



Escola Superior de Ciências Marinhas e Costeiras

Trabalho de Licenciatura

Estudo de transporte dos sedimentos e a sua distribuição ao longo da praia de Macuti, Cidade da Beira, Província de Sofala.



Autor:

João Manenga Daniel

Quelimane, Outubro de 2019



UNIVERSIDADE
E D U A R D O
MONDLANE

Escola Superior de Ciências Marinhas e Costeiras

Monografia para a obtenção do grau de Licenciatura em Geologia Marinha

**Estudo de transporte dos sedimentos e a sua distribuição ao longo da praia de
Macuti, Cidade da Beira, Província de Sofala.**

Autor:

João Manenga Daniel

Supervisor:

Fernando V. Saíde, MSc.

Quelimane, Outubro de 2019

CERTIFICADO

Abaixo assinado certifica que leu e recomenda para aceitação pela Universidade Eduardo Mondlane a monografia intitulada: *Estudo de transporte dos sedimentos e a sua distribuição ao longo da praia de Macuti, Cidade da Beira, Província de Sofala*, em cumprimento dos requisitos para obtenção do grau de licenciatura em Geologia Marinha.

Fernando V. Saíde

Supervisor

Data ___/___/ 2019

DECLARAÇÃO DE HONRA

Declaro que esta monografia nunca foi apresentada para obtenção de qualquer grau e que ela constitui o resultado do meu labor individual. Esta monografia é apresentada em cumprimento parcial dos requisitos de obtenção do grau de licenciatura em Geologia Marinha, da Universidade Eduardo Mondlane.

Autor

(João Manenga Daniel)

DEDICATÓRIA

Dedico esse trabalho:

- i. **Em memória dos meus pais:** Daniel Dango e Elisa Augusto.
- ii. **Aos meus irmãos:** Albino Daniel, Gimo Daniel, Amélia Daniel, Fátima Daniel e Efraime Daniel.
- iii. **Aos meus avôs:** Augusto Vuja e Fátima Cuambe.
- iv. A todos que fizeram o seu máximo para que eu pudesse alcançar esse sucesso.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus todo soberano por estar sempre presente em todo meu percurso, instruindo-me, corrigindo-me e acima de tudo consolando-me.

Agradecimento em especial ao MSc. Fernando Saide, pelo acompanhamento, paciência abrindo novos horizontes.

Imensurável agradecimento aos meus irmãos e a minha amabilíssima namorada Letícia Regineta Veteco. Aos docentes da ESCMC, que transmitiram a ciência, construíram o conhecimento e ensinaram-me valores que tornaram-me cosmo visionário em Ciências Marinhas e Costeiras.

A todos meus colegas da turma de Geologia Marinha 2016 e da academia, em especial ao Augusto Vuja, Amade Baraza, Nacir Leitão, Gerson de Jesus, Humberto de Lemos, Neivaldo Naquira, Charifo Archidine, Anselmo Chauque, Nélio das Neves, Ricardo da Crescencia, Sonia Langa, Cacilda Mandlate, Isabel Nhampa, Guilherme Marques, Nuno Escamade, Epafrodito Gulube, Gesica Canivete, Adelina Langa, Tania Bila, Ivete da gloria, Nesia Dalila, Paulo, Sucre, Fenias, Monica, Leandro, Ito, Trevorio, Oldim Lodes, Osvaldo Alone, e Ismael Amade, pelo companheirismo e apoio que prestaram em mim durante os 4 anos intenso e de muita aprendizagem.

Resumo

A granulometria constitui a base para descrição precisa de sedimentos e sua distribuição, pode ser característica de sedimentos depositados em determinados ambientes. Portanto, o presente trabalho teve como objectivo estudar o transporte dos sedimentos e a sua distribuição ao longo da praia de Macuti, cidade da Beira.

Para tal, foi feita uma saída de campo na qual foram colectadas 10 amostras no perfil transversal e longitudinal da área de estudo, que tiveram tratamentos no laboratório de solos da Escola Superior de Ciências Marinhas e Costeira da Universidade Eduardo Mondlane (ESCMC-UEM) que consistiu na remoção de carbonatos por uma solução de HCl-10% e a remoção da matéria orgânica pelo peróxido de hidrogénio 10%, posteriormente foi feita a análise granulométrica no laboratório da Engenharia do Instituto Superior de Humanidade, Ciências e Tecnologia da Universidade Politecnica (ISHCT UP), em que foram seleccionados crivos adequados para tal, empregando a técnica de peneiração. Os pesos retidos em cada peneira foram usados para construir gráficos com o software Microsoft Office Excel. Para identificar o estado morfodinamico da praia, fez-se o levantamento topográfico da praia de forma a conhecer o perfil da praia, usou-se UTM (universal transversa Mercator) para o levantamento das coordenadas, para posterior o seu plot com o Software Golder Surf 11.

