



Escola Superior de Ciências Marinhas e Costeiras

Monografia para Obtenção de Grau de Licenciatura em Geologia Marinha

**DINÂMICA MORFO-SEDIMENTAR DA PRAIA DE ZALALA – QUELIMANE,
ZAMBÉZIA.**

Autor:

Zunchany Trinta Matola



Escola Superior de Ciências Marinhas e Costeiras

Monografia para Obtenção de Grau de Licenciatura em Geologia Marinha

DINÂMICA MORFO-SEDIMENTAR DA PRAIA DE ZALALA – QUELIMANE, ZAMBÉZIA.

Autor:

Zunchany Trinta Matola

Supervisor:

Celso de Carvalho Matsinhe

Celso de Carvalho Matsinhe (MSc)

Quelimane, Novembro de 2017

Dedicatória

Quero dedicar este trabalho de obtenção de grau de Licenciatura a minha humilde e carinhosa Mãe, Isabel Trinta Matola, que mesmo no escuro ela me vê brilhar e minha pequena sobrinha Cassiana Álves que pela primeira vez chamou a mim de Tio.

Agradecimentos

Quero em primeiríssimo lugar agradecer aos meus pais que ensinaram-me a crer em Deus, que é um ser onnipotente e criador deste vasto e belíssimo Céu e Terra. Que em ocasiões mais difíceis, fez-me acreditar que eu era capaz, tal como os outros que passaram por mesma situação.

Eu só quero agradecer aos meus pais (Isabel Trinta & José Luís) pela força e o amor que dão, pelo incentivo moral, físico que são por sinal essenciais para construção de qualquer carreira na vida.

A ESCMC-UEM pela bolsa, que desde já vai meu profundo agradecimento. Também a Mestre Rosa Simbine e ao Sr. Tónis Rijal do departamento de Finanças pelo apoio.

Aos meus supervisores Celso Matsinhe e Noca Furaca que de forma incansável, orientaram o presente trabalho.

Aos Doutores: Armindo Cambule da FAEF, Valera Dias e César Mubango da ESCMC, Clousa Muamane da INAHINA - Maputo; e António Machava Técnico do laboratório da FAEF.

Meu muito obrigado doutora Maria Rita Veloso, da área Técnica e Sr. Filomeno da Secretaria dos Serviços Provinciais de Geografia e Cadastro – Zambézia e aos médicos dos Estudantes bolseiros em especial ao Doutor Azarate.

O meu especial agradecimento vai as minhas amáveis Avós Berta Nicuia & Margarida Fesselet que sempre acreditaram em mim, e ao Ginote Mauca pela paciência. Minhas irmãs Janete Pedro e Serafina Rodriguês e ao meu tio Tomás Trinta. As minhas avós Marcela e Guida e aos senhores do Refeitório Rita Victor e Jacinto Fernando.

Aos amigos que apoiaram de alguma forma, ao Teodoro Turrúa, Jackson Marcelino, e aos colegas do curso e aos colegas da Residência Universitária, Flávio Jeje, Alberto Sibie e Francisco Jaime. As meninas especiais: Calmira Cuinhane, Fernanda Cadeado e Noémia Sabonete.

Ciência por ciência, e o mundo acabará cheio de intelectuais!

Per: Matela

Declaração de Honra

Declaro por minha honra que este trabalho com o título **Dinâmica Morfo-sedimentar da praia de Zalala** é resultado da minha pesquisa e da contribuição dos meus orientadores, o seu conteúdo é original e todas as referências bibliográficas estão referenciadas no texto e na referência bibliográfica. De referir que o trabalho nunca foi apresentado na sua essência para a obtenção de qualquer grau académico.

Quelimane, Novembro de 2017

O autor

/Zunchany Trinta Matola/

Resumo

Os sedimentos das praias são derivados de uma vasta variedade de fontes que incluem erosão da costa, rios, recife de corais e conchas marinhas, e cuja natureza dessas fontes e o tipo e a intensidade dos processos de erosão, transporte e deposição na região costeira determina o tipo de material que formam uma praia. Por sua vez as características dos sedimentos influenciam fortemente a morfologia e os processos que nela ocorrem. A forma que os sedimentos são trabalhados para permanecerem neste ambiente envolve processos complexos e ainda é uma ciência vasta por se explorar. Neste presente trabalho a dinâmica morfo-sedimentar é investigada em detalhe na praia de Zalala (Quelimane). Uma série de amostras de sedimentos de diferentes épocas (chuvosa e seca), foram colhidas na zona próxima de arrebentação, ao mesmo tempo que se media as correntes e perfis topográficos de diferentes profundidades. Vários mapas de satélite de diferentes anos foram também processados para visualizar e analisar o impacto desses processos na morfologia da praia de Zalala. Portanto, as amostras de sedimentos foram submetidas à análises granulométricas com destaque a textura e densidade, e baseou-se nos métodos de Pipeta de Robinson, Crivos e Picnómetro respectivamente. Os resultados mostraram uma abundância de areia (98%) seguindo a argila (3%) e silte (1%) na praia de Zalala, a essa quantidade de areia fina nota-se que a praia de Zalala é classificada como uma praia dissipativa; Notou-se uma variação das velocidades das correntes de 4cm/s-80cm/s, ocasionando em pouco assentamento de partículas e muita remoção dos mesmos. O perfil topográfico, mostrou uma morfologia de uma praia mais inclinada (resultado de erosão) na época seca e de banco de areia (resultado de deposição) na época chuvosa, que é resultado de um desequilíbrio sedimentar. A passo que os mapas de satélite de diferentes anos mostraram que a praia de Zalala alterou significativamente sua geomorfologia nestes últimos 56 anos, com índices de remoção de partículas de sedimentos costeiros muito elevados.

Palavras-chave: Praia De Zalala, Dinâmica Morfo-Sedimentar, Granulometria, Correntes De Marés, Topografia, Geomorfologia.

Abstract

Beach sediments are derived from a wide variety of sources including coastal erosion, rivers, coral reefs and sea shells, and the nature of these sources and the type and intensity of erosion, transport and deposition processes in the coastal region determine the kind of material that forms a beach. In turn the sediment characteristics strongly influence the morphology and the processes that occur in it. The way sediments are worked to remain in this environment involves complex processes and is still a vast science to explore. In this work the morpho-sedimentary dynamics is investigated in detail on the beach of Zalala (Quelimane). A series of sediment samples from different times (rainy and dry) were collected in the area near the surf, while the topographic currents and profiles of different depths were measured. Several satellite maps of different years were also processed to visualize and analyze the impact of these processes on the morphology of Zalala beach. Therefore, the sediment sample was submitted to grain size analysis with emphasis on texture and density, and was based on the Robinson Pipette, Screen and Pycnometer methods respectively. The results showed an abundance of sand (98%) following the clay (3%) and silt (1%) in the beach of Zalala, to this amount of fine sand it is noticed that the beach of Zalala is classified as a dissipative beach; It was observed a variation of the velocities of the chains of 4cm / s-80cm / s, causing in little settling of particles and much removal of the same ones. The topographic profile showed morphology of a more sloping beach (result of erosion) in the dry season and of sandbank (result of deposition) in the rainy season, which is the result of a sedimentary imbalance. While the satellite maps of different years showed that the beach of Zalala significantly altered its geomorphology in the last 56 years, with indices of removal of particles of very high coastal sediments.

Keywords: Zalala Beach, Morpho-Sedimentary Dynamics, Granulometry, Tidal Currents, Topography, Geomorphology.

Lista de Figuras

Figura 1. Diagrama de distribuição da energia das ondas. Fonte: (Brown <i>et. al</i> , 1999).....	3
Figura 2. Perfil de uma praia com desenvolvimento de cava marinha e banco (Wright, 1978).....	4
Figura 3. Diagrama de Huljstrom, descreve a relação entre o tamanho da partícula, e a energia necessária para a erosão, transporte e sedimentação (Graf, 2001).....	5
Figura 4. Evolução geomorfológica em diferentes tonalidades (Chavez, 1988).....	8
Figura 5. Localização da área de estudo.....	10
Figura 6. Ilustração da Armadilha pronta (esquerda e direita).....	12
Figura 7. Ilustração do Teodolito (esquerda) e Correntómetro (direita).....	13
Figura 8. Material usado no Laboratório. Termómetro(a), Balança(b), balão volumétrico(c), Proveta graduada(d) e bandeja de vidro(e).....	15
Figura 9. Variação da Corrente de maré na praia de Zalala.....	20
Figura 10. Ilustração da abundância dos sedimentos na praia de Zalala.....	21
Figura 11. Distribuição na época seca (esquerda) época chuvosa (direita).....	25
Figura 12. Distribuição na época seca (esquerda) e chuvosa (direita).....	26
Figura 13. Distribuição na época seca (esquerda) época chuvosa (direita).....	27
Figura 14. Batimetria da praia de Zalala epoca seca.....	28
Figura 15. Batimetria da praia de Zalala epoca chuvosa.....	28
Figura 16. Perfil topográfico da época seca.....	29
Figura 17. Perfil topográfico da época chuvosa.....	29
Figura 18. Mapa de referência geomorfológica da praia de Zalala.....	30
Figura 19. Mapa da Evolução geomorfológica da praia de Zalala.....	30

Lista de Tabelas

Tabela 1. Densidade de alguns minerais comuns em sedimentos Fonte: (Kiehl, 1979).....	7
Tabela 2. Materiais e softwares usados na realização do trabalho.....	11
Tabela 3. Localização geográfica da área de amostragem.....	12
Tabela 4. Fracções de sedimentos e tempo necessário para retirarem sedimentos.....	14
Tabela 5. Parâmetro estatístico referente a época seca.....	22
Tabela 6. Parâmetro estatístico referente a época chuvosa.....	23
Tabela 7. Variação da densidade das partículas.....	24
Tabela 8. Cálculos da densidade da época seca e chuvosa.....	39
Tabela 9. Catálogo laboratorial-método de Pipeta de Robinson.....	39

Nomenclatura

Abreviatura/Símbolo	Significado
UEM	Universidade Eduardo Mondlane
ESCMC	Escola Superior de Ciências Marinhas e Costeiras
FAEF	Faculdade de Agronomia e Engenharia Florestal
SPGC	Serviços Provinciais de Geografia e Cadastro.
INAHINA	Instituto Nacional de Hidrografia e Navegação
ODV	Ocean Data View
GPS	Global Position System
dpi	Pontos por polegada
mm	Milímetro
m	Metro
hrs	Horas
cm/s	Centímetro por segundo
min	Minutos
dp	Densidade da partícula
Mp	Massa da partícula
Vp	Volume da partícula
φ	Phi
Mz	Média
σ	Seleção/Desvio-padrão
Sk	Assimetria/ Skewness
K _G	Curtose
ml	Mililitros
°C	Graus Celsius
cm	Centímetros
s	Segundos
g	Gramas
n	Número do percentil que pretende-se calcular;
p	Peso total da amostra [g].
%	Porcentagem
d	Diâmetro da partícula [mm]

Índice

Conteúdo	Página
CAPÍTULO I – INTRODUÇÃO	1
1.Introdução.....	1
1.1.Objectivos.....	2
Geral.....	2
Específicos.....	2
CAPÍTULO II - REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	3
2.Revisão Bibliográfica.....	3
2.1.Comportamento das correntes das marés	3
2.2.Perfil morfológico das praias	4
2.3.Classificação de praias quanto a incidência da energia das ondas.....	4
2.4.Formas de distribuição dos sedimentos.....	5
2.5.Grão das partículas	6
2.6.Densidade das partículas	7
2.7.Parâmetros estatísticos.....	7
2.8.Geomorfologia por satélite	8
2.9.Linha de costa de Moçambique	9
CAPÍTULO III – METODOLOGIA	10
3.Metodologia.....	10
3.1.Caracterização da área de estudo	10
3.2.Materiais e Métodos	11
3.2.1.Materiais usados.....	11
3.3.Métodos.....	11
3.3.1.Procedimentos de amostragem.....	11
3.3.1.1.Localização geográfica da amostragem.....	12
3.4.Análise laboratorial e Tratamento de dados	13
3.4.1.Análise Laboratorial	13
3.4.2.Tratamento de Dados.....	16
3.4.2.1.Medidas de Tendência Central.....	16
3.4.2.2.Medidas de Dispersão.....	17
CAPÍTULO IV – RESULTADOS E DISCUSSÕES	20
4.Resultados.....	20

