



Escola Superior de Ciências Marinhas e Costeiras

Monografia para obtenção de grau de Licenciatura em Geologia Marinha

Estudo Comparativo da Distribuição Granulométrica de Sedimentos da Praia do Madal e Zalala-Quelimane, Zambézia



Autor

Lucas Vasco Muhai

Quelimane, Outubro de 2017



Escola Superior de Ciências Marinhas e Costeiras

Monografia para obtenção de grau de Licenciatura em Geologia Marinha

Estudo Comparativo da Distribuição Granulométrica de Sedimentos da Praia do Madal e Zalala-Quelimane, Zambézia

Autor

Lucas Vasco Muhai

Supervisor:

PhD. Fialho Nehama

Quelimane, Outubro de 2017

Dedicatória

Dedico:

Aos meus pais: Vasco Muhai e Isabel Chaia por terem permitido a minha existência e por trazer-me no mundo como homem novo dotado de valores éticos, morais e culturais garantindo o progresso na ciência.

A todos que evidenciaram esforços para o meu sucesso.

Agradecimentos

Agradeço a Deus todo soberano pelo facto de ser meu advogado e companheiro de sempre.

Agradecimentos em especial ao Ph.D. Fialho Nehama, Msc. Noca e Msc. Matsinhe pelo acompanhamento, paciência abrindo novos horizontes.

Imensurável agradecimento aos meus irmãos: Mungomene Muhai, Raimundo Muhai e Rosa Muhai pelo apoio moral sempre.

Aos docentes da ESCMC, que transmitiram a ciência, construíram o conhecimento e ensinaram-me o valor da vida em especial a dra. Carlota, Msc. César, Ph.D. Hogueane, Msc. Naftal, Msc. Pita, Msc. Ferraz, Eng.^a Joana, Msc. Mocuba, Msc. Alfandega, Msc. Yolanda, dr. Lopes, dr. Banito e a todos os docentes que durante os 4 anos contribuíram com ensinamentos para minha formação.

A todos meus colegas da turma de Geologia Marinha 2014, em especial o Sérgio Caetano, Samuel Chichava, Hermenigildo Tomás, Adérito Maússe, Jordão Tsamba, Catarina Tuáira, Balbina Sitõe, Mércia João, José Xiéo, António Guzia, Nilton, Nórton, Flávio e outros que não puderam ser citados incluindo os da turma de Biologia, Química e Oceanografia pelo companheirismo e apoio que prestaram em mim durante os 4 anos intenso e de muita aprendizagem.

Declaração e compromisso de honra

Eu, Lucas Vasco Muhai declaro por minha honra que este trabalho de licenciatura é da minha autoria e a informação aqui contida espelha fielmente os dados obtidos. Este trabalho nunca foi submetido em nenhuma instituição para obtenção de qualquer grau académico.

As contribuições dos outros autores neste trabalho foram citados e referenciados.

Assinatura

(Lucas Vasco Muhai)

Quelimane, Outubro de 2017

Resumo

Este estudo tem como objectivo de Conhecer a Distribuição Granulométrica de Sedimentos da Praia do Madal e de Zalala. Os dados analisados foram obtidos em duas saídas de campo, todas realizadas na fase da maré viva e que consistiu em medir as velocidades das correntes de ondas, amplitudes de marés e fez-se a colecta de sedimentos. As amostras de sedimentos foram analisados no Laboratório de Sedimentologia da UEM no Departamento de Geologia, onde foi aplicado o método de neutralização pelo HCl a 30% e deixar a amostra decantar por 24 horas e seguiu-se com a lavagem dos sedimentos utilizando água destilada para permitir a eliminação dos carbonatos. Em uma estufa colocou-se as amostras a secar durante 24 horas e depois extraiu-se o peso final. Selecionou-se os crivos adequados para analisar os sedimentos da natureza de praia. Entretanto os pesos retidos em cada crivo, foram utilizados na construção das curvas de frequências simples e acumulada, contudo determinou-se os parâmetros granulométricos a média, desvio padrão, assimetria e angulosidade, desta forma permitindo a descrição das características de sedimentos que compõem ambas praias.

Palavra-chave: Granulometria, Parâmetros Estatísticos e Inclinação.

Abstract

This study aims to Knowthe Grain-size Distribution of Sediments ofMadal Beach and Zalala. The data analyzed were obtained in two field trips, all carried out during the live tide phase, which consisted in measuring the velocities of wave currents, tidal amplitudes and sediment collection. The sediment samples were analyzed in the Sedimentology Laboratory of the UEM in the Department of Geology, where the neutralization method was applied by 30% HCl and the sample was allowed to settle for 24 hours, followed by the washing of the sediments using distilled water for the elimination of carbonates. In a greenhouse the samples were dried for 24 hours and the final weight was then extracted. The appropriate screens were selected to analyze the sediments of the beach nature. However, the retained weights in each sieve were used to construct the simple and convoluted frequency curves. However, the grain size parameters were determined in the determination of the mean, standard deviation, asymmetry and angularity, thus allowing the description of sediment characteristics on both beaches.

Keyword (s): Grain-size, statistical parameters and Slope.

Lista de Abreviaturas

AS – Amostra de sedimento

UEM – Universidade Eduardo Mondlane

PM – Praia do madal

PZ – Praia de zalala

PMV – Praia do madal na maré viva

PZV – Praia de zalala na maré viva

MR – Massa retida

MRA – Massa retida acumulada

AG – Areia grossa

AM – Areia média

AF – Areia fina

AMF – Areia muito fina

Fr – Frequência simple

FR – Frequência reactiva percentual retida

FRA – Frequência acumulada percentual retida

FP – Frequência acumulada percentual passante

ϕ – Phi;

SD – Desvio Padrão

SK – Skewness

KG – Kurtose

Lista de figuras

Figura 1: Mapa da área de estudo. Fonte: (Google Earth, 2017).....	10
Figura 2: Material utilizado para a remoção de carbonatos, secagem e pesagem.	13
Figura 3: Crivos em escala milimétrica utilizados para a crivagem no laboratório de Sedimentologia.	14
Figura 4: Curvas da distribuição de frequência simples percentual da análise granulométrica no Ponto 2.	18
Figura 5: Curvas da distribuição de frequência simples percentual da análise granulométrica no Ponto 3.	19
Figura 6: Curvas da distribuição de frequência simples percentual da análise granulométrica no Ponto 4.	19
Figura 7: Curvas da distribuição de frequência simples percentual da análise granulométrica no Ponto 6.	19
Figura 8: Curvas da distribuição de frequência simples percentual da análise granulométrica no Ponto 8.	20
Figura 9: Curvas da distribuição de frequência simples percentual da análise granulométrica no Ponto 11.	20
Figura 10: Curvas da distribuição de frequências acumuladas dadas em percentagens de frações retidas (A)-Praia do Madal e (B)-Praia de Zalala na escala phi (ϕ) baseado no método de (Folk & Ward, 1957).	21
Figura 11: Curvas da distribuição de frequências acumuladas dadas em percentagens de frações que passaram em cada crivo (A) -Praia do Madal e (B) -Praia de Zalala na escala milimétrica baseado no modelo de (Yang, 1996).	22
Figura 12: Velocidades típicas das correntes medidas na maré de sizígia nos dois ambientes praias (A)-Praia do Madal e (B)-Praia de Zalala. É evidente que os picos máximas das velocidades são observados na praia de Madal.....	24

Figura 13: Amplitudes máximas da maré observada em (A) que representa Praia do Madal atingiram cerca de 1.6 m, e na ilustração (B) na Praia de Zalala registou-se o pico máximo aproximadamente 3 m..... 25

Figura 14: Perfil Topográfico do terreno mostrando vários contornos na Praia de Zalala (A) relativamente a do Madal (B), e que com o aumento da profundidade partindo de um ponto referencial considerando o topo, aumenta também o valor do phi. 25

Figura 15: Diagrama de Hjulstrom que descreve a velocidade média da corrente (m/s) para a erosão, transporte e deposição de sedimentos em função do diâmetro dos grãos (mm) (The Open University, 1999). 31

Lista de tabelas

Tabela 1: Classificação granulométrica de Udden-Wentworth, os valores expressos em mm e phi e terminologia de Wentworth traduzida por (Suguio, 1973).	5
Tabela 2: Métodos recomendados para determinação da granulometria em sedimentos não-consolidados (Muller, 1967).	5
Tabela 3: Coordenadas de AS colectadas na baixa-mar da maré de sizígia – PMV e PZV.	12
Tabela 4: Análise granulométrica pelo método de crivagem.	15
Tabela 5: Fórmulas de Estimativa dos Parâmetros Estatísticos pelo (Folk & Ward, 1957).	15
Tabela 6: Material utilizado no campo e no laboratório incluindo reagentes.	17
Tabela 7: Parâmetros granulométricos em todos pontos colectados na Praia de Madal.	22
Tabela 8: Parâmetros granulométricos em todos pontos colectados na Praia de Zalala.	23
Tabela 9: Percentual do diâmetro médio em ambas praias.	23

Índice

Dedicatória.....	I
Agradecimentos	II
Declaração e compromisso de honra	III
Resumo	IV
Abstract	V
Lista de Abreviaturas	VI
Lista de figuras.....	VII
Lista de tabelas.....	IX
1. INTRODUÇÃO	1
1.1. Problematização.....	2
1.2. Justificativa	2
1.3. Objectivos	3
1.3.1. Objectivo Geral.....	3
1.3.2. Objectivos Específicos.....	3
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	4
2.1. Análise Grnulóométrica.....	4
2.1.1. Escalas de Classificação Granulométrica	4
2.1.2. Métodos de Análise Granulométrica	5
2.1.3. Determinação de parâmetros estatísticos	6
2.1.3.1. Medidas de tendência central.....	6

2.1.3.2. Medida de dispersão	6
2.1.3.3. Medidas de Momentos.....	7
2.2. Relação da inclinação da praia com a granulometria de sedimento	8
3. METODOLOGIA DA PESQUISA	10
3.1. Localização Geográfica e Características Geomorfológica.....	10
3.2. Levantamento bibliográfico.....	11
3.3. Trabalho do campo	11
3.4. Análise laboratorial.....	12
3.4.1. Preparação das Amostras	12
3.4.2. Análise granulométrica	14
3.5. Processamento de amostras de sedimentos.....	14
3.6. Determinação de phi/percentil	15
3.7. Determinação da velocidade média	16
3.8. Materiais	17
4. RESULTADOS.....	17
4.1. Caracterização da distribuição dos sedimentos de ambas praias ao longo do perfil transversal e longitudinal	18
4.1.1. Representação de Método Gráfico para medidas de tendência central.....	18
4.1.2. Distribuição de Frequências acumuladas retidas e passantes	21
4.1.3. Representação de Parâmetros Estatísticos em Tabelas.....	22
4.1.4. Distribuição percentual do diâmetro médio em cada ponto de amostragem	23

4.2. Energia típica que chega nas praias com base nos dados medidos.....	24
4.3. Representação de Amplitudes de Marés	25
4.4. Relação da inclinação com o tamanho dos sedimentos das praias	25
5. DISCUSSÃO	26
5.1. Caracterização da distribuição dos sedimentos de ambas praias ao longo do perfil transversal e longitudinal	26
5.1.1. Comparação de medida de tendência central (média) em ambas praias.....	26
5.1.2. Distribuição de Frequências acumuladas retidas e passantes	26
5.1.3. Comparação de medida de dispersão – Desvio padrão.....	27
5.1.4. Comparação de medidas de momentos – skewness e kurtosis	27
5.1.5. Distribuição percentual do diâmetro médio em cada ponto de amostragem	29
5.2. Estimar a energia típica que chega as praias com base na distribuição de sedimentos	30
5.2.1. Comparação entre a granulometria de sedimentos com a velocidade média da corrente de acordo com o diagrama de Hjulstrom.....	30
5.2.2. Amplitude de maré registada na maré viva.....	31
5.3. Relação da inclinação com o tamanho dos sedimentos das praias	31
6. CONCLUSÕES & RECOMENDAÇÕES.....	33
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	35
8. ANEXOS	37
8.1. Gráficos de distribuição de frequências simples.....	37

1. INTRODUÇÃO

Geólogos têm trazido importantes contribuições ao estudo das praias, especialmente dos sedimentos. Em suas investigações têm se concentrado nas várias propriedades dos sedimentos tais como a distribuição estatística do tamanho do grão, incluindo variações de tamanho ao longo das praias, o grau de arredondamento e forma do grão (Oliveira *et al.*, 2013).

As variações na textura dos sedimentos de praias ao longo da costa e seu padrão de distribuição fornecem valiosas informações sobre os principais processos actuantes em praias arenosas, onde o tamanho e a constituição dos grãos que formam as praias exercem um importante papel no comportamento e na variação da declividade das praias arenosas (Araújo, 2008).

Sedimento é a partícula derivada da rocha, ou materiais biológicos por processos físicos e/ou químicos, que pode ser transportado pela água e vento do lugar de origem até locais de deposição como rios, lagos ou mar (Carvalho, 1994).

As praias constituem depósitos de sedimentos não consolidados não vegetados, comumente de granulometria areia, que se estendem desde a linha de baixa-mar até alguma feição geomorfológica, como: duna, falésia ou qualquer estrutura desenvolvida pelo homem. As ondas, correntes e ventos actuam sobre os sedimentos da praia, podendo erodir, transportar e depositá-los (Andrade & Jesus, 2013).

