 A	9183557	304718
PB 02 510	9183579	303429
PB 02 510 A	9181855	303050
PB 02 511	9181878	304893
PB 02 511 A	9181912	306759
PB 02 512	9181929	303633
PB 02 512 A	9181967	310507
PB 02 513	9181990	312362
PB 02 513 A	9182034	314213
PB 02 514	9182054	316071
PB 02 514 A	9182063	317936
PB 02 515	9182058	319814
PB 02 515 A	9182060	321661
PB 02 516	9182069	322550
PB 02 516 A	9182063	325399
PB 02 517	9182057	327259
PB 02 517 A	9182058	329110
PB 02 518	9180550	328006
PB 02 518 A	9180560	326126
PB 02 519	9180561	324232
PB 02 519 A	9180552	322351
PB 02 520	9180577	320525
PB 02 520 A	9180562	318632
PB 02 521	9180568	316752
PB 02 521 A	9180567	314884
PB 02 522	9180558	313008
PB 02 522 A	9180562	311150
PB 02 523	9180549	309263
PB 02 523 A	9180566	307419
PB 02 524	9180554	305551
PB 02 524 A	9180550	303682
PB 02 525	9179059	303558
PB 02 525 A	9179069	305431
PB 02 526	9179040	307286
PB 02 526 A	9179057	309147
PB 02 527	9179067	311024
PB 02 527 A	9179057	312863
PB 02 528	9179055	314728
PB 02 528 A	9179060	316612
PB 02 529	9179053	318477
PB 02 529 A	9179047	320338
PB 02 530	9179072	322203

Amostra	Latitude	Longitude
PB 01 255A	9070512.92	295251.12
PB 01 256	9070030.40	293474.74
PB 01 256A	9069547.89	294491.91
PB 01 257	9069065.37	295299.01
PB 01 257A	9068582.85	296238.86
PB 01 258	9068100.33	297444.35
PB 01 258A	9067617.81	298549.24
PB 01 259	9067135.29	299544.32
PB 01 259A	9066652.77	300539.84
PB 01 260	9066170.25	301556.24
PB 01 260A	9065687.73	302397.21
PB 01 261	9065205.21	303569.08
PB 01 261A	9064722.69	304353.95
PB 01 262	9064240.17	305458.91
PB 01 262A	9063757.65	306421.15
PB 01 263	9063275.14	307471.62
PB 01 263A	9062792.62	308455.87
PB 01 264	9062310.10	309395.26
PB 01 264A	9061827.58	310501.11
PB 01 265	9061345.06	311462.92
PB 01 265A	9060862.54	320464.8
PB 01 266	9060380.02	319470.14
PB 01 266A	9059897.50	318464.41
PB 01 002	9059414.98	310549.51
PB 01 001A	9058932.46	310586.47
PB 01 003	9058449.94	310623.43
PB 01 002A	9057967.42	310660.39
PB 01 006	9057484.90	310697.35
PB 01 007	9057002.38	310734.31
PB 01 008	9056519.87	310771.27
PB 01 005A	9056037.35	310808.23
PB 01 007	9055554.83	310845.19
PB 01 006A	9055072.31	310882.15
PB 01 008	9054589.79	310919.11
PB 01 007A	9054107.27	310956.07
PB 01 009	9053624.75	310993.03
PB 01 008A	9053142.23	311029.99
PB 01 011	9052659.71	311066.95
PB 01 012	9052177.19	311103.91
PB 01 010A	9051694.67	311140.87
PB 01 012	9051212.15	311177.83
PB 01 011A	9050729.63	311214.79
PB 01 013	9050247.12	311251.75
PB 01 012A	9049764.60	311288.71

Amostra	Latitude	Longitude
PB 02 530 A	9179052	324052
PB 02 531	9179064	325904
PB 02 531 A	9179069	327770
PB 02 532	9177580	327629
PB 02 532A	9177563	325764
PB 02 533	9177569	323887
PB 02 533 A	9177565	322023
PB 02 534	9177557	320158
PB 02 534 A	9177560	318287
PB 02 535	9177563	316370
PB 02 535 A	9177565	314521
PB 02 536	9177557	312645
PB 02 536 A	9177559	310791
PB 02 537	9177555	308927
PB 02 537 A	9177555	307062
PB 02 538	9177585	305169
PB 02 538 A	9177558	303446
PB 02 539	9175815	302664
PB 02 539 A	9175844	304522
PB 02 540	9175862	306359
PB 02 540 A	9175911	308217
PB 02 541	9175930	310072
PB 02 541 A	9175970	311918
PB 01 309	9176664.11	316196.54
PB 01 308A	9176558.32	316202.67
PB 01 310	9176452.52	316208.8
PB 01 309A	9176346.72	316214.94
PB 01 311	9176240.93	316221.07
PB 01 310A	9176135.13	316227.2
PB 01 312	9176029.34	316233.33
PB 01 311A	9175923.54	316239.47
PB 01 313	9175817.75	316245.6
PB 01 312A	9175711.95	316251.73
PB 01 314	9175606.16	316257.87
PB 01 313A	9175500.36	316264
PB 01 315	9175394.56	316270.13
PB 01 314A	9175288.77	316276.27
PB 01 316	9175182.97	316282.4
PB 01 315A	9175077.18	316288.53
PB 01 317	9174971.38	316294.66
PB 01 316A	9174865.59	316300.8
PB 01 318	9174759.79	316306.93
PB 01 317A	9174653.99	316313.06
PB 01 319	9174548.2	316319.2