4.1.Determinação da velocidade da corrente da maré.....	20
4.2.Características dos sedimentos e a distribuição na coluna de água da zona de arrebentação.....	21
<i>Predominância de sedimentos</i>	21
<i>Parâmetros estatísticos</i>	22
<i>Densidade dos sedimentos</i>	24
4.3.Relação da distribuição de sedimentos com os processos de transporte e sedimentação .	25
<i>Distribuição em superfície da armadilha</i>	25
<i>Distribuição no meio da armadilha</i>	26
<i>Distribuição no fundo da armadilha</i>	27
4.4.Análise da evolução geomorfológica da praia de Zalala	28
<i>Perfil batimétrico</i>	28
<i>Perfil topográfico</i>	29
<i>Mapeamento geomorfológico</i>	30
5.Discussões.....	31
5.1.Determinação da velocidade da corrente de maré.....	31
5.2.Características dos sedimentos e a distribuição na coluna de água da zona de arrebentação.....	31
5.3.Relação da distribuição de sedimentos com os processos de transporte e sedimentação .	33
5.4.Análise da evolução geomorfológica do ambiente de sedimentação de Zalala.....	34
CAPÍTULO V – CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES	36
6.Conclusões.....	36
7.Recomendações.....	36
CAPÍTULO VI - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	37
8.Referências Bibliográficas.....	37
Anexos.....	39

CAPÍTULO I – INTRODUÇÃO

1. Introdução

Sedimentação é o processo de deposição de partículas detríticas de origem inorgânica (proveniente da destruição das rochas preexistentes) ou de origem orgânica (por via de processos biológicos), realizada em meio aéreo ou aquoso. A sedimentação inicia quando a força transportadora é vencida pela força da gravidade (detritos clásticos), ou quando a água fica supersaturada de um soluto (acúmulos de sedimentos químicos), ou por actividades e morte de organismos (sedimentos orgânicos) ou quando geleiras derretem e formam acúmulos de detríticos ou camadas/extractos de sedimentos (Massarani, 1997).

As Praias são resultado de uma vasta acumulação de sedimentos inconsolidados e que é controlado por acção de ondas e marés (Jensen, 1949). Resultado de análise de certos estudos inferem que as praias típicas das zonas tropicais quentes e húmidas, como é o caso da praia de Zalala, são de ambientes costeiros transgressivos e dominadas por ondas (Franzinelli, 1992).

As praias de todo mundo hoje estão a acarretar grande atenção de muitas comunidades, pelo facto de apresentarem uma evolução drástica na sua morfologia devido a sedimentação, erosão e vegetação. No entanto, estes problemas acima citados são mais agravados principalmente pelo tamanho do grão desta praia, com os grãos finos, faz com que as correntes, os ventos transportem com muita facilidade do seu local de sedimentação, gerando assim preocupação para várias entidades que fazem da praia de Zalala um ponto de lazer e de rentabilidade económica: pequenos pescadores, agentes turísticos. Não só constitui um factor preocupante aos que foram mencionados, mas também rompe uma grande conectividade ecológica.

Por outro lado olha-se a praia de Zalala como sendo um dos locais mais escolhidos para actividades importantes para ser humano, principalmente no que tange a recreação, turismo, pesca e estudos de pesquisas científicas.

Atendendo que a percepção deste tema ajudará a resolver problemas de erosão costeira, na escolha perfeita para uso de obras leves de engenharia costeira e no tipo de sedimentos a ser repor quando se deseja recuperar uma praia, e que simultaneamente estará a resolver problemas de erosão ligados aos que residem nas periferias da pequena vila do Supinho/Macuze. Considerando que Moçambique é país emergente nas áreas de Geologia Marinha tem escassez de referências institucionais e bibliográficas de temas e títulos relacionados.

O conhecimento dos aspectos relacionados a costa e o seu comportamento morfo-sedimentar tem sido de grande interesse por parte dos cientistas nessas últimas décadas, principalmente para ambientes costeiros sedimentares, como é o caso de sistemas de ilhas-barreiras, desembocaduras, deltas, planícies de maré (Anthony, 1989) e praias arenosas que é o maior ênfase deste trabalho.

Sendo a praia de Zalala sujeita a diversos tipos de modificações geológicas, e por estar a sofrer modificações devido ao impacto directo das ondas e correntes, este trabalho de investigação tem como objectivo compreender aspectos da dinâmica sedimentar dessa região costeira.

1.1.Objectivos

Geral:

- ✚ Avaliar a dinâmica morfo-sedimentar da praia de Zalala

Específicos:

- ✚ Determinar a velocidade das correntes de marés;
- ✚ Conhecer as características dos sedimentos (tamanho, forma e densidade) e a sua distribuição na coluna de água da zona de arrebentação
- ✚ Relacionar a distribuição de sedimentos com os processos de transporte e sedimentação;
- ✚ Analisar a evolução geomorfologia do ambiente de sedimentação de Zalala.

CAPÍTULO II - REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2. Revisão Bibliográfica

2.1. Comportamento das correntes das marés

As correntes marinhas designa-se sempre pela direcção segundo a qual se dirigem. Mas também, há que ter em conta que a velocidade e a direcção de todas as correntes são muito inconstantes (Machado, 1979).

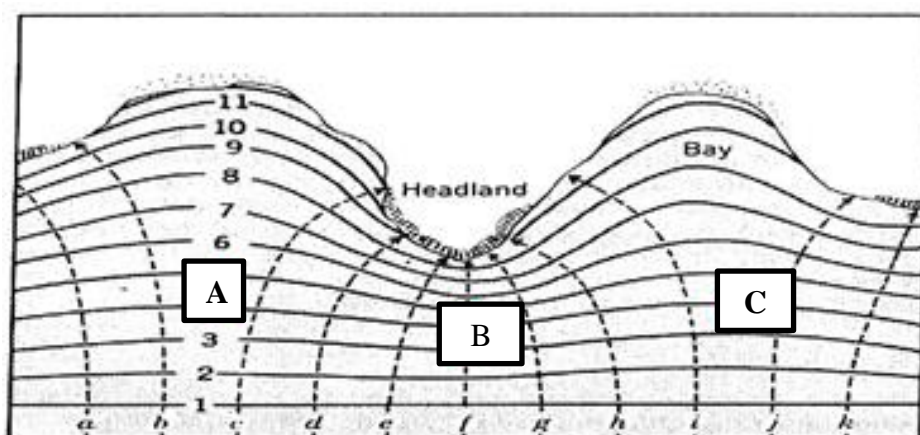


Figura 1. Diagrama de distribuição da energia das ondas. **Fonte:** (Brown *et. al*, 1999)

As ondas da praia sobre os ambientes de sedimentação causam efeitos variados ao longo do percurso. As energias das ondas divergentes (A) causam uma grande deposição aos ambientes de sedimentação devido ao seu ângulo de incidência que é desviado antes pelas forças de atrito da água e ventos; as convergentes (B) pelas forças com que chegam a costa erodem permanentemente o ambiente de sedimentação e as ondas com linhas iguais (C) são mais calmas e não tem efeitos significativos na sedimentação e erosão dos ambientes costeiros (Brown *et. al*, 1999).

As marés nas águas marinhas de Moçambique comportam-se como uma onda estacionária, isto é, a corrente da maré muda de sentido na maré cheia e na maré baixa e as maiores velocidades são observadas nos períodos intermediários. As marés são semidiurnas com desigualdade diurna bastante significativa (Hoguane, 2007).

2.2. Perfil morfológico das praias

As modificações na praia são, em parte, causadas pela troca bidireccional de sedimentos entre estes dois limites, através da zona de arrebentação. O regime da zona de arrebentação, por sua vez, depende do clima de ondas de águas profundas do local e, pelo grau de modificação que as mesmas sofrem (diminuição ou aumento) antes de atingir o ponto de quebra (Wright e Chappell, 1978).

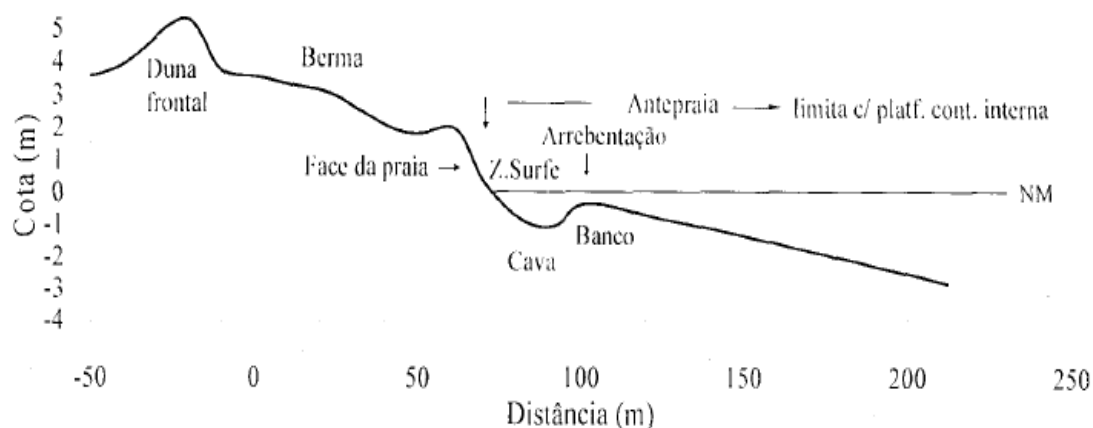


Figura 2. Perfil de uma praia com desenvolvimento de cava marinha e banco (Wright, 1978)

2.3. Classificação de praias quanto a incidência da energia das ondas

A classificação de praias abrange diversos tipos de praias, onde tem-se em um extremo as praias reflectivas e noutras as praias dissipativas (Dominguez, 2009).

Praias Reflectivas

São caracterizadas por se estabelecerem em regiões protegidas, com grande declividade, tamanho dos grãos maior, incidência de ondas sobre a face da praia, menor diversidade, e são ambientes que dependem do aporte de partículas externas para a sua manutenção (Brown *et. al*, 1999).

Praias Dissipativas

São mais expostas, apresentam uma extensa região de quebramento de ondas, onde a energia vai se dissipando, com isso na face da praia a energia de ondas é baixa com granulometria mais fina e pouca declividade. Frequentemente, encontram-se campos de dunas associados a este tipo de praia (Brown *et. al*, 1999).

Praias Intermediárias

Abrangem todas as outras praias que ficam entre os extremos dissipativos e reflectivos. São praias com características mistas e que podem ser identificadas pela presença de correntes de retorno, como pode ser visto na foto (Brown *et. al*, 1999).

2.4. Formas de distribuição dos sedimentos

Ao longo do curso de um rio realizam-se simultaneamente os três tipos de mecanismos transporte, sedimentação e erosão, embora, de uma forma selectiva, predomine um ou outro tipo. A intensidade de erosão provocada pela carga sólida do rio depende da quantidade de detritos transportados e da sua competência. A quantidade de detritos transportados está relacionada com a velocidade da corrente (Hoefel e Edgar, 2003).

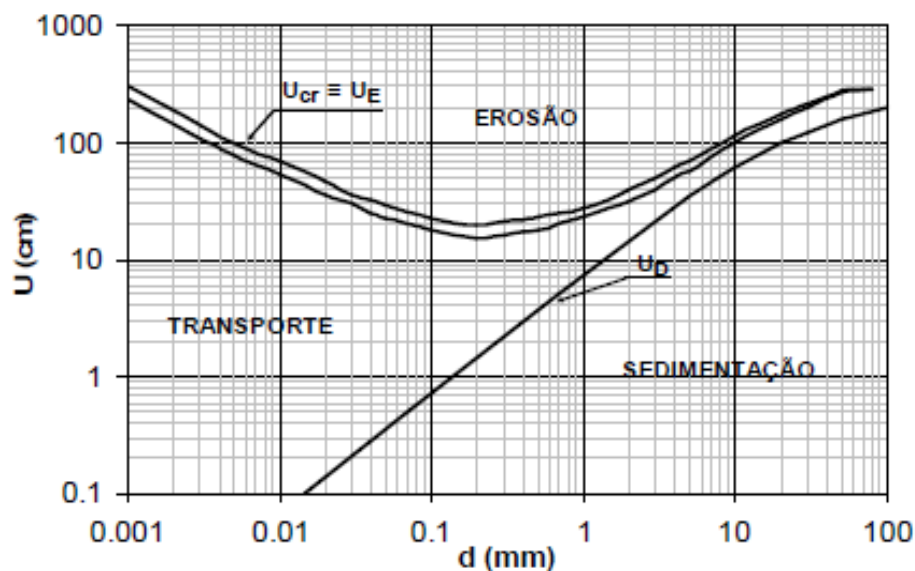


Figura 3. Diagrama de Huljstrom, descreve a relação entre o tamanho da partícula, e a energia necessária para a erosão, transporte e sedimentação (Graf, 2001).