Os resultados mostraram que na praia de Macuti, nas duas secções longitudinal assim como transversal os sedimentos tendiam a diminuir o seu tamanho, e em média os sedimentos que caracterizam a areia grossa, areia média, e areia fina, são moderadamente seleccionados, com curvas de assimetria muito negativa (excesso de grãos maiores) e mesocúrticas (curvas normais). Com base no modelo morfodinâmico adotado, a praia estudada foi classificada como ambiente prevalecendo o estágio de praia refletiva.

Palavra-chave: Granulometria, Influência das Ondas, Morfodinâmica, Tipos de sedimentos

Abstract

Particle size is the basis for accurate description of sediments and its distribution may be characteristic of sediments deposited in certain environments. Therefore, the present work aimed to study sediment transport and its distribution along Macuti beach, Beira city.

For this, a field trip was conducted in which 10 samples were collected in the transverse and longitudinal profile of the study area, which had treatments in the soil laboratory of Coastal Marine Science High School of Eduardo Mondlane University (ESCMC-UEM), which consisted of carbonate removal by a 10% HCl solution. The organic matter was removed by 10% hydrogen peroxide. Afterwards, the particle size analysis was performed in the Technology Science, Humanity High Institute of University Polytechnic (ISHCT-UP) engineering laboratory, where appropriate sieves were selected using the sieving technique. The weights retained in each sieve were used to build charts with Microsoft Office Excel software. To identify the morphodynamic state of the beach, the study region was surveyed in order to know the profile of the beach, using UTM (Universal Transverse Mercator) for the coordinate survey, later on the data were plotted under Golder Surf Software 11.

The results showed that in Macuti beach, in both longitudinal as well as cross sections, sediments tended to decrease in size, and on average sediments that characterise coarse sand, medium sand, and fine sand are moderately selected, with curves of very negative asymmetry (excess of larger grains) and mesocurtic (normal curves). Based on the morphodynamic model adopted, the studied beach was classified as environments prevailing the reflective beach stage.

Keyword: grain size, morphodynamics, sediment types, wave influence.

Índice de figuras e tabelas

Figura 1: Limites de um perfil praial, segundo Davis (1995), adaptado por Albino (1999).	4
Figura 2: Mecanismo de transporte de sedimentos, Fonte Delgado (2011)	6
Figura 3: Praia de Macuti, Cidade da Beira. Fonte: Google Earth 2019.....	10
Figura 4: Estufa (Heraeus) Recipiente de Amostragem	12
Figura 5: A. Instrumento topográfico (UTM). B. Balança Digital (METTLER TOLEDO).....	13
Figura 6: . Ilustração de lavagem das amostras; A: estufa a 50° C e B: Amostras dentro da estufa	14
Figura 7: Ilustração de remoção de carbonatos. A: Redução da percentagem do HCl; B:Processo de Mistura de HCl e Agua destilada e C: Homogeneização.....	15
Figura 8: Ilustração de remoção da matéria orgânica. A: Redução da percentagem do peróxido de hidrogénio, B: Processo de Mistura de peróxido de hidrogénio e Agua destilada e C: secagem na estufa.	15
Tabela 1: Fórmula para cálculo de parâmetros estatístico dos sedimeentos traduzida e modificada Fonte: (Martínek, 2006).....	17
Tabela 2: Estado morfodinâmico e respectivo Omega (Ω).....	18

Índice de equações

Equação 1: A equação de quantificação de carbonatos removidos nos sedimentos.....	14
Equação 2 : cálculo de percentil.....	17
Equação 3 : Wright e Short (1984).....	18

Lista de Abreviaturas

ESCMC- Escola Superior de Ciências Marinhas e Costeiras

UEM- Universidade Eduardo Mondlane

UP- Universidade Politécnica

ISHCT- Instituto Superior de Humanidade, e Ciências Tecnológicas

Hcl - Acido clorídrico

MPD - Ministério do Planeamento e Desenvolvimento

MAE - Ministério da Administração Estatal

AIAS - Administração de Infraestrutura de Água e Saneamento

% - Percentagem

mm - milímetro

UTM- Universal Transversal Marcator

INAM- Instituto Nacional de Meteorologia

GPS- Global Positioning System.(*Sistema de Posicionamento Global*).