Amostra	Latitude	Longitude
PB 01 014	9049282.08	311325.67
PB 01 013A	9048799.56	311362.63
PB 01 015	9048317.04	311399.59
PB 01 014A	9047834.52	311436.55
PB 01 016	9047352.00	311473.51
PB 01 015A	9046869.48	311510.47
PB 01 018	9046386.96	311547.43
PB 01 019	9045904.44	311584.39
PB 01 017A	9045421.92	311621.35
PB 01 020	9044939.40	311658.31
PB 01 021	9044456.88	311695.27
PB 01 019A	9043974.37	311732.23
PB 01 021	9043491.85	311769.19
PB 01 020A	9043009.33	311806.15
PB 01 022	9042526.81	311843.11
PB 01 021A	9042044.29	311880.07
PB 01 023	9041561.77	311917.03
PB 01 022A	9041079.25	311953.99
PB 01 024	9040596.73	311990.95
PB 01 023A	9040114.21	312027.91
PB 01 025	9039631.69	312064.87
PB 01 024A	9039149.17	312101.83
PB 01 026	9038666.65	312138.79
PB 01 025A	9038184.13	312175.75
PB 01 028	9037701.61	312212.71
PB 01 029	9037219.10	312249.67
PB 01 027A	9036736.58	312286.63
PB 01 031	9036254.06	312323.58
PB 01 032	9035771.54	312360.54
PB 01 033	9035289.02	312397.5
PB 01 030A	9034806.50	312434.46
PB 01 030B	9034323.98	312471.42
PB 01 032	9033841.46	312508.38
PB 01 031A	9033358.94	312545.34
PB 01 033	9032876.42	312582.3
PB 01 032A	9032393.90	312619.26
PB 01 034	9031911.38	312656.22
PB 01 033A	9031428.86	312693.18
PB 01 035	9030946.35	312730.14
PB 01 034A	9030463.83	312767.1
PB 01 037	9029981.31	312804.06
PB 01 038	9029498.79	312841.02
PB 01 036A	9029016.27	312877.98
PB 01 039	9028533.75	312914.94

Amostra	Latitude	Longitude
PB 01 318A	9174442.4	316325.33
PB 01 320	9174336.61	316331.46
PB 01 319A	9174230.81	316337.6
PB 01 321	9174125.02	316343.73
PB 01 320A	9174019.22	316349.86
PB 01 322	9173913.43	316355.99
PB 01 321A	9173807.63	316362.13
PB 01 323	9173701.83	316368.26
PB 01 322A	9173596.04	316374.39
PB 01 324	9173490.24	316380.53
PB 01 323A	9173384.45	316386.66
PB 01 325	9173278.65	316392.79
PB 01 324A	9173172.86	316398.93
PB 01 326	9173067.06	316405.06
PB 01 325A	9172961.27	316411.19
PB 02 327	9172855.47	316417.32
PB 02 326A	9172749.67	316423.46
PB 02 328	9172643.88	316429.59
PB 02 327 A	9172538.08	316435.72
PB 02 329	9172432.29	316441.86
PB 02 328 A	9172326.49	316447.99
PB 02 330	9172220.7	316454.12
PB 02 329 A	9172114.9	316460.26
PB 02 331	9172009.1	316466.39
PB 02 330 A	9171903.31	316472.52
PB 02 332	9171797.51	316478.65
PB 02 331 A	9171691.72	316484.79
PB 02 333	9171585.92	316490.92
PB 02 332 A	9171480.13	316497.05
PB 02 334	9171374.33	316503.19
PB 02 333 A	9171268.54	316509.32
PB 02 335	9171162.74	316515.45
PB 02 334 A	9171056.94	316521.59
PB 02 336	9170951.15	316527.72
PB 02 335 A	9170845.35	316533.85
PB 02 337	9170739.56	316539.99
PB 02 336 A	9170633.76	316546.12
PB 02 338	9170527.97	316552.25
PB 02 337 A	9170422.17	316558.38
PB 02 339	9170316.37	316564.52
PB 02 338 A	9170210.58	316570.65
PB 02 340	9170104.78	316576.78
PB 02 339 A	9169998.99	316582.92
PB 02 341	9169893.19	316589.05

Amostra	Latitude	Longitude
PB 01 040	9028051.23	312951.9
PB 01 038A	9027568.71	312988.86
PB 01 040	9027086.19	313025.82
PB 01 039A	9026603.67	313062.78
PB 01 039B	9026121.15	313099.74
PB 01 041	9025638.63	313136.7
PB 01 040A	9025156.11	313173.66
PB 01 042	9024673.59	313210.62
PB 01 041A	9024191.08	313247.58
PB 01 043	9023708.56	313284.54
PB 01 042A	9023226.04	313321.5
PB 01 044	9022743.52	313358.46
PB 01 043A	9022261.00	313395.42
PB 01 045	9021778.48	313432.38
PB 01 044A	9021295.96	313469.34
PB 01 052	9020813.44	313506.3

Amostra	Latitude	Longitude
PB 02 340 A	9169787.4	316595.18
PB 02 342	9169681.6	316601.32
PB 02 341 A	9169575.81	316607.45
PB 02 343	9169470.01	316613.58
PB 02 342 A	9169364.21	316619.71
PB 02 344	9169258.42	316625.85
PB 02 343 A	9169152.62	316631.98
PB 02 345	9169046.83	316638.11
PB 02 344 A	9168941.03	316644.25
PB 02 346	9168835.24	316650.38
PB 02 345 A	9168729.44	316656.51
PB 02 347	9168623.65	316662.65
PB 02 346 A	9168517.85	316668.78
PB 02 348	9168412.05	316674.91
PB 02 347 A	9168306.26	316681.04
PB 02 349	9168200.46	316687.18