Erosão

Este fenómeno é provocado pela remoção de materiais do leito e das margens. A erosão pode resultar da acção hidráulica, isto é, da pressão que a água em movimento exerce sobre o leito e as margens. A erosão pode também resultar do desgaste mecânico provocado pelos materiais arrastados pela corrente, que chocam com o leito e as margens (Graf, 2001).

Transporte

Após a sua remoção do leito e das margens, os detritos são transportados. Se forem partículas finas a muito finas são transportadas em solução ou suspensão (Graf, 2001). Se as partículas são mais grosseiras, então são transportadas sobre o leito por saltação, rolamento ou por arrastamento.

Sedimentação

Consiste na acumulação dos detritos no leito e nas margens de um rio. O processo de sedimentação começa a partir do momento em que a velocidade do fluxo não é suficiente para arrastar ou transportar o sedimento (Graf, 2001).

Por meio de processos hidrológicos e eólicos a areia é transportada por rolamento e saltação para a linha de costa, enquanto o silte e argila são transportados em suspensão, depositando-se em águas profundas (Pettijohn, 1957)

2.5. Grão das partículas

As partículas sedimentares aparecem em todos os tamanhos. Por conveniência de comunicação para a descrição de sedimentos usam-se termos como cascalho (de vários grãos), areias (de vários grãos), silte e argila. A escala de (Krumbein, 1934), denominada escala phi (Φ) converte os limites de granulometria (Blott e Pye, 1983).

$$\varphi = -\log_2 d \quad [1]$$

Onde: d é o diâmetro da partícula [mm]; Φ é Phi de transformação/adimensional.

A análise granulométrica consiste na determinação do tamanho de partículas, bem como a frequência em que ocorrem em determinada classe ou tamanho, sendo possível deduzir informações sobre a proveniência, transporte e ambientes deposicionais (Dias, 2004).

2.6.Densidade das partículas

A densidade de partículas refere-se apenas à fracção sólida de uma amostra de terra, sem considerar a porosidade. (Assis e Lanças, 2005) nas partículas, seus valores variam, em média, entre os limites de 2,3 e 2,9 g.cm⁻³. Como valor médio, para efeito de cálculos pode-se considerar a densidade de partículas como sendo de 2,65 g.cm⁻³.

É importante que se calcule a densidade das partículas, porque é possível saber os tipos que são propícios para sedimentação de partículas em água, compactação e um critério auxiliar na identificação de minerais. Regra geral, partículas que maiores que >2600 Kg.m⁻³ sedimentam com muita facilidade, e menores que <2500 Kg.m⁻³ não (Kiehl, 1979).

Tabela 1. Densidade de alguns minerais comuns em sedimentos **Fonte:** (Kiehl, 1979)

Minerais em partículas	Densidades [Kg.m ⁻³]	Sedimentação
Feldspatos	2500-2600	Pouca
Mica	2700-3000	Muita
Quartzo	2500-2800	Normal
Minerais de argila	2200-2600	Muito pouca
Feldspatos e Quartzo	26500	Normal a Pouca

2.7.Parâmetros estatísticos

O tratamento de dados de granulometria é feito pela estatística convencional baseada na distribuição normal para obtenção dos parâmetros estatísticos (moda, mediana, média, desvio-padrão, grau de assimetria e de curtose). Onde é capaz de deduzir a origem distribuição dos mesmos ao longo duma bacia sedimentar. (Flemming, 2007)

Parâmetros estatísticos são importantes para interpretação granulométrica (Folk e Ward, 1957):

Média (Mz):

Indica a magnitude do diâmetro dos grãos, isto é, o tipo de grão em média pode existir nesse local. O diâmetro mais abundante, indica a predominância de uma dada granulometria (Folk e Ward, 1957).

Desvio-padrão (σ):

Geologicamente o desvio-padrão descreve a selecção dos sedimentos em relação a quantidade de energia predominante (Folk e Ward, 1957).

Assimetria (S_K):

As distribuições de frequência com assimetria positiva indicam predominância de fracções de sedimentos finos, e assimetria negativa indicam predominância de fracções grossas em torno da energia predominante para seu transporte (Folk e Ward, 1957).

Curtose (K_G):

Corresponde ao grau de achatamento das fracções de sedimentos. Isto é, descreve a angulosidade da partícula (Folk e Ward, 1957).

2.8. Geomorfologia por satélite

Sensoriamento Remoto pode ser definido de uma forma geral, segundo (Jensen, 1949), como a aquisição de dados sobre um objecto sem tocá-lo. Mapear a superfície terrestre é de extrema importância para a ciência geomorfológica, uma vez que a Terra está em constantes mudanças, se movendo e sendo rearranjada. (Silva, 2002).

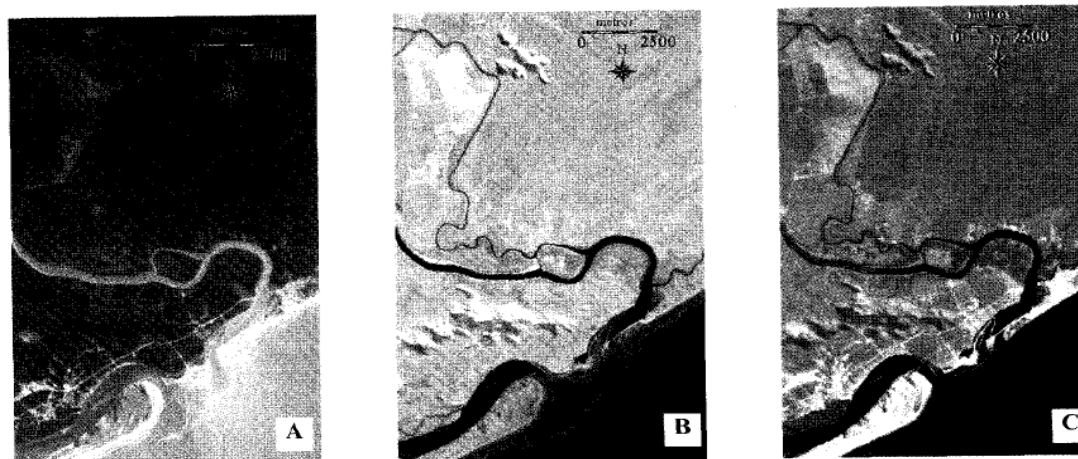


Figura 4. Evolução geomorfológica em diferentes tonalidades (Chavez, 1988)

2.9.Linha de costa de Moçambique

A linha da costa moçambicana tem um comprimento de cerca de 2700km e é caracterizada por albergar um vasto ambiente com fauna e flora. (Hoguane, 2007) o clima, dum modo geral, é tropical húmido com duas estações distintas: seca ou de inverno e húmida ou de verão. A linha da costa é caracterizada por extensões intermitentes de praias arenosas, dunas recentes e lagoas e baías costeiras.

Na linha costeira verificam-se recuos significativos com implicações nas faixas marginais: perdas de areias, destruição de dunas e vegetação, aumento dos riscos de galgamento dos arruamentos marginais, danos nas obras de defesa existentes e aumento do risco de algumas construções virem a ser afectadas (Langa, 2007)

CAPÍTULO III – METODOLOGIA

3. Metodologia

3.1. Caracterização da área de estudo

A praia de Zalala está localizada na periferia de Supinho, uma pequena aldeia de pescadores, que dista aproximadamente 40km a norte de Quelimane, entre as coordenadas de latitudes: 17°49'50.94" a Sul e longitudes: 37°07'46.99" a Este, com um clima tropical húmido-seco e duas épocas de estação do ano bem distintas, época seca de Março - Agosto e época chuvosa de Setembro-Abril.

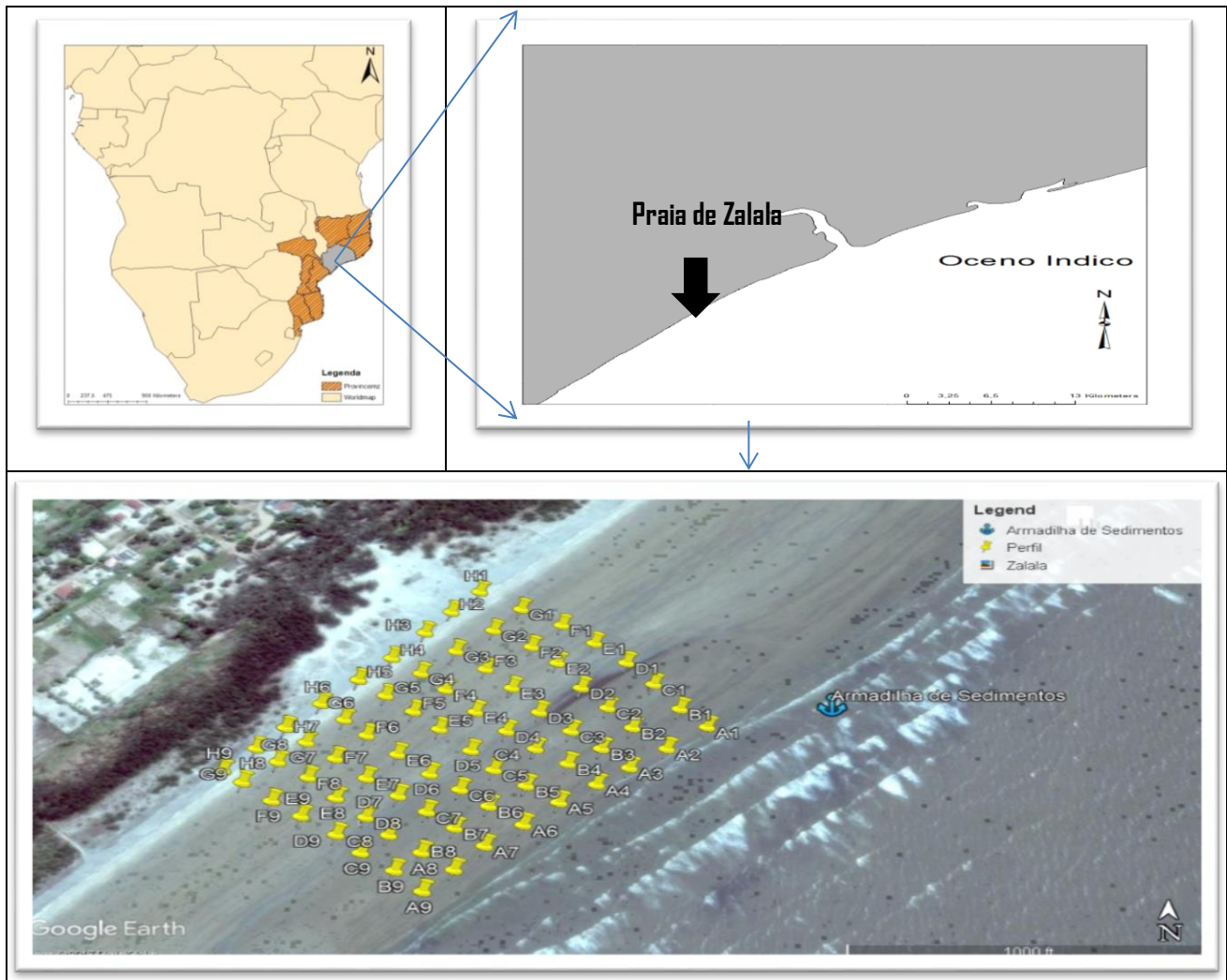


Figura 5. Localização da área de estudo

3.2. Materiais e Métodos

3.2.1. Materiais usados:

Tabela 2. Materiais e softwares usados na realização do trabalho

○ Armadilha de sedimento	○ Braçadeiras plásticas
○ Correntómetro	○ Balde
○ Teodolito	○ Esferográfica
○ GPS Astro200	○ Bloco de etiqueta
○ Régua graduada	○ Peso (kg)
○ Cordas 6m	○ Saco plástico
○ Bóias	○ Fita métrica
○ Coletes de salva-vidas	○ Bandeja de vidro
○ Centrifugador	○ Crivo/Peneira
○ Estufa	○ Papel indicador
○ Balança	Softwares:
○ Fita-cola	○ Excel 2010
○ Colher	○ ArcMap 10.1
○ Balão Volumétrico	○ SysGrain 3.0
○ Proveta	○ Ocean Data View 4.7.2
○ Bureta	○ Ruskin 0.2.0.0

3.3. Métodos

Para realizar o método deste trabalho, contou-se com:

- ✓ Saída ao campo;
- ✓ Sensoriamento remoto.