A análise granulométrica consiste na determinação das dimensões das partículas que constituem as amostras (presumivelmente representativas dos sedimentos) e no tratamento estatístico dessa informação. Basicamente, o que é necessário fazer, é determinar as dimensões das partículas individuais e estudar a sua distribuição, quer pelo peso de cada classe dimensional considerada, quer pelo seu volume, quer ainda pelo número de partículas integradas em cada classe. Na realidade, estas três formas têm sido utilizadas (Dias, 2004).

Os sedimentos da zona costeira são importantes na origem de rochas sedimentares contribuindo deste modo no processo de formação de hidrocarbonetos. Também são encontrados os depósitos

de minérios e minerais pesados em abundância nas praias que são constituídas maioritariamente por sedimentos de tamanho relativamente fino. O estudo de tamanho de sedimento é relevante para a economia do País uma vez que as praias proporcionam ambiente de lazer para diversas comunidades do mundo, porém uma praia que está desaparecendo devido aos processos erosivos poderá ser recuperada quando conhecido o material sedimentar quanto ao tamanho que fazia parte da praia antes de ser perdida.

Este estudo visa conhecer as características granulométricas dos sedimentos das Praias do Madal e Zalala correlacionando as energias típicas e inclinação da face da praia através da interpretação estatística.

1.1. Problematização

A constante acumulação de diverso material sedimentar proveniente de fluxo fluvial, ondas, marés e correntes proporcionou interesse no conhecimento granulométrico.

Devido a escassez de informação relativa à granulometria de sedimentos na praia de Madal e Zalala, despertou atenção em desenvolver um estudo aprofundado a fim de conhecer o tamanho de sedimento que encontra-se distribuído nestes ambientes Costeiros.

Na praia de Madal os processos hidrodinâmicos exercem maior influência na erosão e transporte de sedimentos, por outro lado na unidade geomorfológica da praia de Zalala observa-se acumulação massiva do material sedimentar.

Qual é a granulometria de sedimentos que encontra-se distribuído em ambas praias?

1.2. Justificativa

Na área da Geologia Marinha, recentemente são evidentes diversos trabalhos científicos que têm em vista um conhecimento detalhado da zona costeira como o mar. Neste contexto para além de pesquisas efectuadas com o propósito de identificar os recursos naturais distribuídos ao longo de toda zona costeira também são realizados trabalhos para o conhecimento de granulometria de sedimentos.

O estudo da granulometria de sedimentos é de extrema importância no fornecimento da informação sobre a possível existência de minerais pesados, hidrocarbonetos e a quantidade de

energia que chega nestas praias como também nos permite determinar o grau de inclinação, contudo a disposição das praias quanto à inclinação pode de alguma forma influenciar nas actividades pesqueiras, daí que a comunidade circunvizinha usufruirá menos dos recursos pesqueiros dessas praias. O conhecimento da granulometria de ambiente numa praia ajuda a determinar possíveis medidas quando pretende-se executar projecto de recuperação da praia que está sendo perdida devido à acção erosiva.

A predominância de sedimentos finos ou grossos numa amostra representa uma importância na descrição qualitativa do processo evolutivo de uma praia. Por exemplo, um caudal finoacentuado pode indicar um processo de sedimentação. Por outro lado, a presença de um caudal grosso acentuado na amostra pode ser um indicador de processo de erosão, e essas situações podem ser facilmente determinadas através da simetria da curva granulométrica correspondente. Tais indícios são qualitativos, porém representam indicadores fundamentais para orientar a investigação de um problema de processos litorâneos (Veloso, 2001).

1.3. Objectivos

1.3.1. Objectivo Geral

Conhecer a Distribuição Granulométrica de Sedimentos da praia do Madal e de Zalala.

1.3.2. Objectivos Específicos

- ✓ Caracterizar a distribuição dos sedimentos de ambas praias ao longo do perfil transversal e longitudinal;
- ✓ Estimar a energia típica que chega as praias com base na distribuição de sedimentos;
- ✓ Relacionar a inclinação com o tamanho dos sedimentos das praias.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Análise Grnolométrica

Sugiuo(1973) afirma que o termo diâmetro deve ser usado só para partículas perfeitamente esféricas, cuja área e volume podem ser calculados a partir do diâmetro. Para contornar a limitação ao uso desta terminologia, o subcomité de terminologia de sedimentos da União Americana de Geofísica *apud* Vanoni(1975) propõe que cada termo que descreve o diâmetro do grão esteja associado ao seu método de medição. Três termos foram propostos por este subcomité:

- ✓ Diâmetro de peneiramento: tamanho da abertura da malha da peneira pela qual um determinado grão passa durante o peneiramento.
- ✓ Diâmetro de sedimentação: diâmetro de um determinado grão que durante a sedimentação em um dado fluido apresenta comportamento semelhante ao de uma esfera de determinado peso específico e determinada velocidade de sedimentação que sedimenta neste dado fluido.
- ✓ Diâmetro nominal: diâmetro de um grão que possui o mesmo volume de urna dada esfera.

2.1.1. Escalas de Classificação Granulométrica

As escalas de classificação granulométrica apresentadas a seguir correspondem às mais difundidas nas áreas de geologia e de engenharia, a saber: UDDEN-WENTWORTH, Instituto Britânico de Padronização (British Standards Institute), ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas) e Unified Soil Classification ou Casagrande. A classificação das partículas por tamanho proposta por UDDEN-WENTWORTH é amplamente usada na área de geomorfologia e sedimentologia, enquanto as demais, nos estudos de mecânica dos solos realizados por engenheiros.

Krumbein (1936) *apud* Muller (1967) propôs uma nova unidade de escala adimensional denominada phi baseada no logaritmo na base 2 do diâmetro do grão em milímetros. Para evitar

números negativos na classificação de areias e partículas mais finas, o logaritmo foi multiplicado por -1, assim a escala phi pode ser definida como:

$$\phi = -\log_2 d_{(mm)}$$

Tabela1: Classificação granulométrica de Udden-Wentworth, os valores expressos em mm e phi e terminologia de Wentworth traduzida por (Suguio, 1973).

Nome	Limites de classe(mm)	Limites de classe(ϕ)
Matacão (<i>boulder</i>)	4096 a 256	-12 a -8
Bloco (<i>cobble</i>)	256 a 64	-8 a -6
Seixo (<i>pebble</i>)	64 a 4,0	-6 a -2
Grânulo (<i>granule</i>)	4,0 a 2,0	-2 a -1
Areia muito grossa (<i>very coarse sand</i>)	2,0 a 1,0	-1 a 0
Areia grossa (<i>coarse sand</i>)	1,0 a 0,5	0 a 1
Areia média (<i>medium sand</i>)	0,5 a 0,25	1 a 2
Areia fina (<i>fine sand</i>)	0,25 a 0,125	2 a 3
Areia muito fina (<i>very fine sand</i>)	0,125 a 0,0625	3 a 4
Silte grosso (<i>coarse silt</i>)	0,0625 a 0,031	4 a 5
Silte médio (<i>medium silt</i>)	0,031 a 0,0156	5 a 6
Silte fino (<i>fine silt</i>)	0,0156 a 0,0078	6 a 7
Silte muito fino (<i>very fine silt</i>)	0,0078 a 0,0039	7 a 8
Argila (<i>clay</i>)	0,0039 a 0,00006	8 a 14

2.1.2. Métodos de Análise Granulométrica

Tabela 2: Métodos recomendados para determinação da granulometria em sedimentos não-consolidados (Muller, 1967).

Tamanho do grão (mm)	Método	Quantidade necessária de material
> 100	Medição direta	Matacões individuais: mínimo de 300 partículas
100 a 20	Peneiramento ou medição direta	seixos individuais: mínimo de 300 partículas
20 a 0.063	Peneiramento	grânulo: 1kg; areia: 100g
0.063 a 0.002	Sedimentação em campo gravitacional	1 - 10g
< 0.002	Sedimentação em centrífuga	1 - 5g
	Medição com microscópio eletrônico	0,1 - 0,5g

2.1.3. Determinação de parâmetros estatísticos

O diâmetro médio das partículas de sedimentos é função da fonte de suprimento, do processo de deposição e da taxa de energia imposta ao sedimento que depende da intensidade da corrente ou turbulência do meio (Suguio, 1973).

2.1.3.1. Medidas de tendência central

A mediana é definida como o valor da variável de uma distribuição contínua que divide a área sob a curva normal em duas partes iguais. A média indica a ordem de magnitude da variável analisada, no caso, o diâmetro dos grãos (Veloso, 2001).

2.1.3.2. Medida de dispersão

O desvio-padrão – representa a medida de espalhamento em torno da média, e está associado ao grau de selecção da amostra que indica a predominância ou não de uma dada granulometria (Krumbein & Pettijohn, 1938).

Folk & Ward (1957) apresentam uma escala qualitativa de descrição do grau de selecção dos sedimentos:

$\sigma_1 < 0,35$	muito bem seleccionado
$0,35 < \sigma_1 < 0,50$	bem seleccionado
$0,50 < \sigma_1 < 1,00$	moderadamente seleccionado
$1,00 < \sigma_1 < 2,00$	mal seleccionado
$2,00 < \sigma_1 < 4,00$	muito mal seleccionado
$\sigma_1 > 4,00$	extremamente mal seleccionado

2.1.3.3. Medidas de Momentos

A **assimetria** – representa o grau de deformação da curva de distribuição de frequência simples para direita ou esquerda, analisando-se a relação entre a média e a mediana Dias (2004). Quando os valores da média e da mediana forem iguais, a distribuição é considerada simétrica. No caso de esses valores serem diferentes, a distribuição é assimétrica (Andrade & Jesus, 2013).

A assimetria positiva ocorre quando o valor da média é superior ao valor da mediana. Nesse caso, a cauda da curva de distribuição é mais acentuada para direita (grãos mais finos). A assimetria negativa ocorre quando o valor da média é inferior ao valor da mediana. Nesse caso, a cauda é mais acentuada para a esquerda (grãos mais grossos) (Folk, 1974).

Friedman (1961) e Martins (1965) *apud* Andrade & Jesus (2013) afirmam que assimetria positiva ocorre devido à capacidade do agente de transporte de um fluxo unidireccional (ambiente fluvial e eólico), enquanto a assimetria negativa é causada pela remoção da cauda de grão fino da distribuição através da adição de material grosso (ambiente de praia).

Friedman (1961) *apud* Andrade & Jesus (2013) afirma que quando areias de praia possuem assimetria positiva podem ser distinguidas das areias de rio pelo seu grau de selecção, maior que os sedimentos fluviais.

Uma escala qualitativa para descrição do grau de assimetria dos sedimentos segundo a fórmula de (Folk & Ward, 1957).

$+1,00 < S_{KI} < +0,30$	assimetria muito positiva
$+0,30 < S_{KI} < +0,10$	assimetria positiva (excesso de grãos menores)
$+0,10 < S_{KI} < -0,10$	simétrica
$-0,10 < S_{KI} < -0,30$	assimetria negativa (excesso de grãos maiores)
$-0,30 < S_{KI} < -1,00$	assimetria muito negativa

A **curtose** – corresponde ao grau de achatamento da curva de frequência simples de uma distribuição em relação à curva normal. A curtose mede a razão entre o espalhamento nas extremidades e na porção central. Os pequenos valores de desvio-padrão em uma distribuição normal representam um melhor seccionamento na porção central da curva que tende a apresentar um pico relativamente alto, este tipo de curva é denominada leptocúrtica. Conforme os valores de desvio-padrão aumentam, a curva normal começa a se achatar e se estender, neste caso, a curva de frequência é denominada platicúrtica (Veloso, 2001).

Os valores de curtose muito altos ou muito baixos podem sugerir que um tipo de material foi transportado de uma determinada área-fonte e depositado sem perder suas características originais (Folk & Ward, 1957).

Folk & Ward (1957) estipularam limites para a classificação de uma curva de acordo com os valores de curtose gráfica K_G :

$K_G < 0,67$	muito platicúrtica (muito achatada)
$0,67 < K_G < 0,90$	platicúrtica (achatada)
$0,90 < K_G < 1,11$	mesocúrtica (curva normal)
$1,11 < K_G < 1,50$	leptocúrtica (alongada)
$1,50 < K_G < 3,00$	muito leptocúrtica (muito alongada)
$K_G > 3,00$	extremamente leptocúrtica (extremamente alongada)

2.2. Relação da inclinação da praia com a granulometria de sedimento

O transporte transversal representa os movimentos de sedimentos no sentido continente-oceano (*onshore-offshore*) ora no sentido contrário, enquanto o transporte longitudinal consiste no encaminhamento dos sedimentos costeiros, paralelo à linha de costa, por correntes oriundas das ondas e marés (Ranieri & El-Robrini, 2016).

Quanto menos inclinada for a face da praia, maiores serão as diferenças de velocidade entre as correntes de swash e backwash, e como consequência, maiores as diferenças no tamanho de grão entre as populações de swash (fluxo) e backwash (refluxo) (Evas, 1939).

A principal dificuldade na correlação entre o tamanho de grão da face de praia e a declividade da face é que a última sofre modificações na medida em que a praia prograda ou retrograda. Mesmo se o diâmetro médio do sedimento permanecer o mesmo, a praia se torna mais íngreme com deposição e mais plana com erosões (Oliveira *et al.*, 2013).