Índice

CAPITULO I: INTRODUÇÃO	1
1 Introdução.....	1
2 Problematização.....	2
3 Justificativa.....	2
4 Objectivos.....	3
CAPITULO II: REVISÃO DE LITERATURA.....	4
5 O sistema praial	4
5.1 Praia	4
5.2 Sedimento e a sua distribuição	5
5.2.1 Sedimentos detríticos	5
5.2.2 Sedimentos Biogénicos	5
5.2.3 Sedimentos autogénicos	5
5.3 Transporte de sedimentos.....	5
5.4 Transporte de Sedimentos na zona de Espraimento.....	5
5.5 Transporte longitudinal de sedimento.....	6
5.6 Mecanismo de transporte dos sedimentos.....	6
5.6.1 Carga dissolvida	6
5.6.2 Carga de sedimento suspenso	6
6 Análises granulométricas	7
7 Parâmetros granulométricos de sedimentos de praias	7
7.1 Média	7
7.2 Selecção ou desvio padrão	7
7.3 Medida de assimetria	7
7.4 Medida de curtose.....	8

8	Morfodinâmica praial.....	8
8.1	Modelos para determinar estado morfo-dinâmico da praia	8
8.1.1	Dissipativo	8
8.1.2	Reflectivo.....	9
CAPITULO III: METODOLOGIA.....		10
9	Caracterização da Área de Estudo	10
9.1	Geomorfologia.....	11
9.2	Geologia	11
9.3	Hidrografia	12
9.3.1	Efeitos das marés.....	12
10	Materiais.....	12
11	Trabalho do campo	13
11.1	Trabalho laboratorial.....	13
11.1.1	Preparação das amostras.....	14
11.2	Determinação granulométrica.....	16
11.3	Processamento das amostras.....	16
11.4	Determinação de percentil/phi.....	17
11.5	Modelo de McLaren.....	17
11.6	Morfodinâmica praial e influência das Mares	18
CAPITULO IV: RESULTADOS E DISCUSSÃO		19
12	Determinação da granulometria dos sedimentos ao longo do perfil longitudinal e transversal da praia	19
12.1	Distribuição de frequência simples e medidas de tendência central.....	19
12.2	Comportamento do desvio padrão	21
12.3	Comportamento da assimetria	21

12.4	Comportamento da curtose.....	21
12.5	Modelo de McLaren.....	22
12.5.1	Vantagens e Limitações do Modelo de McLaren	22
12.6	Padrão geral dos perfis encontrados e determinação do estado morfodinâmico	22
CAPITULO V: CONCLUSÃO E RECOMENDAÇÕES		25
13	Conclusão	25
14	Recomendações	25
Referências Bibliográficas		26

CAPITULO I: INTRODUÇÃO

1 Introdução

A praia de Macuti, esta localizada na cidade da Beira, em Moçambique, é uma área de elevada importância socioeconómica, onde a pesca, o turismo e lazer estão entre as principais actividades praticadas pelas comunidades arredores e visitantes de países estrangeiros. No entanto, a praia de Macuti está a sofrer o processo de erosão (Theron *et al.*, 2012), e como forma de mitigação foram construídas obras de protecção costeira como esporões e muros de protecção, para evitar o desaparecimento da praia e de construções.

A construção de obras de engenharia costeira tem influência na dinâmica sedimentar. O transporte de sedimentos ocorre de várias maneiras na natureza, tanto em ambiente subaéreo quanto em ambiente subaquoso que pode ser pela corrente longitudinal e transversal. Para que um sedimento entre em movimento é necessário que as partículas superem ambas as forças, de gravidade e de sustentação (Cossa, 2018).

O estudo de tamanho de sedimento é relevante para a economia do país uma vez que as praias proporcionam ambientes de lazer para diversas comunidades do mundo, porém uma praia que está em degradação devido aos processos erosivos poderá ser recuperada quando conhecido o material sedimentar original, (Muhai, 2017).

Geólogos têm trazido importantes contribuições ao estudo das praias, especialmente dos sedimentos que nelas existem (Oliveira *et al.*, 2013). Aqui considera-se que sedimento é um material particular, não-consolidado, originado da degradação de rochas ou de outros materiais, transportado pela água, vento e gelo, e depositados num ambiente deposicional geralmente apresentando estratificação (Barros, 2006). Em suas investigações, vários cientistas 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 a forma do grão (Oliveira *et al.*, 2013).

As praias constituem depósitos de sedimentos não consolidados e não vegetado, comumente de granulometria areia, que se estendem desde a linha de baixa-mar até alguma feição geomorfológica, como: duna, falésia, penhasco ou até estrutura desenvolvida pelo homem (Andrade e Jesus, 2013).

No estudo de transporte e distribuição de sedimentos é importante citar a energia de ondas, pois é o principal agente actuante na determinação do padrão de distribuição dos sedimentos em suas áreas de estudo. Neste caso, a energia das ondas seria proporcional à sua altura existindo uma relação positiva

entre a altura da onda e o tamanho de grão. Desta forma, quanto maior a altura da onda, maior seria a capacidade dos sedimentos finos serem transportados para outras regiões e dos sedimentos mais grossos permanecerem no local (Braga, 2007). Neste contexto, o presente trabalho visa estudar o transporte de sedimentos e a sua distribuição na praia de Macuti e determinar as tendências granulométricas de forma a conhecer a sua direcção de transporte.