▪ Saída ao Campo

3.3.1. Procedimentos de amostragem

A amostragem foi feita durante duas épocas seca e chuvosa correspondente a três medições em um dia de cada época, na baixa-mar, da maré viva.

3.3.1.1. Localização geográfica da amostragem

Tabela 3. Localização geográfica da área de amostragem

Nº	Designação	Coordenadas	
		Longitude	Latitude
1	Corrente e Sedimentos	37°07'26.63"E	17°50'24.50"S
2	Posição do Teodolito	37°07'26.63"E	17°50'24.06"S

Fez-se amostragem num único local em época seca e chuvosa, seleccionou-se uma zona estratégica (deposição ou remoção) próximo da zona de mistura ou de arrebenção da onda da zona costeira da praia de Zalala, foi escolhida com o posicionamento do GPS Astro200.

Usou-se a tabela de marés de INAHINA-2017 para planificar as horas da amostragem, portanto, as colectas e medições tiveram uma duração de 5hrs no máximo.

Adicionou-se três Armadilhas de sedimentos a uma a altura de 3m acima do assoalho e foi posicionado de forma vertical em paralelo a linha de costa, com o fim de colectar amostras a diferentes profundidades (Fundo, Médio e Superfície) completando um numero 6 amostras.

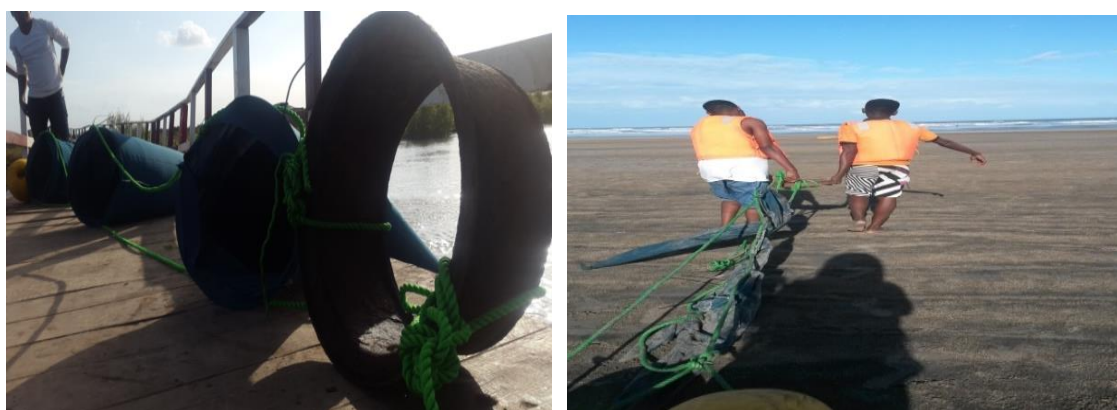


Figura 6. Ilustração da Armadilha pronta (esquerda e direita)

Correntómetro foi colocado em cada Armadilha durante 30min (superfície, médio e fundo) para medir correntes de marés. Teodolito usou-se na área dos banhistas (face da praia e antepraia) em que perpendicularmente e paralelamente a linha da costa distou 30m, isto é, foi fixado num ponto de referência e a régua graduada movimentando em vários pontos, foram registadas as coordenadas e a cotas fazendo assim 72 pontos.



Figura 7. Ilustração do Teodolito (esquerda) e Correntómetro (direita)

Após a colheita das amostras, despejou-se em baldes, conservadas em sacos plásticos e etiquetadas.

3.4. Análise laboratorial e Tratamento de dados

3.4.1. Análise Laboratorial

As amostras de sedimentos foram secadas por Estufa, a uma temperatura de 60°C durante vinte e quatro (24hrs) no laboratório de Química da ESCMC. Foram pesadas pela balança a 200g para cada, novamente etiquetadas, foram ao laboratório da FAEF-Maputo com o principal objectivo de analisar a textura e densidade dos sedimentos. E foram submetidas a quatro tratamentos especiais dos métodos de:

o Eliminação dos carbonatos

Primeiro, Pesou-se 20g de cada amostra, num copo graduado de 600ml. Depois, atacou-se a amostra com 1mole ácido clorídrico, durante 24hrs, deixando repousar no extractor. Após esse tempo neutralizou-se a amostra, usando o centrifugador de 2000 rotações /minuto, durante 15min e controlando o PH=7 da amostra com o papel indicador.

Seguiu-se pelo processo de secagem a temperatura ambiente 60°C e por fim faz-se a diferença entre a amostra do peso antes de retirado os carbonatos e depois de retirado, anotou-se como resultado a quantidade de carbonatos.

o *Crivagem*

É um procedimento usado geralmente em geologia e engenharias para classificar o tamanho das partículas, a partir do jogo de peneiras (de diferentes malhas).

Foi usada para separar as fracções de areia com os diâmetros 1mm, 0.5mm, 0.3mm, 0.125mm e 0.063mm de crivos. Após isso, obteve-se a massa tirada acima de cada peneira, com as calcificações de areia a diferentes tamanhos. E que os padrões de (Folk e Ward, 1957) o diâmetro de 1mm é areia grossa e 0.063mm é a silte.

o *Pipeta de Robinson*

É um método usado geralmente para determinar a textura, consiste em separar as fracções de areia, argila e silte (limo).

Portanto, para a separação das fracções acima referidas, foram colocadas as partículas menores que 0.0045mm da amostra, na proveta de 1000ml, adicionou-se 25ml de dispersante ($\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7 + \text{Na}_2\text{CO}_3$) até completar o volume, e adicionou-se água destilada até 1000ml.

De seguida, mediu-se a temperatura da solução, na proveta. A partir da relação Temperatura e Profundidade, foi possível localizar e colectar a amostra (Vide em anexos Tabela 9).

O procedimento de pipeta de Robinson permitiu a recolha das fracções em função de tempo, onde a primeira fracção foi recolhida a 20cm de profundidade que coincide com 20°C de temperatura (Vide em anexos Tabela 9), as restantes fracções seguiu-se o critério já estabelecido mediante o tempo da colheita da amostra tal como mostra a Tabela 3:

Tabela 4. Fracções de sedimentos e tempo necessário para retirarem sedimentos

Fracção (mm)	Tempo (s)
<50	Imediatamente
<32	3min/45s
<16	15min
<8	1hrs
<2	16hrs

Feito isto, passou-se a medir 25ml do dispersante e secou-se na estufa a temperatura de 60°c. Depois de seco o dispersante, pesou-se enquanto isso registava-se

Contudo, a cada pesagem que se fez correspondia a uma dessas fracções de areia, argila e silte, e por fim, fez-se a subtracção do peso inicial e final e certificou-se a porção existente em cada amostra para areia, argila, silte.

o *Método de Picnómetro*

Para a aquisição da densidade das partículas usou-se o método de Picnómetro, que consiste em medir a densidade dos sedimentos de diferentes diâmetros.

Pesou-se 20 g de cada amostra de sedimento que determinou a massa da amostra e transferiu-se para balão volumétrico (Picnómetro) de 50ml. De seguida preencheu-se a bureta de 50 ml com álcool etílico, e colocou-se álcool ao balão volumétrico até completar metade de seu volume;

Mais adiante, agitou-se o balão volumétrico para expulsar o ar preso entre as partículas de sedimentos para permitir que o álcool ocupe todo o espaço entre as partículas. Fez-se esse procedimento para todas as amostras, parou-se no momento em que cessou o aparecimento de bolhas na superfície do líquido. Assim, a anotar-se a posição do volume da partícula na proveta, assim determinou-se o volume em que a amostra ocupava.



Figura 8. Material usado no Laboratório. Termómetro(a), Balança(b), balão volumétrico(c), Proveta graduada(d) e bandeja de vidro(e).

3.4.2. Tratamento de Dados

Para processamento dos dados usou-se a folha de cálculo Excel e baseando-se principalmente em escala de (Krumbein, 1934) vide em Equação [1], denominada escala phi (Φ) converte os limites de granulometria. E de seguida, fórmulas de parâmetros estatísticos proposta por (Folk e Ward, 1957):

- Medidas de tendência central da curva como: Média (M_z).
- Medida de dispersão como: Desvio – padrão (σ), Curtose (K_G) e Assimetria (Sk).

Calculou-se percentis φ : 5, 16, 25, 50, 75, 84 e 95. Proposto pelo (Folk e Ward, 1957) nesta equação:

$$\varphi_n = \frac{n \times p}{100\%} \quad [2]$$

Onde:

n é o número do percentil que pretende-se calcular;

p é o peso total da amostra em [g].

3.4.2.1. Medidas de Tendência Central

- o *Média (M_z):*

$$M_z = \frac{\varphi_{84} + \varphi_{50} + \varphi_{16}}{3} \quad [3]$$

Onde: M_z – Diâmetro médio

3.4.2.2. Medidas de Dispersão

- *Desvio Padrão (σ):*

$$\sigma = \frac{\varphi_{84} - \varphi_{16}}{4} + \frac{\varphi_{95} - \varphi_5}{6,6} \quad [4]$$

Onde: σ – desvio padrão

Padrão definido por (Folk e Ward, 1957):

- $\sigma < 0,35$ – Sedimentos muito bem seleccionados
- $0,35 < \sigma < 0,50$ – Sedimentos bem seleccionados
- $0,50 < \sigma < 1,00$ – Sedimentos moderadamente seleccionados
- $1,00 < \sigma < 2,00$ – Sedimentos mal seleccionados
- $2,00 < \sigma < 4,00$ – Sedimentos muito mal seleccionados
- $\sigma > 4,00$ – Sedimentos extremamente mal seleccionados

- *Assimetria (Sk):*

$$sk = \frac{\varphi_{84} + \varphi_{16} - 2\varphi_{50}}{2(\varphi_{84} - \varphi_{16})} + \frac{\varphi_{95} + \varphi_5 - 2\varphi_{50}}{2(\varphi_{95} - \varphi_5)} \quad [5]$$

Onde: Sk – assimetria

Padrão definido por (Folk e Ward, 1957):

- $+1,00 < sk < +0,30$ - Assimetria muito positiva
- $+0,30 < sk < +0,10$ - Assimetria positiva
- $+0,10 < sk < -0,10$ - Simétrica
- $-0,10 < sk < -0,30$ - Assimetria negativa
- $-0,30 < sk < -1,00$ - Assimetria muito negativa

- *Curtose* (K_G):

$$K_G = \frac{\varphi_{95} - \varphi_5}{2,44(\varphi_{75} - \varphi_{25})} \quad [6]$$

K_G - Curtose

Padrão definidos por (Folk e Ward, 1957):

- $K_G < 0,67$ - Muito platicúrtica
- $0,67 < K_G < 0,90$ - Platicúrtica
- $0,90 < K_G < 1,11$ - Mesocúrtica
- $1,11 < K_G < 1,50$ - Leptocúrtica
- $1,50 < K_G < 3,00$ - Muito leptocúrtica
- $K_G > 3,00$ - Extremamente leptocúrtica

Por fim, usou-se SysGrain 3.0 para aquisição do histograma da distribuição e classificação das amostras para cada amostra.