Oliveira *et al.* (2013) o tamanho do grão influencia directamente a declividade da face da praia. Quanto menor o tamanho do grão menor será a declividade da face da praia. Wiegel (1964) afirma que uma praia com mesmo tamanho de grão pode ter declividades diferentes.

Davies (1964) Tomando como base a amplitude apresentada pelas marés propõe a seguinte classificação: o termo micromaré a variação da amplitude da maré inferior a 2 m, mesomaré variando de 2 a 4 m e macromarés com amplitude maior que 4 m.

3. METODOLOGIA DA PESQUISA

Esta pesquisa teve a duração de dois meses tendo em conta o trabalho do campo e análises laboratoriais, sendo que as amostras de sedimentos foram coletadas tendo em conta os parâmetros oceanográficos (variação da maré, energia das ondas) portanto esses parâmetros ajudaram a determinar a influência que têm na distribuição de sedimentos em ambas praias.

3.1. Localização Geográfica e Características Geomorfológica

A praia de Madal Localiza-se a $17^{\circ}58'11.03''S$ e $37^{\circ}1'21.27''E$ e a de Zalala está a $17^{\circ}50'6.36''S$ e $37^{\circ}07'23.09''E$. Praia do Madal é caracterizada por maior intensidade de energia das ondas, menores amplitudes de marés, e fortes correntes longitudinais (Litorâneas) que causa maior taxa de erosão contribuindo para o recuo da linha de costa quando comparada com a praia de Zalala. São característicos os depósitos sedimentar de cor escura na praia do madal enquanto o material claro é abundante na praia de Zalala. É notável que a vegetação é quase inexistente o que contribui na maior taxa de erosão na praia de Madal. O sedimento desses ambientes de praias é do quaternário.

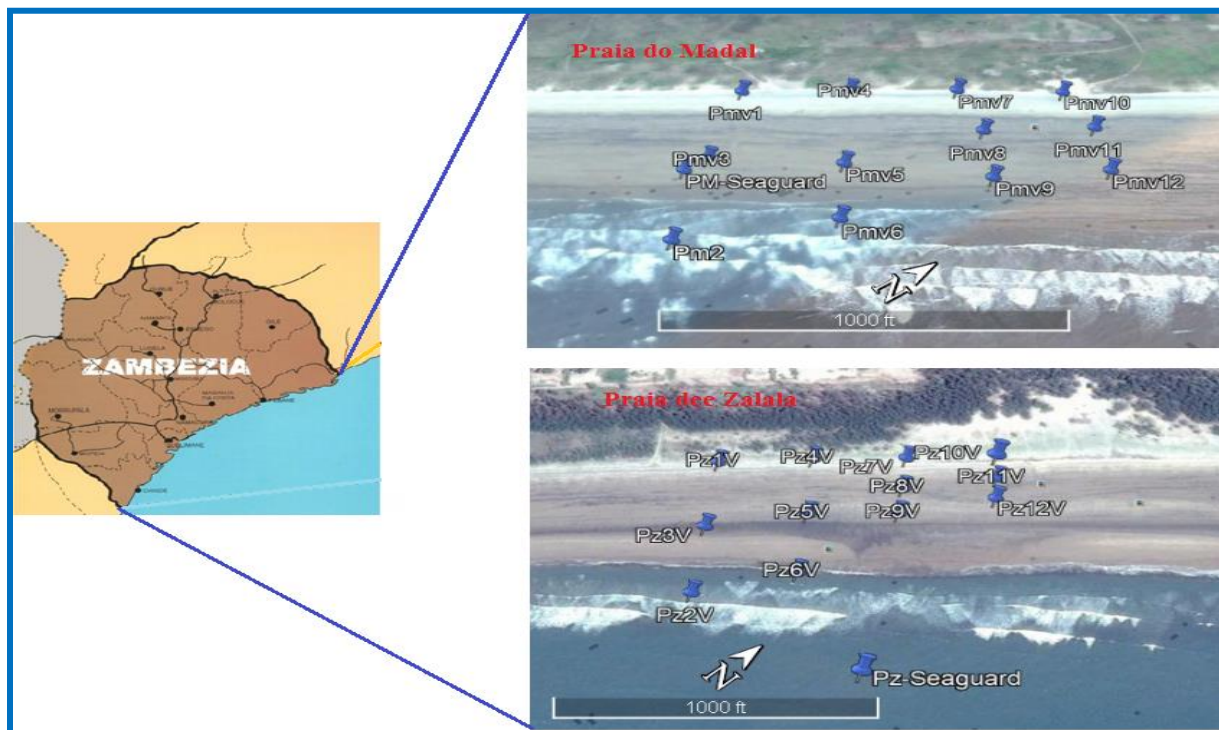


Figura 1: Mapa da área de estudo. Fonte: (Google Earth, 2017).

3.2. Levantamento bibliográfico

Esta etapa é imprescindível quando deseja-se realizar uma pesquisa. Fez-se uma série de consultas de diversas literaturas, definindo conceitos básicos sobre granulometria, realizou-se revisão que possa sustentar a metodologia para esta pesquisa baseando-se em trabalhos similares, e delimitou-se a área da pesquisa com o *Google Earth* no formato de uma malha. A área de estudo foi dividida longitudinalmente em 4 secções com finalidade da caracterização pontual da granulometria de sedimento relacionando com a hidrodinâmica e declividade.

3.3. Trabalho do campo

A colecta da amostra de sedimentos foi realizada entre dias 27.06.17 na praia do Madal as 00:00h e 08.07.17 na praia de Zalala as 10:00h durante a baixa-mar da maré de sizígia (maré viva). Esta fase consistiu na selecção de locais estrategicamente definidos com auxílio do GPS para colecta das amostras de sedimentos em 4 secções onde cada uma delas, composta por 3 pontos numa malha com a extensão de 300m no perfil longitudinal, a partir da linha alta da maré de sizígia até o limite da linha baixada maré de sizígia durante a metade do ciclo da maré de sizígia ao longo da transversal nas duas praias.

A quantidade de amostras de sedimentos foram colectadas num ciclo de maré de 12 horas permitindo medir a amplitude máxima e mínima. Após a identificação de locais procedeu-se com a colecta de amostras de sedimentos de subsuperfície até cerca 10cm de profundidade utilizando o testemunho de sondagem PVC, com a excepção dos perfis colectados na linha baixa da maré de sizígia e que foram feitos com auxílio de pá devido a maior umidade dos sedimentos.

Os instrumentos para a medição de ondas e marés foram programados para começarem a medir a partir do pico mínimo, das 14:00h-00:00h no ponto S:17°58'34.7'' e E:037°01'03.6'' na Praia do Madal e das 10:00h-21:00h no ponto S:17°50'31.12'' e E:037°07'30.01'' na praia de Zalala. Utilizando o Seaguard mediu-se as velocidades das ondas num intervalo de 1h durante 12h para inferir a sua influência nos sedimentos depositados quanto ao tamanho e com o marégrafo mediu-se a variação da maré afim de saber das amplitudes no pico máximo e mínimo. O teodolito foi utilizado para a determinação da topografia de ambas praias para relacionar a inclinação com a o grão de sedimento.

Tabela 3: Coordenadas de AS colectadas na baixa-mar da maré de sizígia – PMV e PZV.

Coordenadas de AS – PMV					
PMV1	S:17°58'31.1"	PMV5	S:17°58'30.8"	PMV9	S:17°58'27.9"
	E:037°01'.00.4"		E:037°01'.05.9"		E:037°01'.09.0"
PMV2	S:17°58'33.9"	PMV6	S:17°58'32.5"	PMV10	S:17°58'23.2"
	E:037°01'.03.4"		E:037°01'.08.3"		E:037°01'.06.4"
PMV3	S:17°58'36.7"	PMV7	S:17°58'25.8"	PMV11	S:17°58'23.8"
	E:037°01'.06.6"		E:037°01'.04.4"		E:037°01'.08.7"
PMV4	S:17°58'28.4"	PMV8	S:17°58'26.6"	PMV12	S:17°58'25.0"
	E:037°01'.02.4"		E:037°01'.06.9"		E:037°01'.10.8"
Coordenadas de AS – PZV					
PZV1	S:17°50'27.6"	PZV5	S:17°50'27.1"	PZV9	S:17°50'24.8"
	E:037°07'.18.4"		E:037°07'.22.7"		E:037°07'.24.9"
PZV2	S:17°50'30.1"	PZV6	S:17°50'29.3"	PZV10	S:17°50'20.62"
	E:037°07'.20.8"		E:037°07'.24.8"		E:037° 25.02"
PZV3	S:17°50'32.4"	PZV7	S:17°50'22.6"	PZV11	S:17°50'21.0"
	E:037°07'.23.2"		E:037°07'.22.8"		E:037°07'.25.8"
PZV4	S:17°50'25.1"	PZV8	S:17°50'23.8"	PZV12	S:17°50'21.8"
	E:037°07'.20.5"		E:037°07'.23.9"		E:037°07'.26.6"

3.4. Análise laboratorial

Para obtenção da granulometria de sedimento foram utilizados os crivos milimétricos, adoptando a metodologia de Suguio (1973), que envolve a separação das fracções cascalho, areia e lama utilizando crivos com aberturas de 2 a 0,062mm.

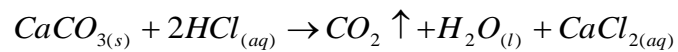
3.4.1. Preparação das Amostras

1ª Etapa – As amostras retiradas ao longo da secção transversal e longitudinal, foram inicialmente secadas na estufa a temperatura abaixo de 100° C durante 5 hora para evitar a fusão de carbonatos segundo (Velo, 2001), e permitir a retirada da humidade no Laboratório de Solos de Escola Superior de Ciências Marinhas e Costeiras.

2ª Etapas – No Laboratório de Sedimentologia do Departamento de Geologia da UEM foram colocadas com uma espátula 20g em 24 copos de Becker correspondente ao peso da amostra (P₁) de sedimentos colectada em cada ponto e pesada utilizando uma Balança semi-analítica, precisão de 10⁻³g.

3ª Etapa – Mediu-se por duas vezes 110ml de Ácido clorídrico (HCl-30%) numa proveta e adicionado em um Balão de Erlemayer-2000ml contendo água destilada formando uma mistura de 1.5l, embebedou-se/neutralizou-se em todas amostras e homogeneizou-se com auxílio de vareta, posteriormente conservada a amostra durante 24h permitindo a remoção de carbonatos.

4ª Etapa – Lavagem de amostras com água destilada por 4 vezes ao deixar decantar durante 5 minutos para retirada de cloro e sais carbonatos; secagem na estufa a temperatura de cerca 60° C num período de 24h. Depois de secar, pesar a amostra (P₂) para quantificar os carbonatos pela diferença do peso final (P₂) inicial (P₁).



$$\text{CO}_3^{-2} = \frac{P_2 - P_1}{P_1} \times 100\%$$



Figura 2: Material utilizado para a remoção de carbonatos, secagem e pesagem.

3.4.2. Análise granulométrica

Na determinação de tamanhos de grãos tendo em conta a quantidade da amostra foi aplicado o método de crivagem sugerido por Muller (1967) em cada amostra usando crivos milimétricos de malha que varia: 1.4mm, 0.710mm, 0.50mm, 0.355mm, 0.250mm, 0.180mm, 0.125mm, 0.075mm e 0.063mm, sendo que o crivo com malha de 0.031mm foi utilizado para separar o sedimento mais fino (silte e argila) da areia e verificou-se que nenhuma fracção passou pelo crivo. O presente trabalho devido ao maior detalhamento das classes granulométricas adopta a escala ou classificação de UDDEN-WENTWORTH traduzida pelo (Suguio, 1973) e (Veloso, 2001).



Figura 3: Crivos em escala milimétrica utilizados para a crivagem no laboratório de Sedimentologia.

3.5. Processamento de amostras de sedimentos

A determinação de parâmetros estatísticos/parâmetros granulométricos, seguiu a classificação proposta por Folk & Ward (1957) *apud* Suguio (1973). Também foi utilizada a metodologia proposta por Dias (2004) assim como (Veloso, 2001) baseando-se em parâmetros estatísticos para a determinação de média, desvio padrão, assimetria (skewness) e Angulosidade (kurtosis), daí que os gráficos e tabelas apresentados no capítulo de resultados para a determinação de parâmetros granulométricos foram obtidos com aplicação do método de Crivagem proposto por

Muller (1967), onde de acordo com o mesmo autor a análise granulométrica por crivagem pode ser usada em grãos de sedimentos com uma ampla faixa de tamanhos, variando desde 100mm até 0,063mm, portanto a tabela abaixo ilustra um dos pontos dentre os 24 pontos analisados para construir gráficos.

Tabela 4: Análise granulométrica pelo método de crivagem.