Para determinar a densidade da partícula para cada amostra, baseou-se na equação abaixo:

$$dp = \frac{Mp}{Vp} \quad [7]$$

dp – densidade da partícula [kg.m^3]

Mp – Massa da partícula [kg] e Vp - Volume da partícula [m^3]

Para perfil morfológico da praia, usou-se Google Earth para activar as coordenadas do GPS, de seguida foi convertido o ficheiro, no formato txt (texto separado por tabulações) do Ocean Data View e Excel para melhor processamento. Também foi usado Ruskin para activação dos parâmetros de interesse e conversão dos dados do Correntómetro em folha de cálculo Excel para facultar no tratamento e processamento dos mesmos.

- *Sensoriamento Remoto*

Adquiriu-se o mapa mais antigo possível pelo SPGC – Delegação da Zambézia correspondente a 1960 que serviu de referência para os mapas subsequentes de 1988 e 2016, um tempo total de 56 anos, com intervalo de 28 anos de cada.

Os dois últimos mapas referentes aos anos 1988 e 2016, foram adquiridas por meio de imagens de satélite fornecidas gratuitamente pelo Google Earth, onde foi possível mapear aspectos de interesse: sedimentos, linha de costa e água.

Por fim, foram filtradas as imagens no ArcMap ganhando assim uma nova forma de interpretar numa resolução de 96 dpi, de 1960 com escala 1:60 000, 1988 e 2016 com escala 1:50 000 respectivamente.

CAPÍTULO IV – RESULTADOS E DISCUSSÕES

4. Resultados

4.1. Determinação da velocidade da corrente da maré

Para o conjunto de medições realizadas, os dados de velocidade de correntes obtidos a diferentes profundidades do fundo até superfície, durante a maré baixa, mostram que durante os 30min em que esteve a registar as velocidades das correntes no fundo com a Armadilha das [11:10-40min] registou sua máxima de 43,3cm/s e sua mínima de 4,22cm/s e que foi a mínima do dia durante a colheita. Ainda para mais acima (zona média - entre a superfície da Armadilha e o fundo) constatou-se que a partir de [12:00min-12:30min] em que 12:00min que foi o ponto mais baixo do nível da maré do dia (Tabela de marés da INAHINA) em que a velocidade da corrente máxima foi de 80,79cm/s e foi a mais alta do dia, enquanto que as 12:30min foi a mínima de 28,99cm/s. A passo que das [12:44min-13:14min] na hora em que foram medidas as correntes na superfície verificou-se um intervalo muito menor da variação da velocidade entre as mínimas e máximas de 36,56cm/s a 45,50cm/s. No geral, as velocidades das correntes variaram entre 4,227 cm/s a 80,79 cm/s.

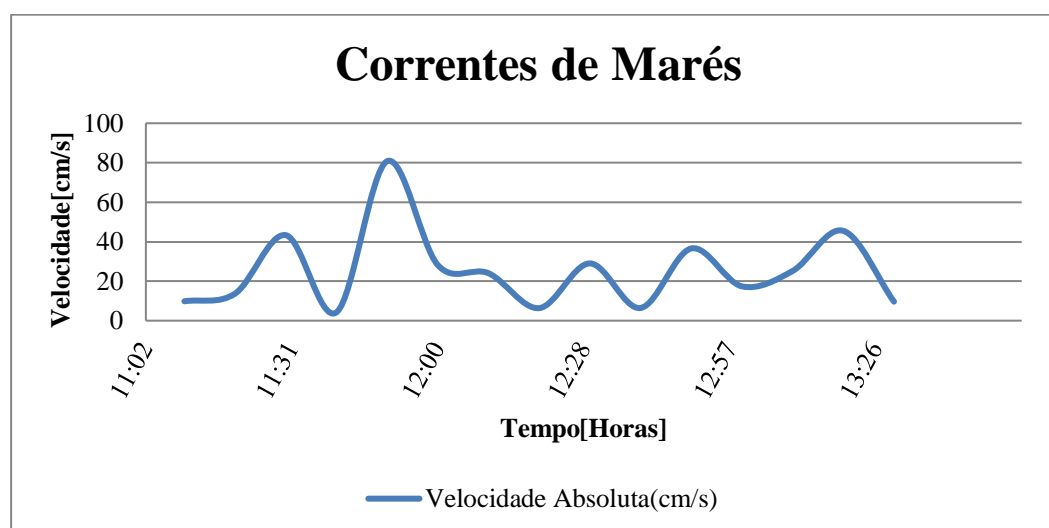


Figura 9. Variação da Corrente de maré na praia de Zalala.

4.2. Características dos sedimentos e a distribuição na coluna de água da zona de arrebentação

Predominância de sedimentos

Ambiente morfo-sedimentar da Praia de Zalala apresenta uma área ampla de areia, com as colheitas na zona de arrebentação, nota-se claramente que o maior tamanho é ocupada por areia com uma percentagem de 96% como o sedimento mais abundante da praia e os outros 4% são ocupados por argila e silte na percentagem de 3% e 1% respectivamente, isto é, sendo o silte o menos abundante neste ambiente.

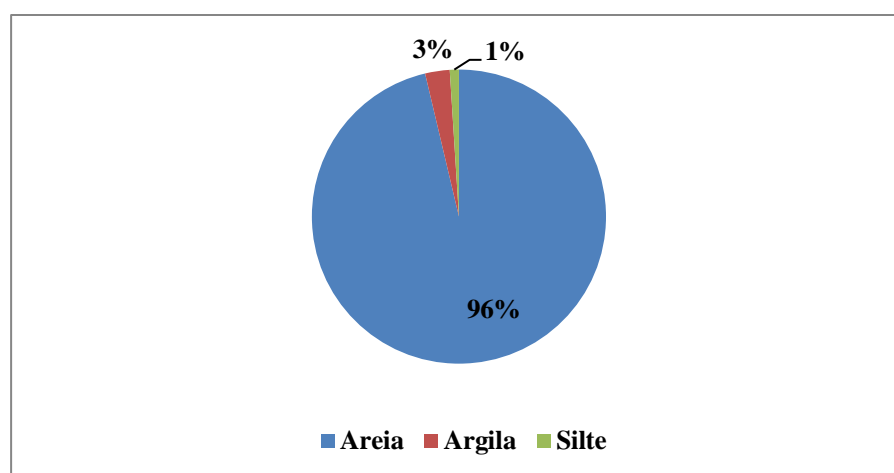


Figura 10. Ilustração da abundância dos sedimentos na praia de Zalala.

Parâmetros estatísticos

Em amostras colhidas em todas as profundidades da Armadilha de Sedimentos (Tabela 5) o diâmetro médio do grão (M_z) foi de $3,008\phi$, $3,184\phi$ e $3,071\phi$, indicam predominância de areia fina a muito fina. O desvio-padrão foi de $0,06976\sigma$, $0,6318\sigma$ e $0,682\sigma$ predomina assim sucessivamente de amostras moderadamente seleccionadas. Os valores de assimetria variaram entre $-0,2465S_k$, $-0,3461S_k$ e $-0,3031S_k$, Predominando assimetria negativa, muito negativa a muito negativa. A curtose (K_G) $0,7696$, $1,11$ e $0,8305$ apresentando uma forma ou angulosidade Platicúrtica Leptocúrtica e Platicúrtica respectivamente.

Tabela 5. Parâmetro estatístico referente a época seca

	Média	Classificação	Seleção	Classificação	Assimetria	Classificação	Curtose	Classificação
S1	3,008	Areia muito fina	0,6976	Moderadamente seleccionado	-0,2465	Negativa	0,7696	Platicúrtica
M1	3,184	Areia muito fina	0,6318	Moderadamente seleccionado	-0,3461	Muito negativa	1,11	Leptocúrtica
F1	3,071	Areia muito fina	0,682	Moderadamente seleccionado	-0,3031	Muito negativa	0,8305	Platicúrtica

Onde:

S1 - Sedimentos da superfície época seca;

M1 - Sedimentos do meio época seca;

F1 - Sedimentos do fundo época seca.

Amostra colhida em época chuvosa (Tabela 6) a média (Mz) comportou-se nos diâmetros 3.249, 2.591 e 2.727 com predominância de areia muito fina na superfície e o resto areia fina. A selecção (σ) foi de 0.5918, 0.6578 e 0.6946 com abundância de grãos moderadamente seleccionados. A assimetria (Sk) foi de -0.3376, 0.1759 e 0.1214, apenas em amostras da superfície foram de assimetria muito negativa e o resto das profundidades a assimetria foi positiva. A passo que a curtose (KG) foi de 1.262, 0.9456 e 0.786 a forma ou angulosidade foi predominante a leptocúrtica, mesocúrtica e platicúrtica.

Tabela 6. Parâmetro estatístico referente a época chuvosa

	Média	Classificação	Seleção	Classificação	Assimetria	Classificação	Curtose	Classificação
S2	3,249	Areia muito fina	0,5918	Moderadamente seleccionado	-0,3376	Muito negativa	1,262	Leptocúrtica
M2	2,591	Areia fina	0,6578	Moderadamente seleccionado	0,1759	Positiva	0,9459	Mesocúrtica
F2	2,727	Areia fina	0,6946	Moderadamente seleccionado	0,1214	Positiva	0,786	Platicúrtica

Onde:

S2 - Sedimentos da superfície época chuvosa;

M2 - Sedimentos do meio época chuvosa;

F2 - Sedimentos do fundo época chuvosa.

Densidade dos sedimentos

Conforme as amostras colhidas em ambas épocas (Tabela 7), a densidade que é uma propriedade física das partículas, permitiu-nos verificar que a variação não foi tão acentuada, tanto que para amostras da época seca foram de 2772,64kg/m³ a 2602,53kg/m³ sendo as máximas e mínimas, indicando os picos mínimos da densidade nesta época. Enquanto que para época chuvosa a densidade das partículas variou de 2782,24kg/m³ e 2623,26kg/m³ máxima e mínima respectivamente, indicando os maior valores da densidade para a época chuvosa.

Tabela 7. Variação da densidade das partículas

N ^o .	Densidade dos Sedimentos						
1	Estação	Época Seca	Época Seca	Época Seca	Época Chuvosa	Época Chuvosa	Época Chuvosa
2	[kg/m³]	2772,64	2602,53	2764,32	2713,25	2623,26	2782,24

4.3. Relação da distribuição de sedimentos com os processos de transporte e sedimentação

Distribuição em superfície da armadilha

Os sedimentos de superfície, isto é, em suspensão (seca e chuvosa) apresentam predominância de silte na percentagem de 60%-80%, também notou-se a presença massiva da areia muito fina com destaque para os diâmetros de 3ϕ 42,5% e 22,5%. Pois na superfície da época seca houve presença de areia grossa massiva de 3% no diâmetro 0ϕ , a passo que em outra época não se fez sentir, apenas houve uma distribuição notável de areia média de 2,5% no diâmetro 1.73ϕ .