Crivos	Diâmetro	Phi ϕ	Classificação: Udden-Wentworth	PM2-MR	MRA (g)	Fr	% FR	%FA	% FP
1	1.4	-0.49	areia muito grossa	0	0	0	0	0	100
2	0.71	0.49	areia grossa	0	0	0	0	0	100
3	0.5	1	areia média	0	0	0	0	0	100
4	0.355	1.49	areia média	0.01	0.01	0.00051	0.05133	0.05133	99.9487
5	0.25	2	areia fina	0.16	0.17	0.00821	0.82136	0.87269	99.1273
6	0.18	2.47	areia fina	2.66	2.83	0.13655	13.655	14.5277	85.4723
7	0.125	3	areia muito fina	14.66	17.49	0.75257	75.2567	89.7844	10.2156
8	0.075	3.73	areia muito fina	1.79	19.28	0.09189	9.18891	98.9733	1.02669
9	0.063	3.99	areia muito fina	0.14	19.42	0.00719	0.71869	99.692	0.30801
Fundo	0			0.06	19.48	0.00308	0.30801	100	0
Massa Total				19.48		1	100		
Perda (g)				0.52		0.02669	2.6694		

Tabela 5: Fórmulas de Estimativa dos Parâmetros Estatísticos pelo (Folk & Ward, 1957).

Média	$M = \frac{\phi_{16} + \phi_{50} + \phi_{84}}{3}$
Desvio-padrão gráfico inclusivo	$\sigma_I = \frac{\phi_{84} - \phi_{16}}{4} + \frac{\phi_{95} - \phi_5}{6,6}$
Assimetria gráfica inclusiva	$Sk_I = \frac{\phi_{16} + \phi_{84} - 2\phi_{50}}{2(\phi_{84} - \phi_{16})} + \frac{\phi_5 + \phi_{95} - 2\phi_{50}}{2(\phi_{95} - \phi_5)}$
Curtose gráfica	$KG = \frac{\phi_{95} - \phi_5}{2,44(\phi_{75} - \phi_{25})}$

3.6. Determinação de phi/percentil

Os percentis foram determinados para permitir o cálculo de parâmetros granulométricos com base na expressão que segue:

$$\phi_N = \frac{N\% \times P_T}{100\%} \text{ onde:}$$

- ✓ N – número de percentil (n = 5, 16, 25, 50, 75, 84 e 95);
- ✓ P_T – peso total de cada amostra de sedimentos;
- ✓ ϕ_N – percentil ou phi.

3.7. Determinação da velocidade média

1ª Etapa – Expressão para cálculo da magnitude de velocidade da corrente Norte e Este:

$$M = \sqrt{u^2 + v^2} \text{ onde:}$$

- ✓ M – magnitude das velocidades/velocidade resultante (cm/s);
- ✓ u – velocidade da corrente Norte;
- ✓ v – velocidade da corrente Este.

2ª Etapa – Transformação da velocidade resultante para m/s:

$$v_1 = \frac{M}{100} \text{ onde: } v_1 \text{ – velocidade da corrente em m/s.}$$

3ª Etapa – Expressão para cálculo da velocidade média

$$v_m = \frac{\sum v}{n_v} \text{ onde:}$$

- ✓ v_m – velocidade média da corrente;
- ✓ n_v – número de velocidades.

3.8. Materiais

Tabela 6: Material utilizado no campo e no laboratório incluindo reagentes.

Material do Campo	Equipamento do Laboratório	Reagentes
1 Pá	Vareta	Água destilada
GPS	1 Espátula	Ácido clorídrico (HCl-30%)
Teodolito	Esguincho	
Seaguard	Capsula de petri	
Marégrafo	24 Copos de Becker	
Fita métrica	Estufa -binder 250°C	Álcool Etílico (C ₂ H ₅ OH-98%)
1 Tubo de PVC	9 Crivos milimétricos	
24 Sacos plásticos	Proveta de 200ml-PYREX ^R	
Máquina fotográfica	Balão de Erlenmayer de 2000ml	
Bloco de notas e caneta	Balança semi- analítica, precisão de 10 ⁻³ g	

4. RESULTADOS

4.1. Caracterização da distribuição dos sedimentos de ambas praias ao longo do perfil transversal e longitudinal

4.1.1. Representação de Método Gráfico para medidas de tendência central

Os resultados apresentados nas curvas a seguir da distribuição de frequências simples percentual de análise granulométrica com base na medida de tendência central mostram que aproximadamente 3,24 são máximos valores da média encontrados em vários pontos analisados nos perfis transversal e longitudinal da Praia do Madal (PM), enquanto cerca de 2,82 da média foi o valor que mostrou-se predominante nos pontos obtidos na Praia de Zalala (PZ).

Para o caso da mediana, na Praia do Madal mostrou-se constante onde o phi é cerca de 3 em todos os pontos, relativamente ao phi obtido na Praia de Zalala que varia de 3 para 2.47, este último faz menção aos pontos 3 e 4.

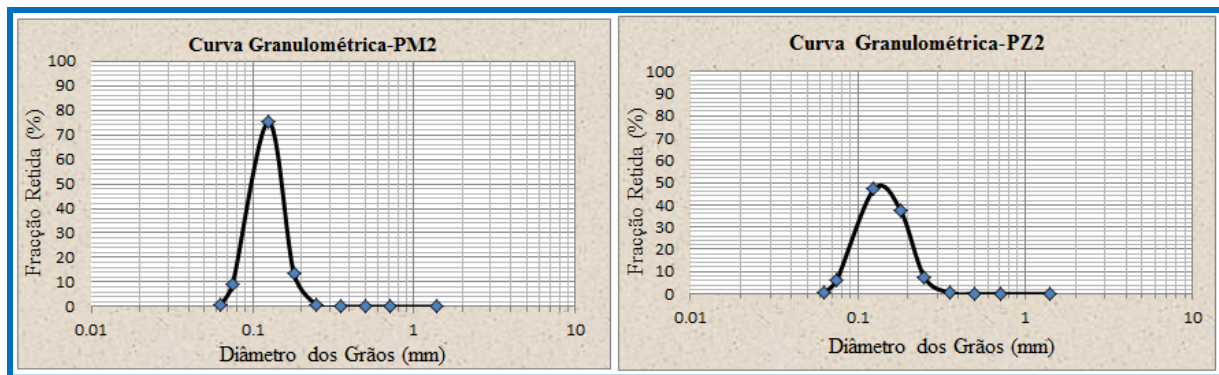


Figura 4: Curvas da distribuição de frequência simples percentual da análise granulométrica no Ponto 2.

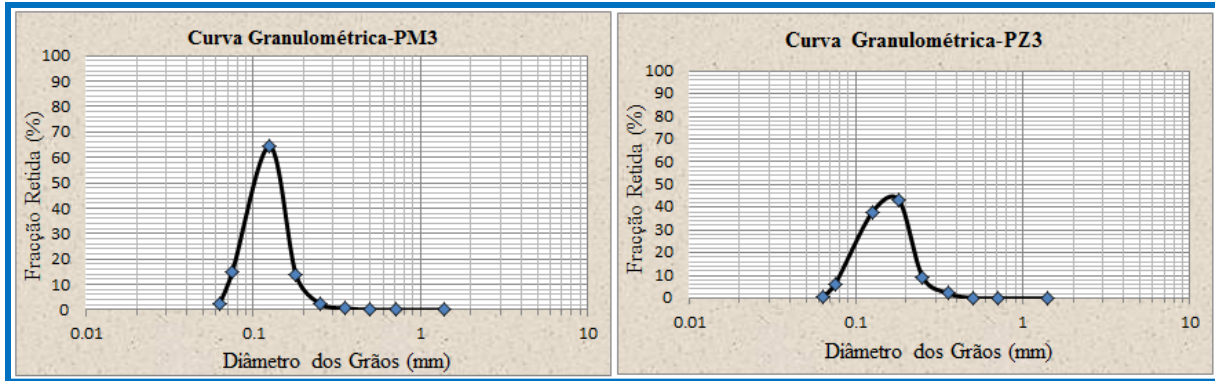


Figura 5: Curvas da distribuição de frequência simples percentual da análise granulométrica no Ponto 3.

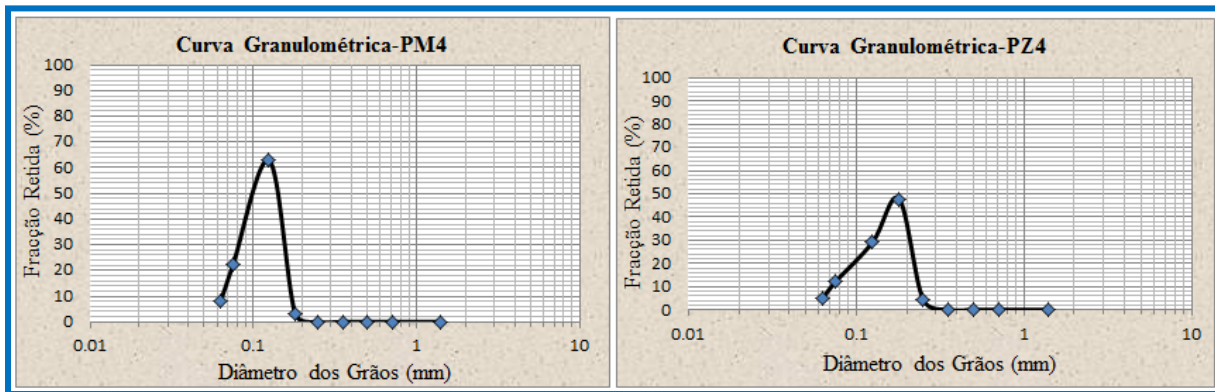


Figura 6: Curvas da distribuição de frequência simples percentual da análise granulométrica no Ponto 4.

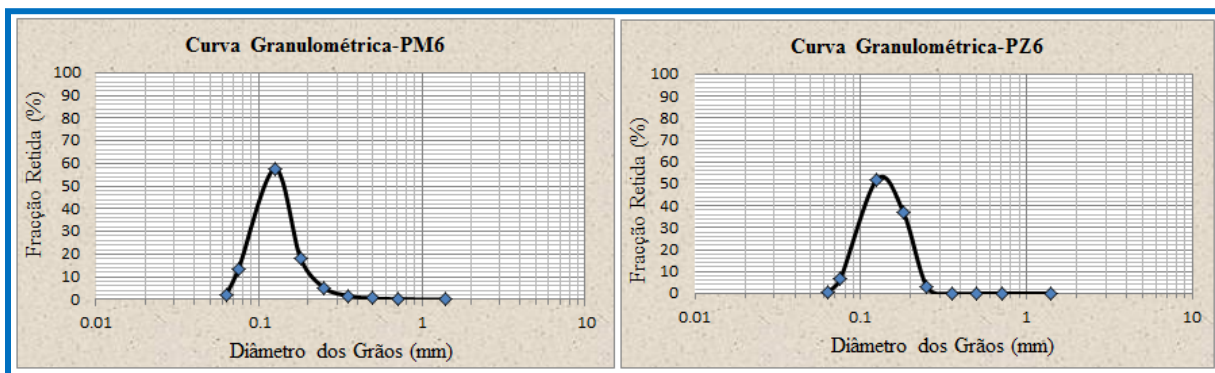


Figura 7: Curvas da distribuição de frequência simples percentual da análise granulométrica no Ponto 6.

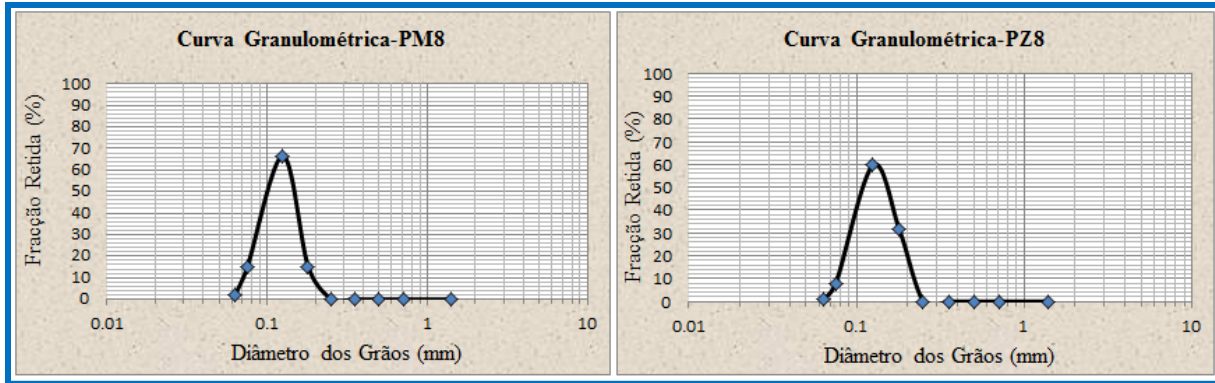


Figura 8: Curvas da distribuição de frequência simples percentual da análise granulométrica no Ponto 8.