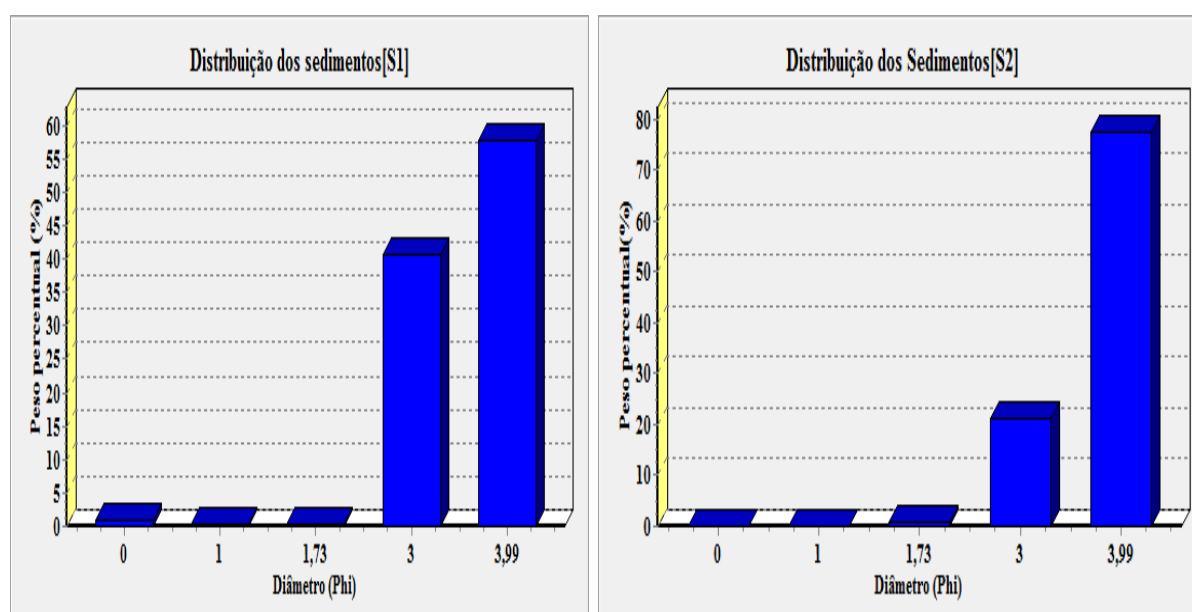


Figura 11. Distribuição na época seca (esquerda) época chuvosa (direita)

Distribuição no meio da armadilha

São distribuídos sedimentos colhidos na profundidade média em relação a armadilha, sedimentos em saltação, a silte grossa com 75% com mais predominância para o diâmetro 3.99ϕ e quantidade reduzida foi de areia muito fina com 30% no diâmetro 3.99ϕ , a passo que a areia muito fina na época chuvosa foi a mais abundante nesta distribuição com 71% para o diâmetro de 3ϕ e teve uma quantidade muito menor de silte com 25% para 3.99ϕ . Predomina uma grande diferença na distribuição dos sedimentos a mesma profundidade.

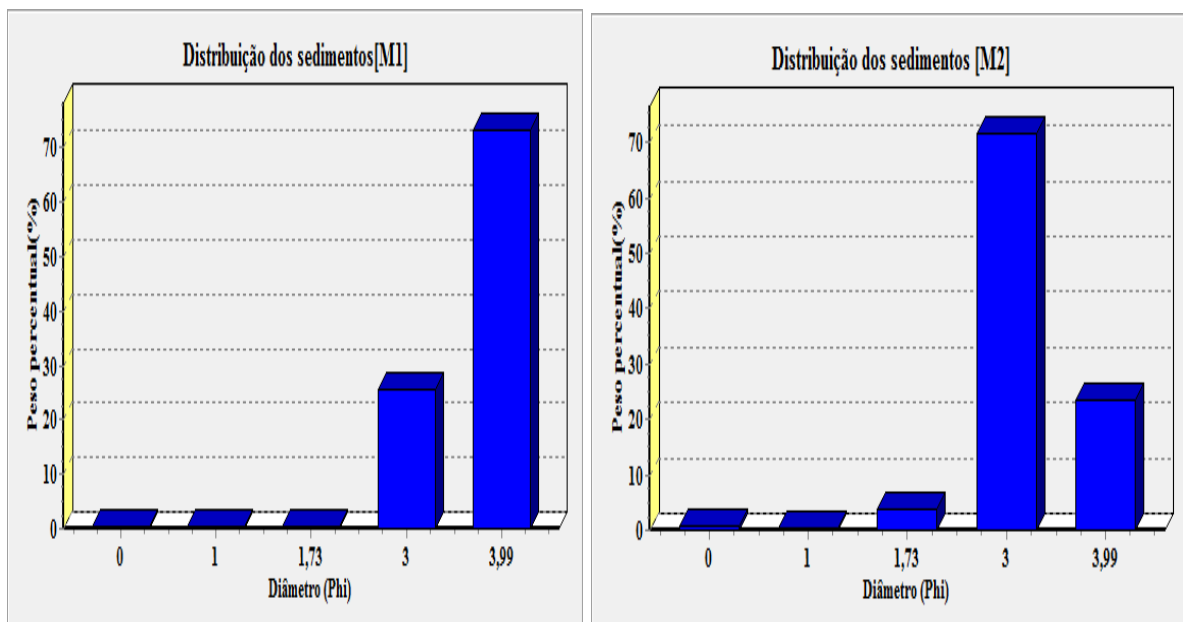


Figura 12. Distribuição na época seca (esquerda) e chuvosa (direita).

Distribuição no fundo da armadilha

Na região do fundo da zona de arrebentação, os sedimentos foram distribuídos de forma controversa, em que para época seca houve mais abundância de silte com 72% para chuvosa foi menor com 35%, mas para areia muito fina a época chuvosa ocupou com 67% a passo que a seca foi de 37%. Para época seca foi de areia grossa 2% e a chuvosa muito abaixo disso, mas destacou-se com a presença de areia média com 5% no diâmetro 1.73 ϕ . A quantidade de sedimentos com granulometrias menores de phi (ϕ) são os menos abundantes nessa profundidade de distribuição.

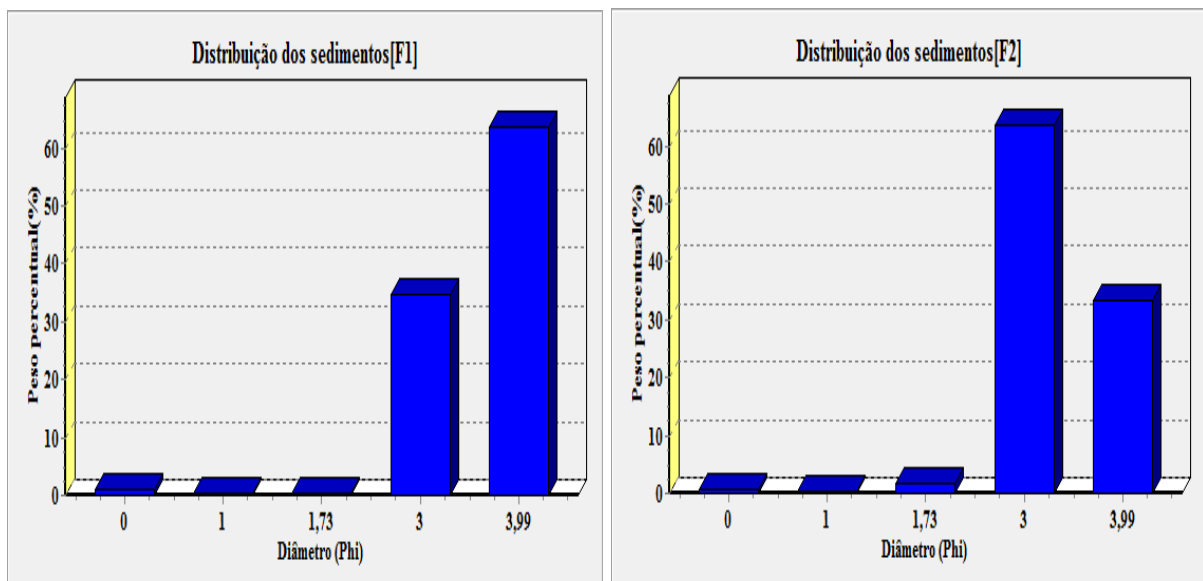


Figura 13. Distribuição na época seca (esquerda) época chuvosa (direita)

4.4. Análise da evolução geomorfológica da praia de Zalala

Perfil batimétrico

De acordo com os perfis batimétricos que foram feitos na zona das dunas frontais até próximo da zona de arrebentação, em que a cor quente (vermelho) indica elevação maior da praia enquanto fria (violeta) indica elevação menor da praia. Tanto que o grau de inclinação para época seca é razoável que nota-se mais elevação em dunas que destaca-se na cota de 0m, comparado com a chuvosa em que é fácil notar-se que mais para a zona de arrebentação há banco de areia em cota de intervalo de 2-3m. Em fim as variações morfológicas não são tão notáveis, uma e outra feição foram o que os diferiu nestas épocas.

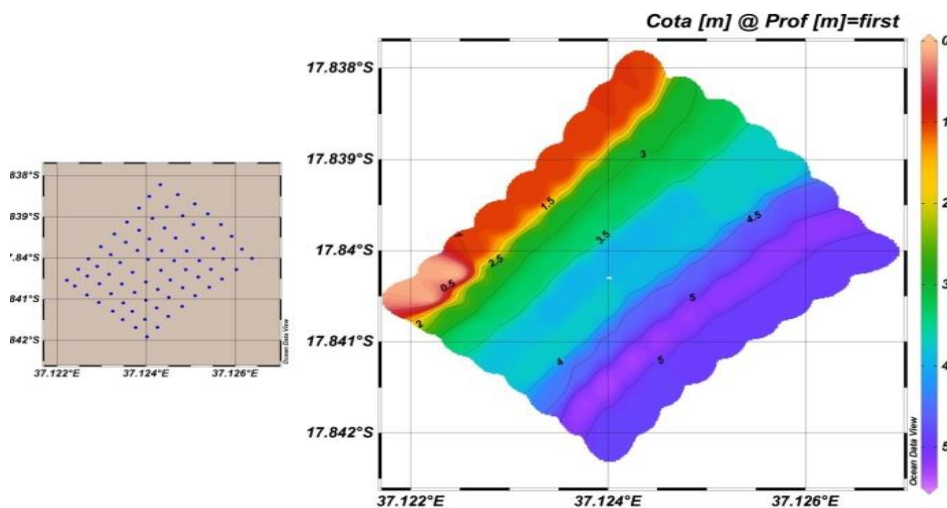


Figura 14. Batimetria da praia de Zalala época seca

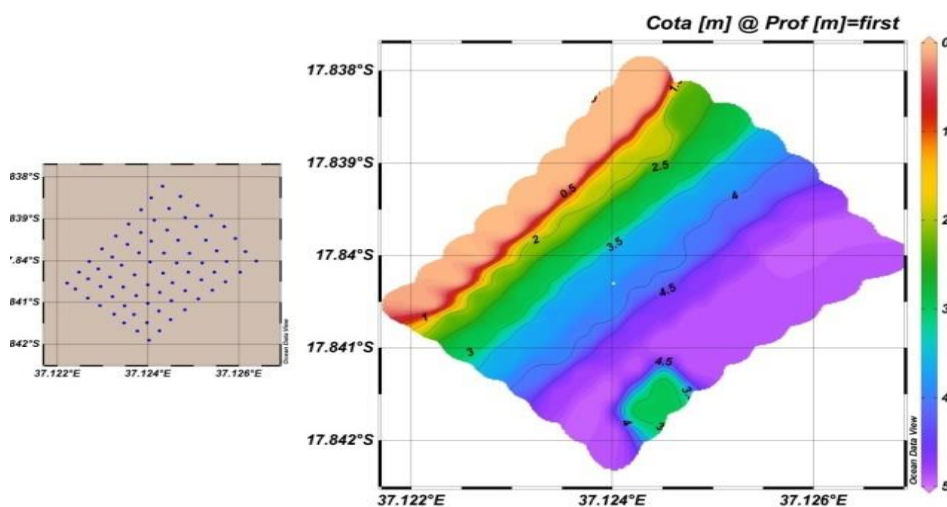


Figura 15. Batimetria da praia de Zalala época chuvosa

Perfil topográfico

O perfil topográfico mostrou claramente que a morfologia está a variar bastante com os processos costeiros actuantes durante a colheita. A curva suave que partiu das dunas entre as cotas de 0m a 1m, nas distâncias igual ou menores que 50m, indicou um declive muito maior.