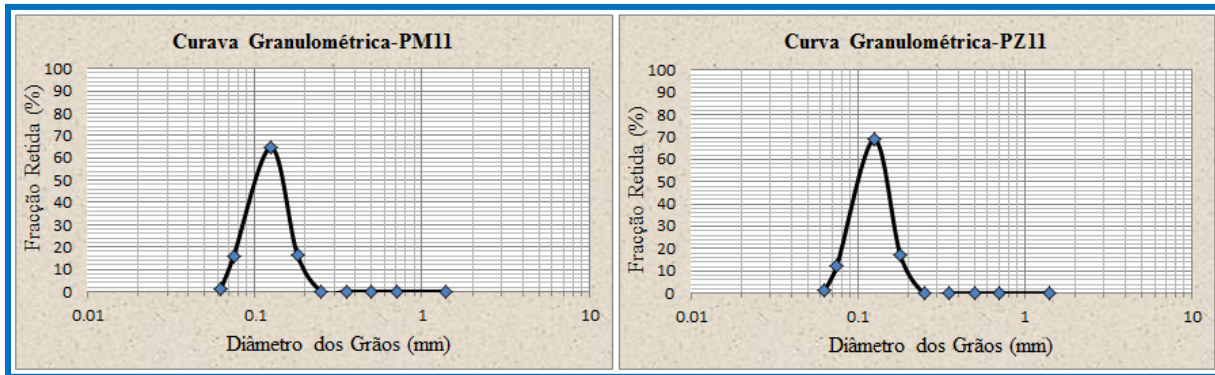


Figura 9: Curvas da distribuição de frequência simples percentual da análise granulométrica no Ponto 11.

4.1.2. Distribuição de Frequências acumuladas retidas e passantes

As curvas A e B que ilustram a distribuição de frequências acumuladas em amostras retidas em cada crivo, permitem observar que em cada Praia existe um phi 50 que auxilia na caracterização do ambiente de Sedimentação. O valor de 3 mostra que o sedimento característico é de tamanho muito fino, enquanto o 2.47 caracteriza a Praia de Zalala composta por sedimentos de tamanho de areia fina em maior distribuição que os sedimento tipo areia fina em Madal, a areia muito fina está em menor quantidade em Zalala que Praia do Madal.

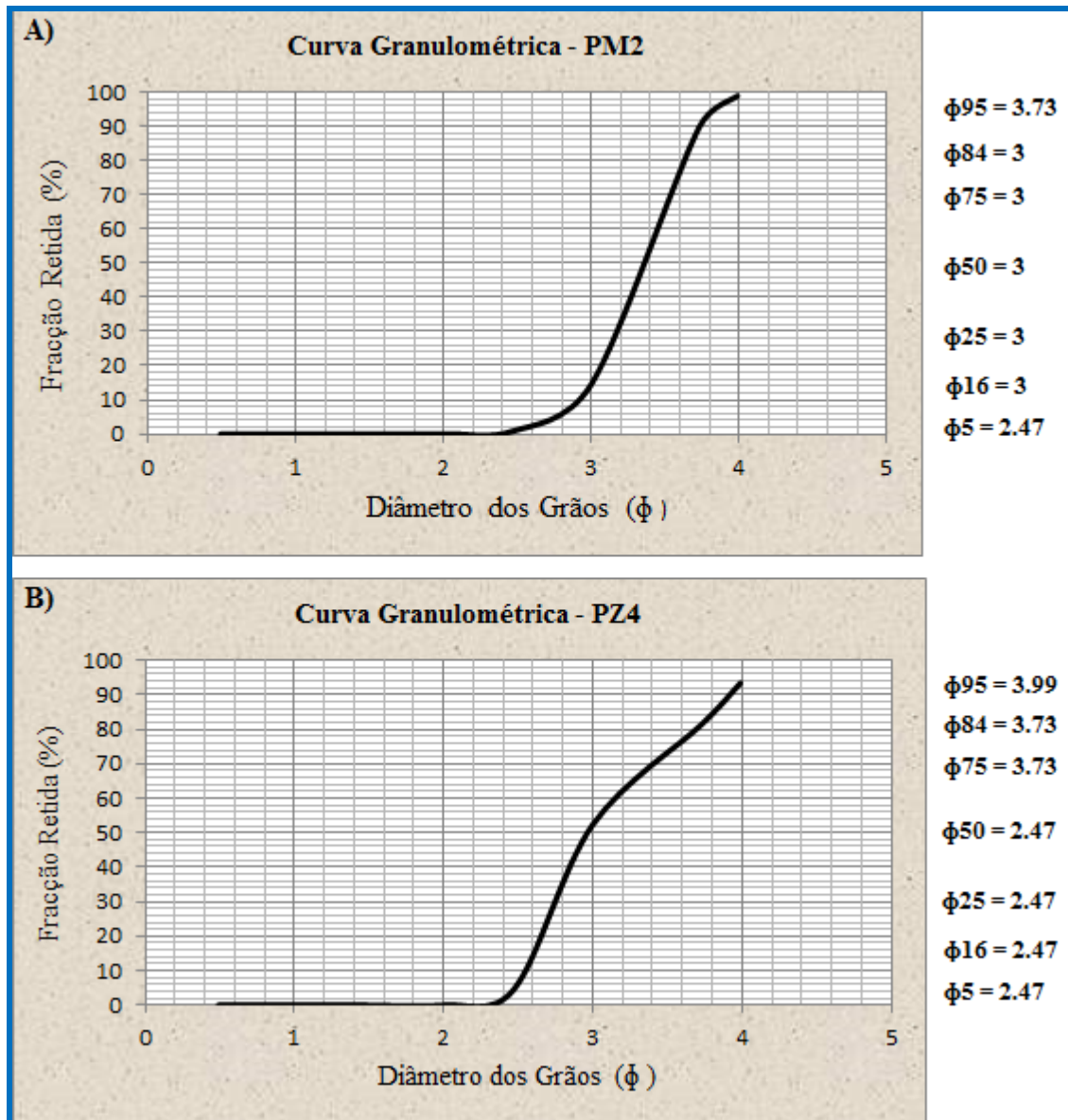


Figura 10: Curvas da distribuição de frequências acumuladas dadas em percentagens de fracções retidas (A)-Praia do Madal e (B)-Praia de Zalala na escala phi (ϕ) baseado no método de (Folk & Ward, 1957).

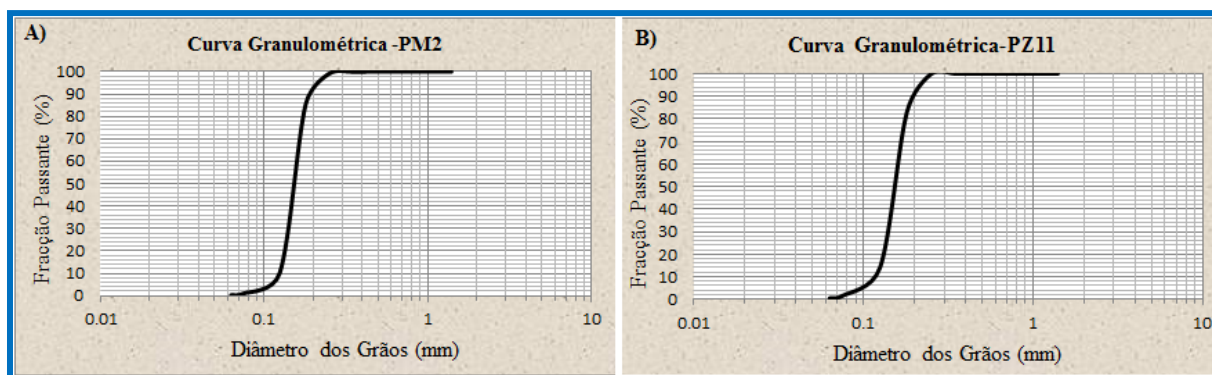


Figura 11: Curvas da distribuição de frequências acumuladas dadas em percentagens de fracções que passaram em cada crivo (A) -Praia do Madal e (B) -Praia de Zalala na escala milimétrica baseado no modelo de (Yang, 1996).

4.1.3. Representação de Parâmetros Estatísticos em Tabelas

Tabela 7: Parâmetros granulométricos em todos pontos colectados na Praia de Madal.

	Mediana (phi 50)	Media	SD	SK	KG
PM1	3	3.24	0.33	0.76	0.30
PM2	3	3	0.19	0.13	0
PM3	3	3.07	0.51	0.25	0
PM4	3	3.24	0.33	0.76	0.30
PM5	3	2.82	0.32	-0.01	0
PM6	3	3.07	0.58	-0.11	0.38
PM7	3	3.24	0.33	0.76	0.30
PM8	3	3.24	0.37	0.39	0
PM9	3	2.82	0.39	-0.24	0.38
PM10	3	3.24	0.41	0.62	0.45
PM11	3	3.07	0.51	0.25	-0.27
PM12	3	2.82	0.32	-0.01	0

A mediana para todos os pontos de amostragem na Praia do Madal é constante e o valor da média cerca de 3 coincidindo em vários pontos. O desvio padrão mostra os pontos 3 e 6 com sedimentos moderadamente seleccionados e nos restantes muito bem seleccionados. A assimetria dos sedimentos varia de muito positiva, a mais predominante para positiva com os perfis 5 e 12 onde a assimetria é simétrica e perfis 6 e 9 com assimetria negativa ambas últimas simetrias são menos representativas. O Kurtosi é muito platicúrtica.

Tabela 8: Parâmetros granulométricos em todos pontos colectados na Praia de Zalala.

	Mediana (phi 50)	Media	SD	SK	KG
PZ1	3	3.24	0.41	0.61	0.45
PZ2	3	2.82	0.40	-0.37	0.38
PZ3	2.47	2.65	0.40	0.82	0.38
PZ4	2.47	2.89	0.55	1.9	0.33
PZ5	3	2.82	0.32	-0.01	0.27
PZ6	3	2.82	0.32	-0.01	0.27
PZ7	3	3.24	0.41	0.62	0
PZ8	3	2.82	0.32	-0.01	0.27
PZ9	3	2.82	0.32	-0.01	0.27
PZ10	3	3.24	0.41	0.62	0.45
PZ11	3	2.82	0.32	-0.01	0
PZ12	3	2.82	0.32	-0.01	0.27

A mediana é de 2.47 nos pontos 3 e 4, nos restantes na Praia de Zalala é constante e o valor da média cerca de 2,82 coincidindo em vários pontos. O desvio padrão mostra que os sedimentos são bem seleccionados e nos restantes muito bem seleccionado. A assimetria dos sedimentos é muito positiva e simétrica. O grau de angulosidade é muito platicúrtica.

4.1.4. Distribuição percentual do diâmetro médio em cada ponto de amostragem

Tabela 9: Percentual do diâmetro médio em ambas praias.

	AG	AM	AF	AMF
PM1			4%	96%
PM2			15%	85%
PM3		1%	16%	83%
PM4			3%	97%
PM5			24%	76%
PM6		2%	23%	75%
PM7			4%	96%
PM8			15%	85%
PM9			40%	60%
PM10			9%	91%
PM11			16%	84%
PM12			23%	77%

	AG	AM	AF	AMF
PZ1			10%	90%
PZ2		1%	45%	54%
PZ3		2%	53%	45%
PZ4			52%	48%
PZ5			34%	66%
PZ6			40%	60%
PZ7			15%	85%
PZ8			31%	69%
PZ9			46%	54%
PZ10			9%	91%
PZ11			17%	83%
PZ12			41%	59%

4.2. Energia típica que chega nas praias com base nos dados medidos

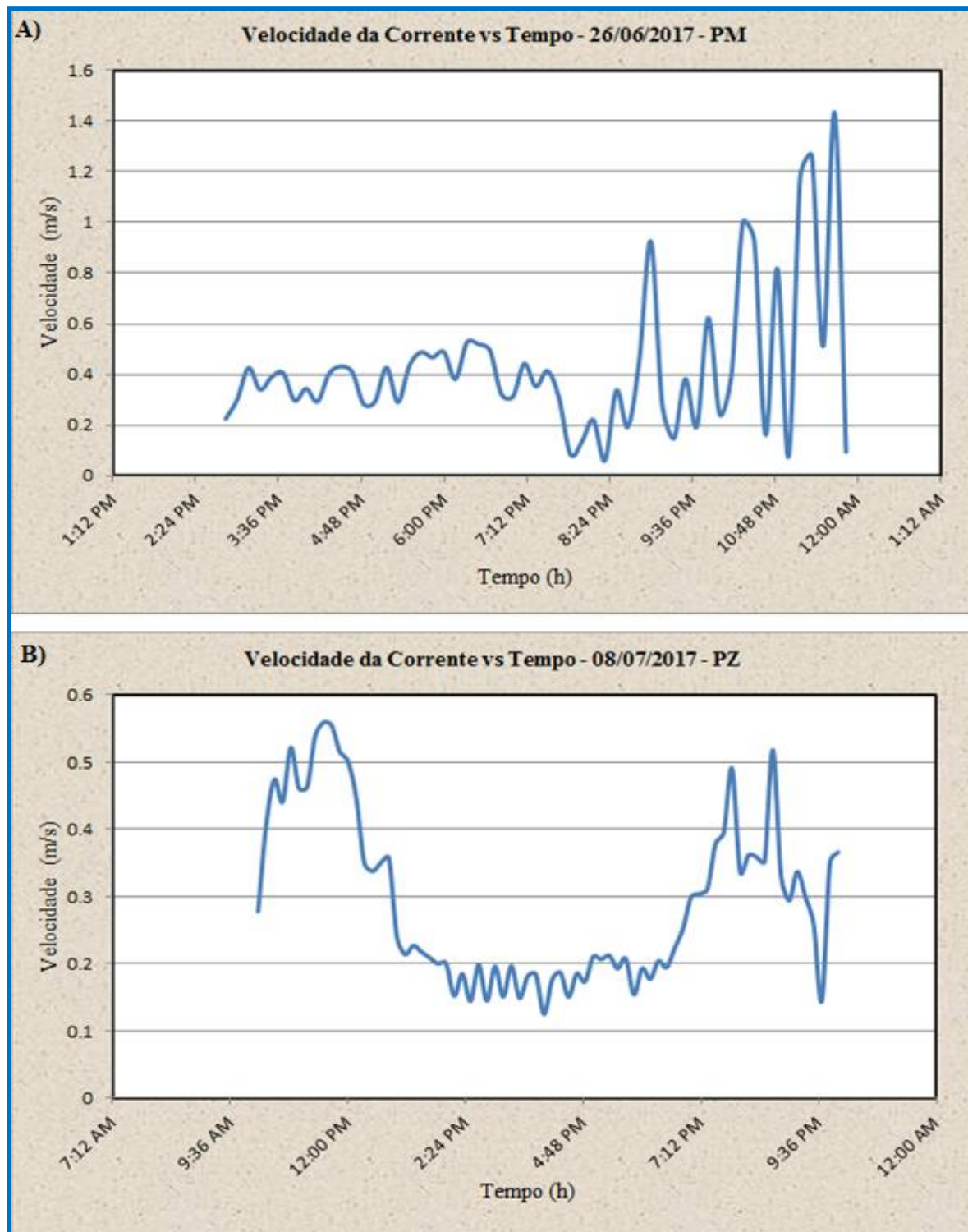


Figura 12: Velocidades típicas das correntes medidas na maré de sizígia nos dois ambientes praias (A)-Praia do Madal e (B)-Praia de Zalala. É evidente que os picos máximas das velocidades são observados na praia de Madal.

4.3. Representação de Amplitudes de Marés

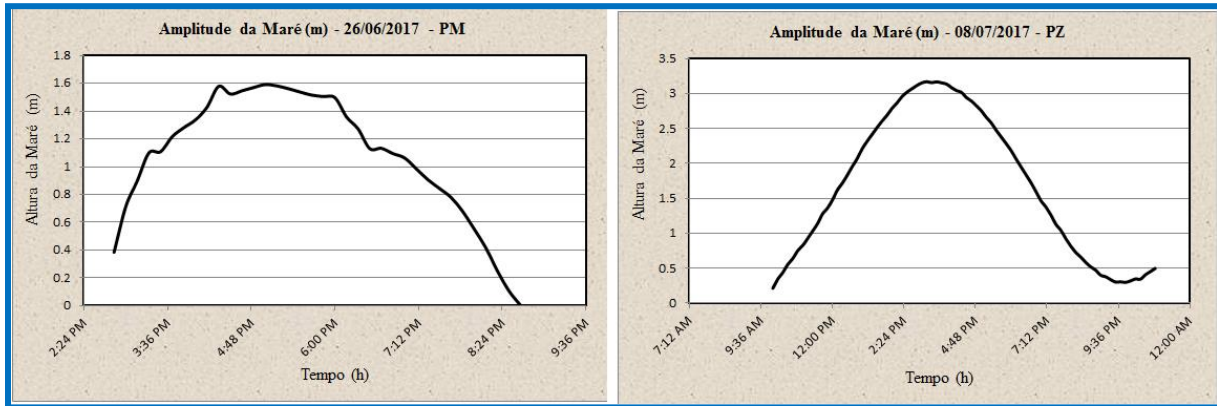


Figura 13: Amplitudes máximas da maré observada em (A) que representa Praia do Madal atingiram cerca de 1.6 m, e na ilustração (B) na Praia de Zalala registou-se o pico máximo aproximadamente 3 m.

4.4. Relação da inclinação com o tamanho dos sedimentos das praias

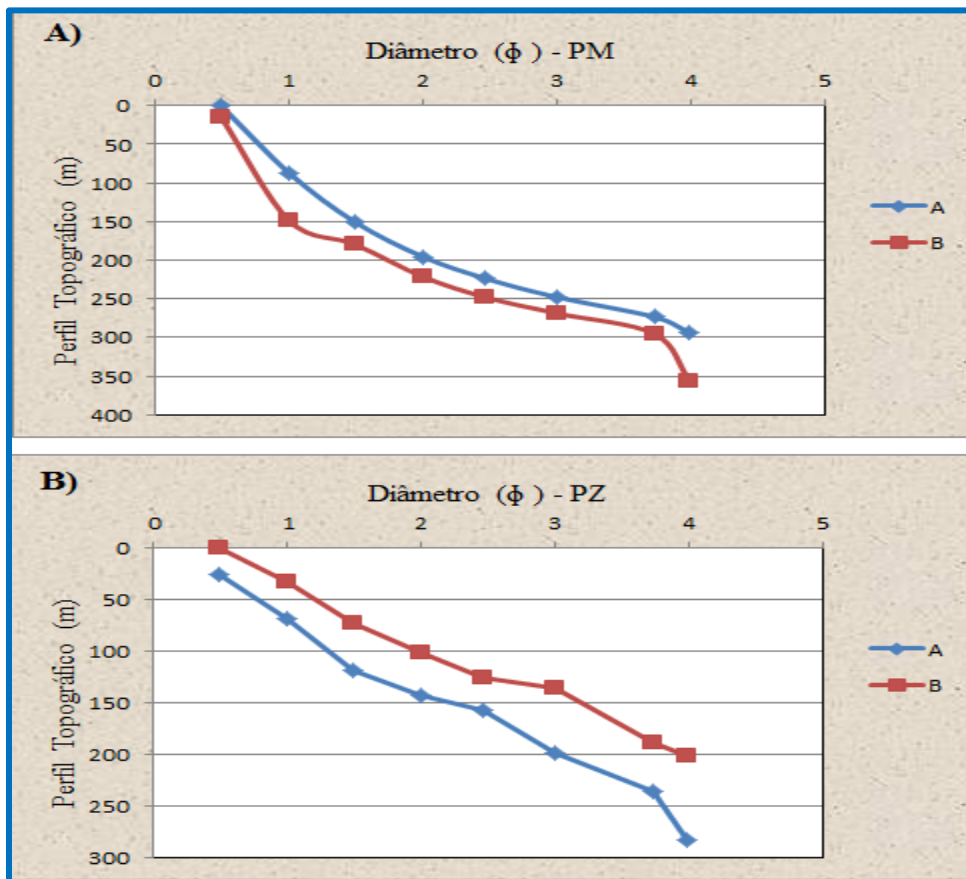


Figura 14: Perfil Topográfico do terreno mostrando vários contornos na Praia de Zalala (A) relativamente a do Madal (B), e que com o aumento da profundidade partindo de um ponto referencial considerando o topo, aumenta também o valor do phi.

5. DISCUSSÃO

5.1. Caracterização da distribuição dos sedimentos de ambas praias ao longo do perfil transversal e longitudinal

5.1.1. Comparação de medida de tendência central (média) em ambas praias

Na praia do Madal os valores da média de tamanho dos sedimentos são maiores que da Praia de Zalala o que nos leva a concluir que para o primeiro caso existe maioritariamente areia muito fina e menor areia fina, enquanto na segunda encontram-se distribuídos os sedimentos de tamanho de areia muito fina em menor quantidade como também areia fina em maior proporção que Praia do Madal. Por tanto em ambos ambientes de praias a energia foi suficientemente baixa para a deposição dos sedimentos. Suguio (1973) o diâmetro médio das partículas de sedimentos é função da fonte de suprimento, do processo de deposição e da taxa de energia imposta ao sedimento que depende da intensidade da corrente ou turbulência do meio. As velocidades médias das correntes obtidas na medição em ambas praias indicam que os sedimentos só podem ser transportados independentemente dos valores observados ao determinar a velocidade média da corrente.

5.1.2. Distribuição de Frequências acumuladas retidas e passantes

A fórmula proposta por Yang (1996) é baseada na leitura dos percentis da curva granulométrica onde na abcissa são plotados os diâmetros em milímetros em escala logarítmica e na ordenada, os pesos passantes acumulados em escala aritmética. A fórmula de Folk & Ward (1957) que é baseada na de Inman (1952) *apud* Veloso (2001) vem sendo amplamente usada. As formulações de McCammon (1962) *apud* Veloso (2001) apresentam uma precisão maior do que as demais já que a média é estimada a partir de um número maior de pontos, entretanto, é mais trabalhosa pois se torna necessária a leitura de mais percentis. O diâmetro médio de Yang (1996) apesar de ser estimado em milímetros, só considera dois pontos da distribuição assim como a fórmula de Inman. De acordo com os motivos expostos acima, considera-se mais prudente o uso da formulação de Folk e Ward (1957).

5.1.3. Comparação de medida de dispersão – Desvio padrão

O desvio padrão é uma medida de dispersão que representa o grau de selecção ou seleccionamento da amostra, ou seja, da distribuição de tamanho. Sedimentos bem seleccionados implicam grãos com pequena dispersão dos seus valores granulométricos, ou dos valores das medidas de tendência central. Em uma praia, o grau de selecção reflecte as características dos sedimentos que são transportados para a zona costeira e seu posterior retrabalhamento pela acção de ondas, maré e ventos Andrade & Jesus (2013). Comparando os dois ambientes de praias, na Praia do Madal estão em menor abundância os sedimentos moderadamente seleccionados e bem seleccionados mas apresentam maiores fracções de muito bem seleccionados, enquanto para a Praia de Zalala são bem seleccionados a muito bem seleccionados com proporções relativamente iguais. Contudo em ambos ambientes por possuir maior abundância de sedimentos muito bem seleccionados, os grãos apresentam pequena dispersão.

Segundo Folk (1974) os sedimentos das praias derivados de uma mesma fonte serão mais bem seleccionados do que sedimentos fluviais, devido à actuação dos agentes costeiros (ondas, marés e ventos). Adicionalmente, Martins (1965) afirma que os sedimentos de praia, em geral, são moderadamente a bem seleccionados, enquanto os sedimentos fluviais são pobremente a moderadamente seleccionados e os sedimentos eólicos são bem a muito bem seleccionados. Visto que os resultados obtidos ao comparar a Praia do Madal e Zalala, vão de acordo com o proposto por Folk (1974) e o Martins (1965) acerca do sedimento da praia.

5.1.4. Comparação de medidas de momentos – skewness e kurtosis

Segundo Veloso (2001) na praia, as forças envolvidas no transporte de sedimentos correspondem ao fluxo e refluxo das ondas incidentes que têm intensidade diferentes e sentidos opostos e o vento actuante na porção emersa, elas promovem a remoção selectiva de partículas menores o que favorece a assimetria negativa. Os valores da média observados em vários perfis na Praia do Madal (tabela 7) superam os valores da mediana, assim a assimetria varia de muito positiva a assimetria positiva (excesso de grãos menores), no perfil 2 indica que a média é igual a mediana, a assimetria é simétrica, também os perfis 5 e 12 têm assimetria simétrica de acordo com a escala qualitativa proposta por Folk & Ward (1957) e os perfis 6 e 9 com assimetria negativa para a Praia do Madal. Enquanto na Praia de Zalala para além da predominância da assimetria positiva,

existe muitos perfis com assimetria simétrica pois o valor da média é menor que valor de mediana. Por outro lado pelo método gráfico representado nos resultados, figura 4, na amostra analisada do ponto 2 em ambas praias, mostra a inclinação acentuada à direita assim permite interpretar que na Praia do Madal é composta de sedimentos muito finos e menor areia fina, em relação a curva que representa a Praia de Zalala que tem menor inclinação à direita pois os sedimentos estão distribuídos também de areia muito fina com maior taxa que areia média, mas nesta praia existe menor abundância de sedimentos muito finos e maior areia fina que praia do Madal.

Duane (1964), Martins (1965) e Friedman (1961) *apud* Andrade & Jesus (2013) afirmam que a assimetria é um parâmetro essencial ao ambiente de deposição e que areias de praia têm assimetria negativa, enquanto areias de rios e dunas, assimetria positiva. Duane (1964) afirma que a assimetria negativa em sedimentos ocorre somente em praias nas quais não existe interferência de outros agentes costeiros, além de ondas e correntes costeiras. Pois a assimetria positiva observada está associada com as descargas fluviais através de estuários de Macuze e de Bons Sinais além da influência de processos costeiros, ondas e correntes que moldam os sedimentos.

Conforme os valores de desvio-padrão se a curva normal começa a se achatar e se estender, neste caso, a curva de frequência é denominada platicúrtica Veloso (2001). Por tanto ainda na figura 4, verifica-se maior achatamento do gráfico indicando ser muito platicúrtica na Praia de Madal tanto para Praia de Zalala. Os valores de angulosidade obtidos em todos perfis de ambas praias com base nas tabelas de parâmetros estatísticos são menores que 0,67, onde de acordo com a escala qualitativa para descrição de grau de angulosidade de Folk & Ward (1957) esses valores nos indicam que a curtose é muito platicúrtica. Segundo Martins(1965) os sedimentos de praias, em geral, possuem curvas leptocúrticas, enquanto sedimentos eólicos, curvas mesocúrticas. Isso contraria o facto observado onde, nas praias estudadas apresentaram angulosidade muito platicúrtica devido a predominância de assimetria positiva em vários perfis, contudo ao relacionar com o desvio padrão mostra ser representativo em grãos muito bem seleccionados.