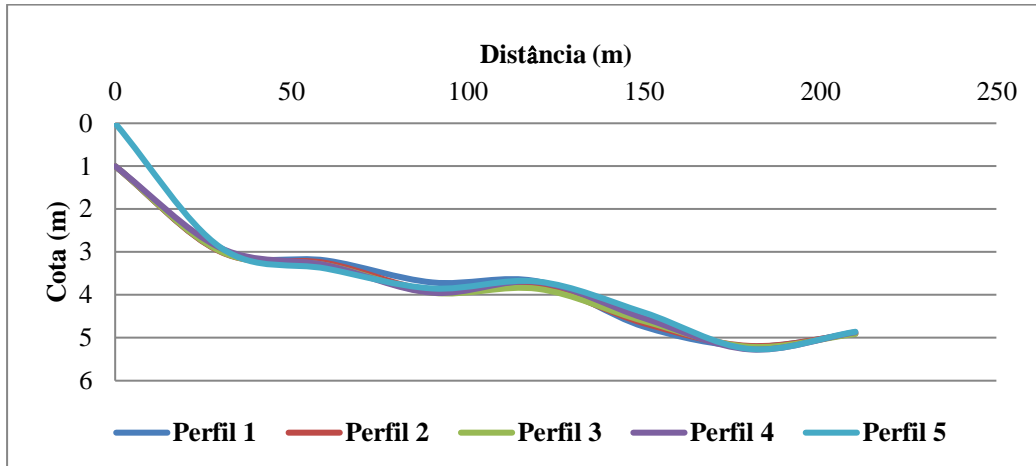


Figura 16. Perfil topográfico da época seca

O perfil da época chuvosa não mostrou uma grande variação morfológica da praia, mesmo porque para a área das dunas não apresentou um declive muito alto, quando comparado ao da época seca. Destacou-se uma subida de cota muito próximo da zona de arrebentação (banco de areia) entre as cotas 4m-5m, portanto, a curva morfológica foi suave.

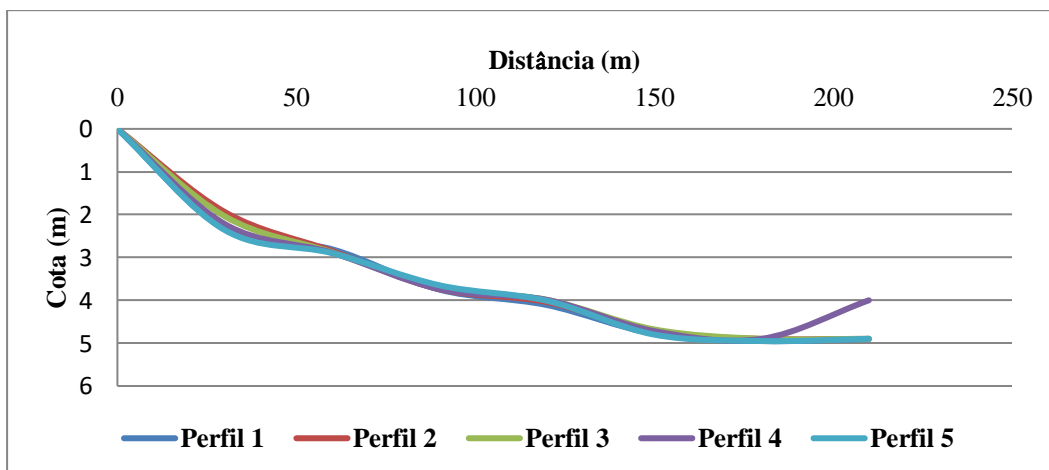


Figura 17. Perfil topográfico da época chuvosa

Mapeamento geomorfológico

Analisando os mapas de satélite, nota-se claramente as variações descritas em (Figura 12 e 13). A partir do mapa (Figura 18) de 1960 mostrou que a praia esteve num estado muito natural em que havia porção de terra e água como limites da praia e linha de costa, a passo que o mapa (Figura 19) de 1988, a situação geomorfológica variou, com destaque para recuo de linha de costa, deposição de sedimentos, tanto que o rio Macuze foi se perdendo. Enquanto para o mapa (Figura 19) de 2016, a dinâmica sedimentar evoluiu com o altíssimo recuo de linha de costa, perda de sedimentos e até surgimento de banco de areia como resultado de remoção de sedimentos que faziam parte do trecho do rio Macuze.

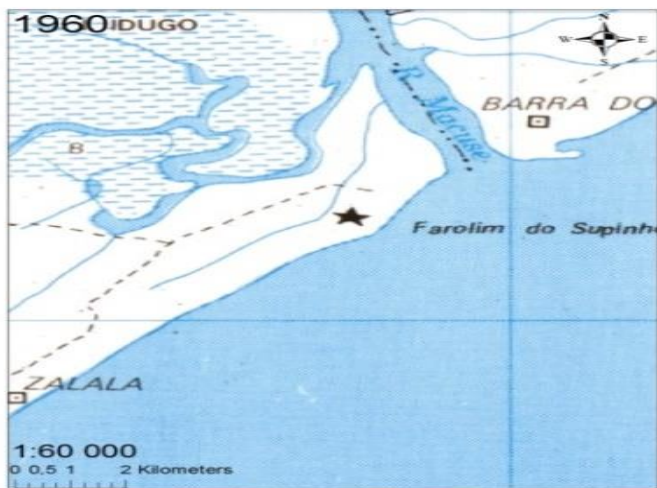


Figura 18. Mapa de referência geomorfológica da praia de Zalala

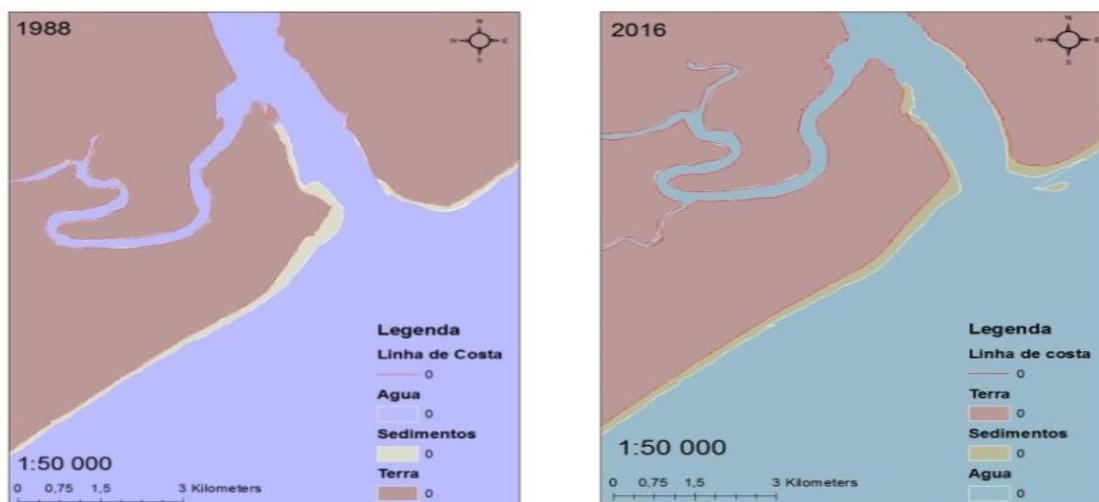


Figura 19. Mapa da Evolução geomorfológica da praia de Zalala

5. Discussões

5.1. Determinação da velocidade da corrente de maré

Examinando a (Figura 9) que trata das correntes absolutas medidas em três profundidades diferentes, 3m acima do assoalho próximo da zona de arrebatção, que resulta da soma das correntes da direcção norte e este, e que a sua direcção é paralela a linha de costa, portanto, correntes com direcções paralelas a linha de costa geram efeitos significativos na deposição das partículas de sedimentos de acordo com (Brown *et al.*, 1999).

Na (Figura 9) notou-se uma grande variação nas velocidades das correntes [4cm/s a 80cm/s], esta crescente velocidade de correntes permite dar um efeito muito significativo na mobilidade dos sedimentos como remoção e acreção, este facto deve-se provavelmente ao momento em que as marés estavam a mudar bruscamente de altura conforme (Hoguane, 2007) chama de períodos intermediários da maré. No entanto, a velocidade de 80cm/s elevou-se exactamente no momento em que a maré estava na sua fase de transição ou intermediária pelas 12:04min. Portanto, é possível esperar uma perda de sedimentos neste local pela intensidade de correntes de marés e pouca acreção.

5.2. Características dos sedimentos e a distribuição na coluna de água da zona de arrebatção

De forma geral os sedimentos colhidos durante a amostragem na praia de Zalala, notou-se que (Figura 10) a quantidade acentuada foi de grãos de areia (96%), seguido da argila (3%) e por fim um pouco do silte (1%), esta distribuição vai de acordo com a distribuição observada na maior parte das praias, tal como afirma (Jensen, 1949) que a maioria das praias é composta por partículas arenosas. Tanto que a praia de Zalala, não apresenta uma homogeneidade na sua composição sedimentar, seja quanto ao material assim como a forma.

Como mostram a (Tabelas 5 e 6) a média foi de 3.249Mz o que predominou mais segundo a classificação do (Krumbein, 1934) areia muito fina, este resultado também foi encontrado na (Figura 10) predominância de areia, pois a essa porção encontra-se moderadamente seleccionado na selecção com valor médio para ambas épocas de 0,6976 como apresenta qualitativamente (Folk e Ward, 1957) em grãos de diâmetros phi (ϕ).

A assimetria média para ambas épocas seca e chuvosa foi de predominância de muito negativa, pois na classificação qualitativa deste parâmetro proposto por (Folk e Ward, 1957) significa assimetria negativa indicam predominância de frações grossas de sedimentos. De acordo com o (Graf, 2001) na descrição do diagrama de Huljstrom, frações maiores de sedimentos são os que necessitam de velocidade de corrente alta para transporte ou então sedimentação. Destacou-se a curtose média na zona de arrebentação $0,8305\sigma$, são partículas com angulosidade Platicúrtica, isto é, achatados tal como o (Folk e Ward, 1957) padronizaram.

Por outro lado, registou-se uma presença de grãos de assimetria positiva principalmente para (Tabela 6) grãos finos na classificação de (Folk e Ward, 1957) pois explica-se provavelmente pela presença do rio Macuze e o vento predominante que alimenta a praia com grãos finos que necessitam de energia das correntes muito baixas para sedimentação que segundo (Pettijohn, 1957) grãos finos são depositados em zonas profundas.

Espera-se que os picos altos da velocidade das correntes de marés (Figura 9), contribuam para que haja transporte, sedimentação e erosão ao longo da distribuição da praia de Zalala. Como (Hoefel e Edgar, 2003) ao longo do curso de um rio realizam-se simultaneamente os três tipos de acção geológica (sedimentação, transporte e erosão), embora, de uma forma selectiva.

A (Tabela 7) que descreve a densidade das partículas colhidas na praia de Zalala, especificamente próximo da zona de arrebentação. Esta apresentou valores de densidade não muito variável na época seca e chuvosa, dado que observou-se que entre as profundidades diferentes variou para profundidade média nos valores médios $2602,53\text{kg/m}^3$ - $2623,26\text{kg/m}^3$. De acordo com (Assis e Lanças, 2005) é uma propriedade física das partículas que auxilia na sedimentação e na identificação dos minerais, portanto com os resultados obtidos nas partículas nas densidades apresentadas (Tabela 7) são propícias para ocorrência de sedimentação, isto é, muita e normal-pouca.

Tanto que para a tabela classificativa do (Kiehl, 1979) são partículas compostas maioritariamente pelo mineral Mica e densidade média composta por Feldspato e Quartzo. Nota-se que estes minerais incorporados em partículas de sedimentos, impulsionam uma sedimentação adequada, devido a provavelmente suas propriedades físico-químicas.

Mas em contra partida (Graf, 2001) diz que velocidades superiores a 30cm/s para grãos de diâmetro 1mm (0ϕ), ocorre erosão, como vem na (Figura 9) das velocidades de correntes.

5.3. Relação da distribuição de sedimentos com os processos de transporte e sedimentação

Os sedimentos de superfície (Figura 11) segundo a classificação de (Folk e Ward, 1957) houve predominância excessiva de silte e quase nada de areia e argila o que coaduna devidamente com o (Pettijohn, 1957) que partículas finas são transportadas em suspensão e são depositadas em ambientes calmos, nota-se essa distribuição massiva em suspensão provavelmente a entrada dos rios (usou-se rio Macuze como referência). Este facto foi visto em ambas épocas seca e chuvosa.