Folk (1974) afirma que a assimetria e a curtose são os parâmetros que melhor definem os ambientes de deposição. No entanto, Friedman (1961) considera que a assimetria define melhor

o ambiente de deposição. No entanto, em ambas praias nos remete a ocorrência da deposição porque o skewness (assimetria) predominante é positivo, mas com a exceção de perfis 6 e 9 observados na Praia do Madal que indicam a erosão de sedimentos em menor proporção, enquanto na Praia de Zalala não foi identificado nenhum valor de skewness negativos em todos perfis.

5.1.5. Distribuição percentual do diâmetro médio em cada ponto de amostragem

O diâmetro médio percentual observado em cada perfil indica que em ambas praias existe predominância de sedimentos do tipo areia muito fina. Ao comparar os dois ambientes de praias verifica-se que na Praia do Madal os sedimentos tipo areia muito fina varia de 60% a 97% e a areia fina está nos intervalos de 4% a 40% sendo que os 40% foram observados em único perfil e o restante de distribuição percentual deste diâmetro está abaixo de 24%. Enquanto, para a Praia de Zalala os sedimentos, areia muito fina mostra uma variação de 45% a 91% e a areia fina é cerca de 10% a 53%, existindo dois perfis PZ3 e PZ4 onde que os sedimentos, areia fina é predominante com cerca de 53% e 52%. Portanto os sedimentos, areia fina encontram-se em maior distribuição na Praia de Zalala que a de Madal, mas o inverso acontece com a areia muito fina que atinge taxas relativamente maiores na Praia do Madal. Os sedimentos tipo areia média contribuem com cerca de 1% a 2% e foi verificado a ausência de areia grossa em ambos ambientes de praia.

Observa-se que a concentração de sedimentos varia muito ao longo do perfil transversal que em perfil longitudinal em ambos ambientes de praias. O Davis & Fitzgerald (2004) afirmam que os sedimentos finos (lama) e areia muito fina tende a se acumular em ambientes de baixa energia de ondas, enquanto os sedimentos, tamanho grosso (cascalho) e areia grossa tendem a se acumular em ambientes de alta energia de ondas. Porém, neste estudo foi constatado maiores taxas de sedimentos muito finos na linha alta da maré de sizígia porque as ondas atingem ponto de estagnação (velocidades relativamente iguais a zero) por tanto, a concentração diminui em direcção `a linha baixa da maré de sizígia em ambas praias.

Conclui-se que a maior abundância dos sedimentos finos observados em ambas Praias foram depositados num momento em que as correntes tinham a velocidade relativamente baixa 0,1 m/s do que o observado com os dados da correntes de ondas que foram medidos em único dia cerca

de 0,43 m/s maior que a velocidade observada na Praia de Zalala, 0,29 m/s quando relacionado ao Diagrama de Hjulstrom.

5.2. Estimar a energia típica que chega as praias com base na distribuição de sedimentos

5.2.1. Comparação entre a granulometria de sedimentos com a velocidade média da corrente de acordo com o diagrama de Hjulstrom

Os sedimentos característicos encontrados na Praia do Madal e de Zalala de acordo com a determinação das medidas de tendências centrais (ϕ -50 e média) apresentam uma distribuição de tamanho tipo areia muito fina e areia fina, porém, de acordo com o diagrama de Hjulstrom os sedimentos tipo areia muito fina foram depositados quando a velocidade média era menor que 0,01m/s, uma pequena porção de sedimentos muito fino e maior quantidade de areia fina foram depositados num momento que a velocidade média foi maior que 0,01m/s e relativamente mais baixa que 0,1 m/s. Ainda nessa faixa das velocidades médias, pequena fracção de sedimentos caracterizada por areia muito fina e fina podem ser transportados como carga do fundo. Os sedimentos compostos por areia muito fina podem ser transportados em suspensão quando a velocidade for baixa cerca de 0,1m/s. Se a velocidade média for maior que 0,1 m/s, tanto os sedimentos, areia muito fina como areia fina podem ser erodidos e transportados em suspensão. Baldock *et al.* (2005) o processo de transporte de sedimentos na zona de espraiamento (onde as ondas apresentam o movimento de fluxo e refluxo na face da praia, dissipando ou reflectindo a energia) tem uma importância fundamental na determinação do processo de recuperação da zona costeira.

As velocidades médias medidas no campo resultaram maior valor para a Praia do Madal cerca de 0,43 m/s e 0,29 m/s na Praia de Zalala, pois quando comparadas com a média e o ϕ 50 de diâmetros dos grãos típicos (areia muito fina e fina) e apesar de apresentar valores literalmente diferente, ambas velocidades concorrem para a erosão e transporte de sedimentos com base na relação mostrada no diagrama de Hjulstrom, mas com base no que foi observado em campo, a velocidade média da corrente na Praia de Zalala pode-se concluir que influencia na deposição enquanto o máximo valor na Praia do Madal contribui para a erosão quando comparados os dois ambientes de praias.

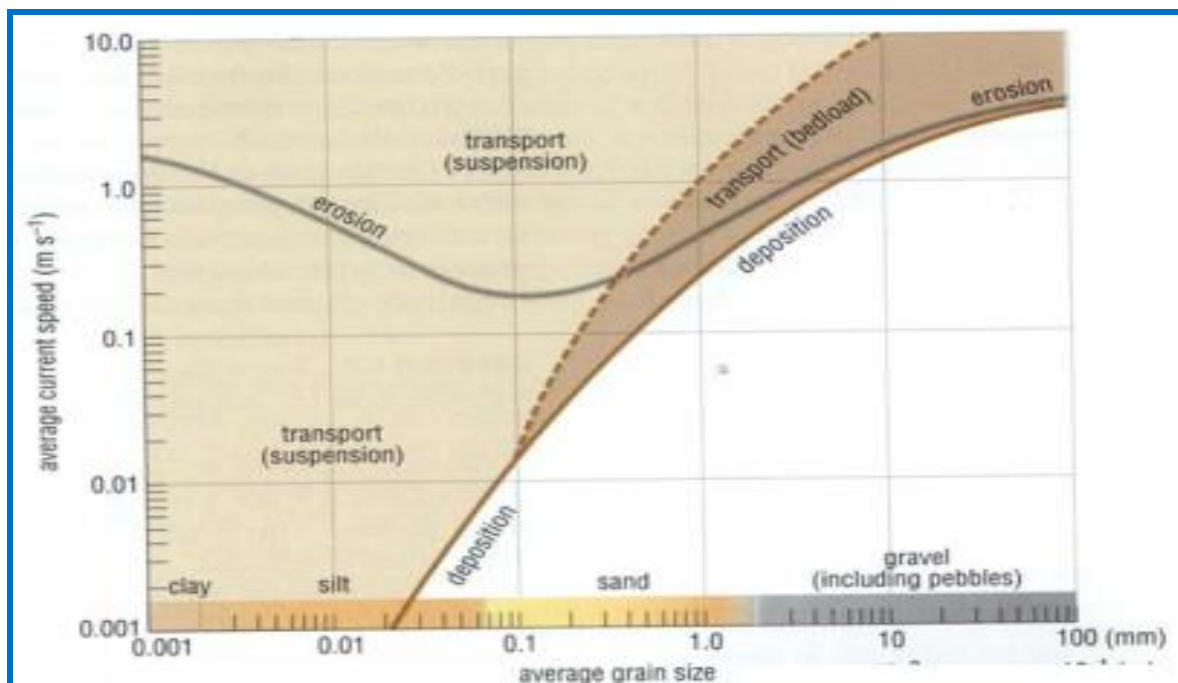


Figura 15: Diagrama de Hjulstrom que descreve a velocidade média da corrente (m/s) para a erosão, transporte e deposição de sedimentos em função do diâmetro dos grãos (mm) (The Open University, 1999).

5.2.2. Amplitude de maré registada na maré viva

As amplitudes de marés obtidas como forma de conhecer a altura em ambas praias na fase da maré viva durante um ciclo de 12h, que corresponde a metade do ciclo em dias diferentes mostraram valores típicos em cada ambiente, porém na Praia do Madal a altura máxima foi cerca de 1,6 m. Para Praia de Zalala a máxima amplitude registada foi aproximadamente 3 m. De acordo com a classificação do Davies (1964) a amplitude máxima atingidas no dia da medição em Madal foi inferior a 2 m passando a designar de micromaré, enquanto na Praia de Zalala o pico máximo medido foi de 3m denominando-se assim de mesomaré por estar no intervalo de 2 a 4 m.

5.3. Relação da inclinação com o tamanho dos sedimentos das praias

O perfil topográfico traçado em ambos ambientes de praia mostram a inclinação ser diferente, considerando a elevação máxima de zero, o phi ou seja percentil aumenta com o aumento da profundidade. É evidente que a maior inclinação foi observada na Praia de Madal apresentando depressões máximas que na Praia de Zalala.

A principal dificuldade na correlação entre o tamanho de grão da face da praia e a declividade da face é que a última sofre modificações na medida em que a praia prograda (deposição) ou retrograda (erosão) Oliveira *et al* (2013). Contudo a máxima profundidade do perfil topográfico atinge cerca de 400m (sedimento tipo areia muito fina em maior taxas e areia fina menos abundante) contra aproximadamente 300 m (menor quantidade de areia muito fina e maior taxas de areia fina) no perfil topográfico de Praia de Zalala, isso prova que nos dois ambientes está ocorrer a deposição embora, a assimetria negativa observada em alguns pontos da Praia do Madal indicar a erosão.

Oliveira *et al* (2013) ao estudar a variação longitudinal dos sedimentos de praia e sua relação com a inclinação da face da praia, concluiu-se que, as maiores declividades ocorreram onde o tamanho do sedimento é menor por ser praia protegida, embora as menores declividades estão relacionadas com menor tamanho do grão. Isso pode ser compreendido de acordo com Bascom (1951) *apud* Oliveira *et al* (2013) ao afirmar que a quantidade de energia da onda é uma função das condições de refração. Consequentemente, praias protegidas são mais íngremes (inclinadas) que praias expostas com o mesmo tamanho de grãos. Pois neste estudo ambas praias são expostas (não possui nenhuma obra de engenharia costeira que possa refractar as ondas) e o tamanho de sedimento encontrado é de areia fina a areia muito fina. No geral, as ambas praias apresentam menor declividade consoante o tamanho de sedimento em distribuição ser relativamente menor, mas quando comparadas as duas praias, Zalala tem inclinação suave enquanto a Praia do Madal é pouco mais acentuada devido `a presença de skewness negativo em alguns perfis obtidos durante amostragem de sedimentos.

6. CONCLUSÕES & RECOMENDAÇÕES

O estudo permite apresentar as seguintes conclusões:

- ✓ Após a determinação de parâmetros granulométricos na Praia do Madal os sedimentos do tipo areia muito fina e areia fina são mais predominantes, o contrário acontece na Praia de Zalala onde os sedimentos característicos mostram menor distribuição de areia muito fina maiores taxas de areia fina em relação a Praia do Madal. Porém os parâmetros granulométricos podem reflectir o modo de transporte e a energia envolvida no deslocamento das partículas no meio.
- ✓ A média das velocidades típicas medidas no campo em ambos ambientes de praias não justificam a granulometria de sedimentos que encontram-se depositados, entretanto os valores da velocidade média nos sugerem a erosão e o transporte ao relacionar a velocidade média da corrente com o diâmetro de acordo com diagrama de Hjulstrom.
- ✓ Em relação aos parâmetros estatísticos dos sedimentos predominam na Praia de Madal os grãos muito bem seleccionados mas igual proporção dos grãos bem seleccionados e moderadamente seleccionados, ao passo que para Praia de Zalala os grãos muito bem seleccionados e bem seleccionados tem quase mesma proporção na distribuição.
- ✓ Nas duas praias predomina assimetria muito positiva, mas para Praia de Madal observa-se também a assimetria positiva, simétrica e assimetria negativa enquanto para Praia de Zalala observou-se também assimetria simétrica além da assimetria muito positiva. O grau de curtose é muito platicúrtica em todos ambientes visto que indica a predominância de sedimentos muito bem seleccionados.
- ✓ Apesar da Praia de Zalala ser caracterizada maioritariamente de sedimentos do tipo areia fina para além de areia muito fina o grau de inclinação é relativamente menor em comparação com maior inclinação do perfil topográfico na Praia de Madala. Mas no geral, baseando-se no tamanho de sedimento que encontra-se depositado os ambientes de praias apresentam menor inclinação, contudo ambas praias são expostas.

Para dar continuidade ao trabalho, recomendo:

- ✓ Estudo da Distribuição Temporal de Sedimentos para Caracterização da Morfodinâmica na Praia do Madal e Zalala.