Mais para o fundo (Figura 12) notou-se uma distribuição variada em que para época seca a situação da abundância para silte manteve-se a passo que para chuvosa reduziu bruscamente pela metade e aumentou a areia muito fina de acordo com a classificação do (Krumbein, 1934). Essas partículas necessitam de uma velocidade de corrente variada para transporte e sedimentação, para seca energia muito menor, enquanto que para chuvosa a velocidade seria um pouco mais devido ao diâmetro de 3ϕ e 3.99ϕ como explica o (Graf, 2001). Observou-se a presença de areia média (Krumbein, 1934) na época chuvosa, o que uma vez mais necessita de uma energia maior para o seu transporte.

A partícula colhida no fundo (Figura 13) registou-se outra vez uma distribuição idêntica as outras profundidades em que a predominância foi de silte e areia muito fina tal como classifica quantitativamente o (Krumbein, 1934), mas com algum pequeno contraste na (Figura 13) em que na época seca foi possível ter-se areia grossa de diâmetro 0ϕ e areia média na chuvosa apesar de ter reduzido a quantidade de silte e ter acrescentado a areia muito fina.

Portanto, a presença abundante do silte e argila governa bastante na distribuição desta praia, este facto está provavelmente associado a presença de rios e ventos como descreve (Pettijohn, 1957). E a abundância destas partículas finas, faz com que necessitem de uma energia menor para transporte e sedimentação de acordo com (Graf, 2001) no diagrama de Huljstrom. Notou-se que os sedimentos de forma geral são distribuídos das partículas menores como argila e silte principalmente, na superfície (suspensão), na profundidade media e no fundo, as de maior diâmetro como areia grossa, estão distribuídos em pouca abundância ao fundo e a profundidade media, partículas em arrasto e saltação com destaque a época chuvosa.

5.4. Análise da evolução geomorfológica do ambiente de sedimentação de Zalala

O perfil batimétrico da (Figura 14 e 15), mostrou diferenças notáveis entre uma época e outra, como é possível observar nos perfis topográficos (Figura 16 e 17). Essa variabilidade, provavelmente esteja ligada a dependência entre a morfologia e hidrodinâmica conforme (Wright e Chappell, 1978) as modificações na praia são, em parte, causadas pela troca bidireccional de sedimentos entre estes dois limites, através da zona de arrebenção. A diferença mais notável destes perfis, foi constatada nesta área da zona de arrebenção.

Para o perfil batimétrico da época chuvosa (Figura 14 e 15) e topográfico (Figura 16 e 17) nota-se que houve banco de areia próximo da zona de arrebenção, isto é, face da praia e quase nada de cave, o que esteja provavelmente envolvido com pouca acção das correntes e haja muita disponibilidade de sedimentos com grãos propícios para deposição como (Graf, 2001) estipulou no diagrama de Huljstrom que entre as velocidades de correntes menores, para partículas igual ou menores que 1mm de diâmetro, tem havido deposição.

Pois para os perfis batimétricos e topográficos (Figura 14 e 15 e 16) mostrou de forma clara que das dunas frontais para as bermas houve um declive muito acentuado (remoção de partículas), o que provavelmente seja pelo facto de que a acção dos ventos, das correntes se fazerem sentir com mais intensidade tal como descreve (Dominguez, 2009).

A esta época mostrou (Figura 11, 12 e 13) que a quantidade de partículas finas estão em grande abundância nesta praia, como (Figura 14 e 15 e 16) a curva não é linear como em época chuvosa. Espera-se que a essa época seca haja remoção pelo facto de existir tamanhos muito finos e incidência de ventos e correntes altas como (Figura 9) fazem-se sentir velocidades de correntes muito altas, pois (Graf, 2001) velocidades altas de correntes para diâmetros igual ou menor que 1mm (0ϕ) são removidos, isto é, erodidos.

Os mapas da praia de Zalala (Figura 18 e 19) mostrou uma evidente evolução geomorfológica a partir do ano 1960, 1988 e 2016, durante esses 56 anos registou-se recuo da linha da costa e uma perda acentuada de partículas no ambiente de sedimentação, como (Langa, 2007) na linha costeira Moçambicana verificam-se recuos significativos com implicações nas faixas marginais.

Pois esse comportamento geomorfológico que a praia de Zalala apresenta, teme-se que um dia afecte as construções, as habitações e claramente a fauna e flora tal como (Hogwane, 2007) afirma que a costa moçambicana é caracterizada de riquezas como a fauna, flora.

Portanto, pelos mapas da evolução geomorfológica da praia de Zalala (Figura 18 e 19) compreende-se que quanto mais tempo passa, mais recuo, perda de sedimentos e vegetação acentua-se. Este problema provavelmente seja pela dinâmica morfo-sedimentar da praia, em que as partículas sejam menores igual ou abaixo de 1mm, acção das forçantes das correntes (Vide em Figura 9) e a inclinação morfológica (Vide em Figura 16 e 17), essas particularidades são também explicadas pelo diagrama de Huljstrom citado pelo (Graf, 2001) e (Brown *et al.*, 1999) respectivamente. Para o mapa (Figura 19) de 2016, nota-se que uma parte de terra foi erodida e formou banco de areia no rio Macuze.

CAPÍTULO V – CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

6. Conclusões:

O presente trabalho que avaliou a dinâmica morfo-sedimentar da praia de Zalala, forneceu importante subsídio para a compreensão dos processos que ocorrem neste ambiente costeiro daí conclui-se que:

- ✓ A velocidade da corrente que se faz sentir na praia de Zalala é alta que chega a alcançar 80cm/s, e sujeita aos grãos de diâmetro igual ou menor que 1mm ou 0ϕ , tem implicações na morfo-sedimentação, as partículas que entram na coluna de água, especificamente na zona de arrebentação, não tem tido tempo e espaço propício para serem trabalhados o suficiente para sedimentar, apenas há tempo de ser transportados e removidos.
- ✓ Conhecendo as características das partículas de sedimentos da praia de Zalala como a densidade, a selecção, curtose, média e como visto a abundância de 96% de areia, 3% de argila e 1% silte, nota-se claramente que a praia de Zalala é uma praia dissipativa.
- ✓ Os sedimentos são distribuídos na coluna de água próximo da zona de arrebentação, são na sua maioria de tamanho 3ϕ e 3.99ϕ de diâmetro (areia muito fina e silte), são transportados com velocidades de correntes baixas e sedimentam em ambientes calmos de correntes.
- ✓ A partir da análise geomorfológica da praia de Zalala que permitiu conhecer a Batimetria e topografia, comprovou-se que em época seca houve uma acentuação grave na inclinação da praia que é resultado de remoção de partículas de sedimentos e época chuvosa houve banco de areia que é resultado de acreção de partículas de sedimentos, isso faz com haja implicações no balanço sedimentar.

7. Recomendações:

Para os próximos trabalhos recomenda-se:

- ✓ Que se meça a velocidade das correntes em épocas diferentes;
- ✓ Que se meçam os perfis topográficos e batimétricos de toda praia de Zalala;

CAPÍTULO VI - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**8. Referências Bibliográficas**

- ❖ Anthony, E.J. (1989). *Chenier plain development in Northern Sierra Leone, West Africa*. Marine Geology, 90 (4): 297-309.
- ❖ Assis, R. L. e Lanças, K. P. (2005). *Avaliação dos atributos físicos de um Nitossolo Vermelho distroférico sob sistema plantio directo, preparo convencional e mata nativa*. Revista Brasileira de Ciência do Solo, v. 29, n. 4, p. 515-522.
- ❖ Blott, S. J. e Pye, K. (1983). *GRADISTAT: A grain size distribution and statistics package for the analysis of unconsolidated sediments*. Earth Surf. Process. Landforms v.26, p.1237 – 1248.
- ❖ Brown, E., Colling, A., Park, D., Philips, J., Rothery, D., and Wright, J. (1999). *Waves, Tides and Shallow-Water Process*. The Open University. Second edition.
- ❖ Chavez, P. S. (1988). *An improved dark-objects subtraction technique for atmospheric scattering correction of multispectral data*. Remote Sens. Environ. 24:459-479.
- ❖ Dias, J.A. (2004). *A Análise Sedimentar e o Conhecimento dos Sistemas Marinhos*. Ed. Preliminar. Algarve.
- ❖ Dominguez, J.M.L. (2009). *Processos sedimentares na zona costeira*. Universidade Federal da Bahia-Brasil
- ❖ Flemming, B. W. (2007). *The influence of grains-size analysis methods and sediment mixing on curves shapes and textural parameters: Implications for sediment trends analysis*. Sedimentary Geology 202, 425 – 435 p.
- ❖ Folk, R.L. e Ward, W.C. (1957). *Brazos River Bar: a Study in the Significance of Grain Size Parameters*. Journal of Sedimentary Petrology, v. 27, n.1 (Mar), pp.3-26.
- ❖ Franzinelli, E. (1992). *Evolution of the geomorphology of the coast of the State of Paraná, Brazil*. In: PROST, M.T.(edits) *Évolution des littoraux de Guyane et de la Zone Caraïbe Méridionale pendant le Quaternaire*. Paris, ORSTOM. 203230.
- ❖ Graf, W. H. (2001). *Fluvial Hydraulics*, John Wiley & Sons, Chichester. ISBN 0-471-97714-4.
- ❖ Hoefel, F.G. e Elgar, S. (2003). *Wave-induced sediment transport and sandbar migration*. Science, 299: 1885-1887.

- ❖ Hogueane, A. M. (2007). *Perfil Diagnóstico da Zona Costeira de Moçambique*. Revista de Gestão Costeira integrada, UNIVALI, 7 (1), pp. 69-82.
- ❖ Jensen, J.R. (1949). *Sensoriamento remoto do ambiente: uma perspectiva em recursos terrestres*. EPIPHANIO, J.C.N; FORMAGGIO, A.R; SANTOS, A.R; rudorff, B.F.T; Almeida, C.M; Galvão, L.S. (Tradução). São José dos Campos: Parêntese. 2009.
- ❖ Kiehl, E. J. (1979). *Manual de edafologia*. São Paulo: Agronômica Ceres.
- ❖ Krumbein, W.C. (1934), *Manual of Sedimentary Pehography*. New York, Appleton-Century-Crofts Inc., 549p.
- ❖ Langa, J. V. Q. (2007). *Problema na zona costeira de Moçambique com ênfase para a costa de Maputo*. Revista de Gestão Costeira Integrada 7 (1):33-44. pp-34
- ❖ Machado, F. (1979) *Introdução à Oceanografia*, Instituto Universitário dos Açores, Ponta Delgada.
- ❖ Massarani, G. (1997). *Fluido dinâmico em Sistemas Particulados*. 1ª Edição. URFJ.
- ❖ Pettijohn, F.J. (1957). *Sedimentary rocks*. New York: Harper, 718p.
- ❖ Silva, T. M. (2002). *A estruturação geomorfológica do Planalto Atlântico no Estado do Rio de Janeiro*. Rio de Janeiro. 265p. Tese (Doutorado em Geografia) – Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro, RJ.
- ❖ Wright, L. D. e Chappell, J. (1978). *Morphodynamic variability of high energy beaches*. In: *INTERNATIONAL CONFERENCE ON COASTAL ENGINEERING*, 16. Hamburg, ASCE. p. 1180- 1194.

Anexos:**Tabela 8.** Cálculos da densidade da época seca e chuvosa

Areia	Argila	Limo	Volume dos Sedimentos			Densidade [dP]
			Areia	Argila	Limo	[kg/m ³]
Massa	Massa	Massa				
96,3	2,7	1	0,03473224	0,0009738	0,0003607	2772,64
95,3	3,5	1,2	0,03661821	0,0013448	0,0004611	2602,53
95,5	4,1	0,4	0,03454738	0,0014832	0,0001447	2764,32
96,2	3,6	0,2	0,03545563	0,0013268	7,371E-05	2713,25
95,5	3,1	1,4	0,03640508	0,0011817	0,0005337	2623,26
96,3	2,5	1,2	0,0346124	0,0008986	0,0004313	2782,24

Tabela 9. Catálogo laboratorial-método de Pipeta de Robinson

Nº.	Temperatura (°C)	Profundidade (cm)
1	20.0	20.0
2	21.0	20.5
3	22.0	21.0
4	23.0	21.5
5	24.0	22.0
6	25.0	22.5
7	26.0	23.0
8	27.0	23.5
9	28.0	24.0
10	29.0	24.5
11	30.0	25.0