- ✓ Estudo Comparativo da Distribuição Espacial e Concentração de Carbonatos e Matéria Orgânica.
- ✓ Estudo Comparativo de Parâmetros Granulométricos de Estuário de Macuze e Bons Sinais.
- ✓ Estudo Comparativo sobre Minerais Pesados em Sedimentos.
- ✓ Utilizar Testemunhos de sondagem (PVC) que não permita que o sedimento escape para amostragem de sedimentos do fundo.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alfredine, R., & Araújo, P. (2001). Cálculo do Transporte de Sedimentos Litorâneo: Estudo de Caso das Praias de Suarão e Cibratel.
- Andrade, L. V., & Jesus, A. C. (2013). *Parâmetros Granulométricos dos Sedimentos da praia dos Artistas-Aracaju-SE*. (Vol. Vol. 9). (E. S. Plena, Ed.) Brasil.
- Araújo, R. S. (2008). *Morfologia do Perfil Praia, Sedimentologia e Evolução Histórica da linha de Costa das Praias da Enseada de Itapocorói*. Universidade do Vale do Itajaí.
- Baldock, T. E. (2005). *Swash Overtopping and Sediment Overwash on a Truncated Beach Coastal Engineering* (Vol. 52).
- Carvalho, N. O. (1994). *Hidrossedimentologia Prática*. Rio de Janeiro.
- Davies, J. L. (1964). *A Morphogenic Approach to World Shoreline*. Mortensen Sonderheft: Zeitschrift fur Geomorphology.
- Davis, R. A., & Fitzgerald, D. M. (2004). *Beaches and Coasts*. New York: Blackwell Publishing.
- Dias, J. A. (2004). *A Análise Sedimentar e o Conhecimentos dos Sistemas Marinhos*. Brasil: Universidade do algarve, Faro.
- Duane, D. B. (1964). Significance of Skewness in Recent Sediments, Western Pamlico Sound, North Carolina. *Journal of Sedimentary Petrology*.
- Evas, O. F. (1939). *Sorting and Transportation of Material in the Swash and Backwash*. Journal of Sedimentary Petrology.
- Folk, R. L. (1974). *Petrology of Sedimentary Rocks*. USA: Hemphills Publishing.
- Folk, R. L., & Ward, W. C. (1957). *Brazos River Bar: A Study in the Significance of Grain Size Parameters*. Journal of Sedimentary Petrology.
- Friedman, G. M. (1961). Distinction Between Dune, Beach and River Sands from their Textural Characteristics. *Journal of Sedimentary Petrology*.

- Krumbein, W. C., & Pettijohn, F. J. (1938). *Manual of Sedimentary Petrography*. New York: Appleton-Century-Crofts Inc.
- Martins, L. R. (1965). Significance of Skewness and Kurtosis in Environmental Interpretation. *Journal of Sedimentary Petrology*.
- Muller, G. (1967). *Sedimentary Petrology: Methods in Sedimentary Petrology*. Stuttgart: E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung.
- Oliveira, P. F., et al. (2013). *Variação Longitudinal dos Sedimentos de Praia e sua Relação com a Inclinação da Face Praial e a Morfodinâmica, Município de Paulista-PE*. Pernambuco: Universidade Federal de Pernambuco.
- Ranieri, M., & El-Robrini, L. A. (2016). *Quantificação de Sedimentos Transportados por Correntes nas praias oceânicas de Salinópolis, Nordeste do Pará*. São Paulo, Brasil: UNESP, Geociências.
- Suguio, R. (1973). *Introdução à Sedimentologia*. São Paulo: Edgard Blucher.
- University, T. O. (1999). *Waves, Tides and Shallow-Water Processes*. (S. Edition, Ed.) Oxford: Butterworth-Heinemann.
- Vanoni, V. (1975). *Sedimentation Engineering*. New York: American Society of Civil Engineers Printers.
- Veloso, J. d. (2001). *Considerações sobre a Análise Granulométrica de Sedimentos Praias*. Rio de Janeiro-Brasil: Universidade Federal do Rio de Janeiro.
- Wegel, R. L. (1964). *Oceanographical Engineering*. Prentice-Hall.
- Yang, C. T. (1996). *Sediment Transport-Theory and Practice*. The McGraw-Hill Companies.

8. ANEXOS

8.1. Gráficos de distribuição de frequências simples

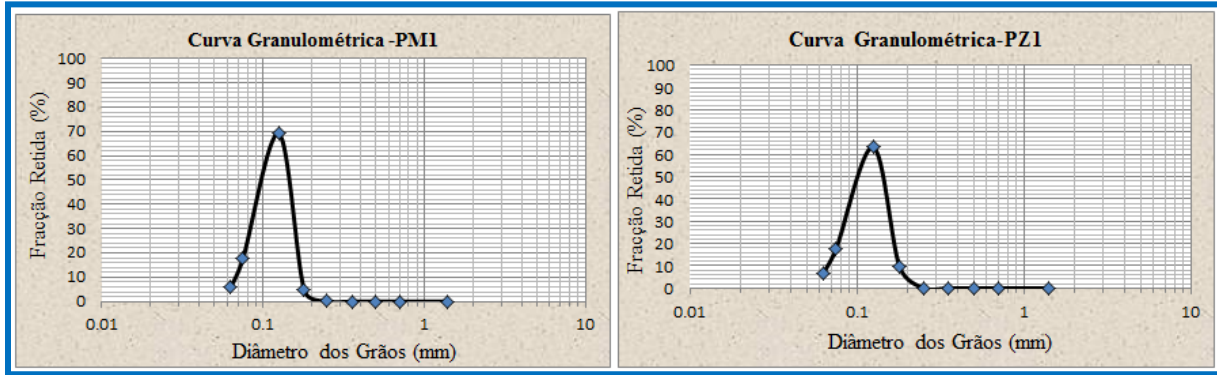


Figura 1:Curvas da distribuição de frequência simples percentual da análise granulométrica no Ponto 1.

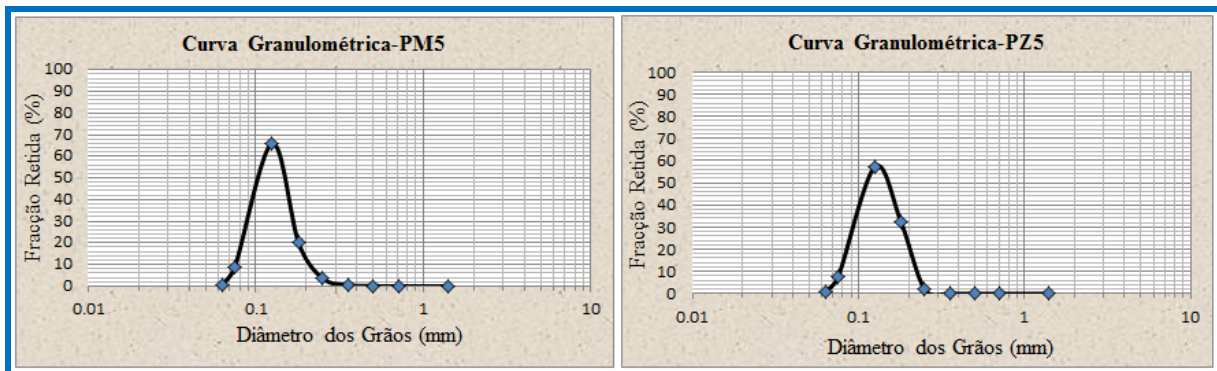


Figura 2:Curvas da distribuição de frequência simples percentual da análise granulométrica no Ponto 5.

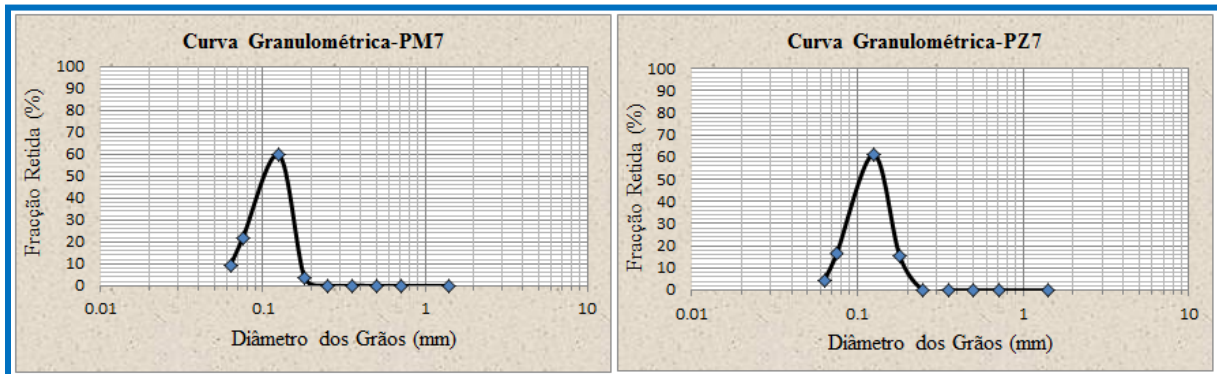


Figura 3:Curvas da distribuição de frequência simples percentual da análise granulométrica no Ponto 7.

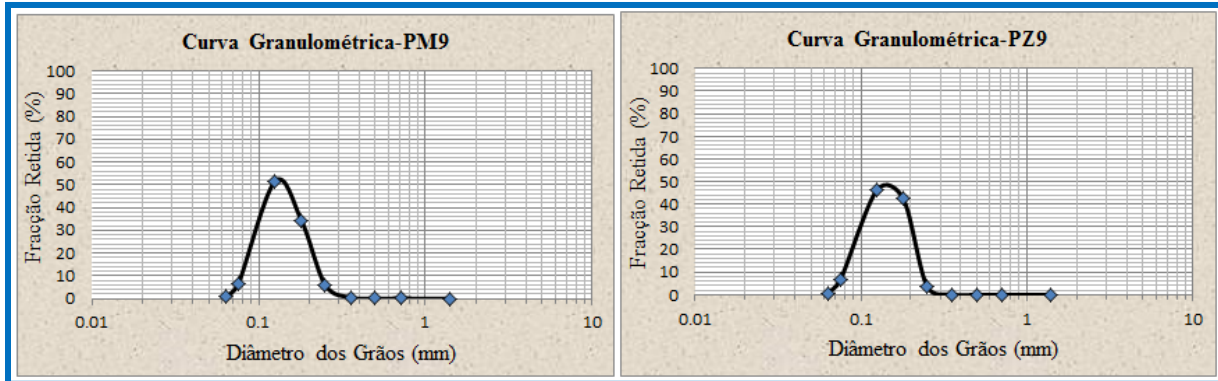


Figura 4:Curvas da distribuição de frequência simples percentual da análise granulométrica no Ponto 9.

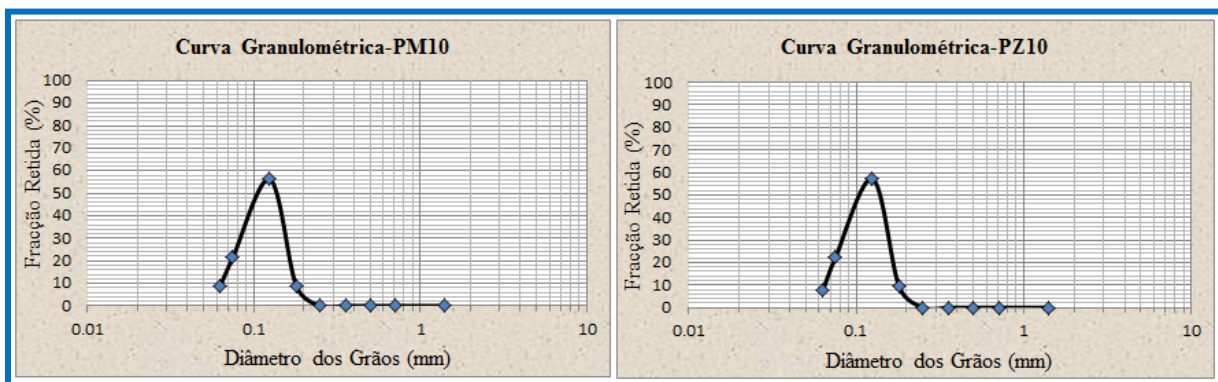


Figura 5:Curvas da distribuição de frequência simples percentual da análise granulométrica no Ponto 10.

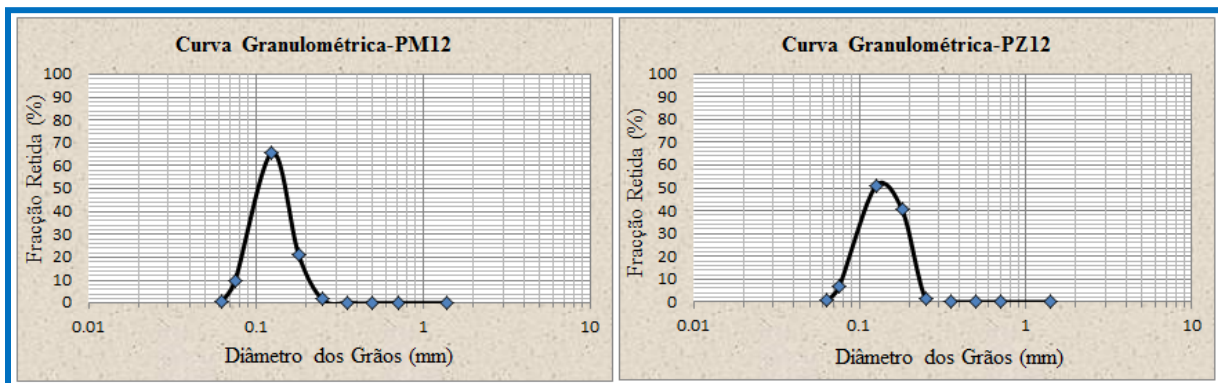


Figura 6:Curvas da distribuição de frequência simples percentual da análise granulométrica no Ponto 12.



Figura 7: Ancoragem de Seaguard e Marégrafo.

Figura 8: Análise laboratorial.



Figura 9: Levantamento do perfil topográfico.