2 Problematização

A cidade da Beira, junto à orla marítima local, observa-se uma clara e progressiva alteração das condições locais, sobretudo na linha de costa, (Uacane, 2018).

A praia de Macuti tem sofrido diversos impactos ambientais dos quais se destacam a erosão causada pela carência de sedimentos, as obras de protecção marinha (esporões), que influenciam na dinâmica sedimentar. Por outra, o ambiente em estudo observa-se acumulação massiva dos sedimentos, a destruição das dunas costeiras, o ambiente sedimentar tem sofrido alterações devido as intervenções humanas, e também verifica-se na parte sul da praia os sedimentos finos e para o norte sedimentos grosseiros; com isso surge a necessidade de conhecer tendência de transporte e a distribuição dos sedimentos.

3 Justificativa

A necessidade de ampliar o conhecimento sobre os processos de transporte e distribuição dos sedimentos que operam sobre a zona litorânea, e suas implicações para o comportamento dinâmico e evolutivo do ambiente praial, para costas de intenso uso, seja recreativo, económico, social ou a mistura destes.

A dinâmica da praia de Macuti, e o facto de não existir um estudo similar a este, isso despertou atenção em desenvolver um estudo aprofundado a fim de conhecer o tamanho do sedimento que se encontra distribuído neste ambiente costeiro.

Para além da erosão nas dunas a ser causada pela acção hidrodinâmica, há indícios significativos de erosão por acção humana, conseqüente de uma massiva destruição das dunas, construção de obras de protecção costeira e destruição da vegetação para acesso à praia, sendo necessário saber a direcção dos sedimentos transportados através das tendências granulométricas.

Dados de tendência granulométrica, direcção de transporte, suas vantagens e limitações no que se refere ao padrão de transporte de sedimentos irão auxiliar na demarcação de áreas de tendência à erosão ou deposição de forma a possibilitar a adopção de medidas preventivas que ofereçam segurança a população, navegação, planeamento, administração, assim como a preservação ambiental da praia beneficiando a sociedade local e a comunidade científica.

Segundo (Pasolini, 2005), praias são o produto de um complexo sistema de forças que interagem entre si, formando um arcabouço estrutural dinâmico, que se modela à medida que condições energéticas do ambiente também se modificam. Os incrementos na energia das ondas provocam alterações na distribuição dos sedimentos ao longo do perfil praial, fazendo com que o mesmo modele a sua forma e atinja seu equilíbrio, ajustando-se àquela condição hidrodinâmica.

4 Objectivos

O objectivo geral é estudar o transporte dos sedimentos e a sua distribuição ao longo da praia de Macuti.

Especificamente, o estudo visa:

- i. Determinar as tendências de parâmetros granulométricos usando o modelo de McLaren;
- ii. Identificar o estado morfodinâmico da praia e a influência das ondas usando equação proposta por Wright e Short (1984).

5 O sistema praial

5.1 Praia

A praia é uma acumulação de sedimento não consolidado (areia ou cascalho), que é compreendida da linha de baixa-mar até uma mudança fisiografia, como um campo de dunas. Alguns geólogos incluem a praia, sendo a área costeira abaixo do nível do mar a profundidade de 10 a 20 metros, a qual é activa sob a influência das ondas de superfície (Komar, 1977).

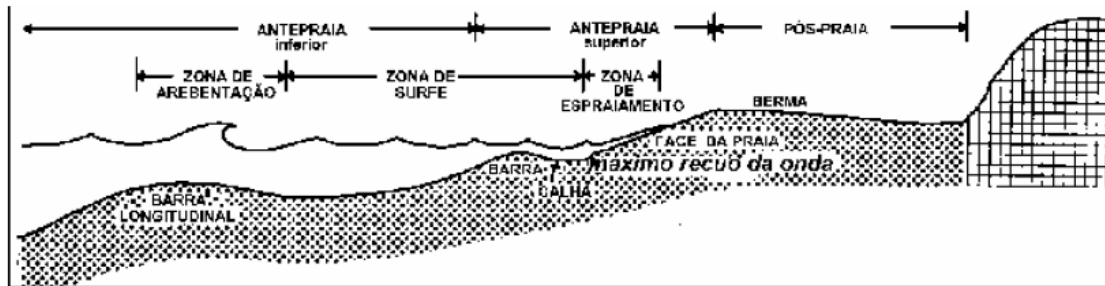


Figura 1: Limites de um perfil praial, segundo Davis (1995), adaptado por Albino (1999).

De acordo com Davis (1985), toda zona de pós-praia de uma praia arenosa é constituída de uma área plana e quase horizontal até uma inclinação suave em direcção ao mar, chamada de berma. O limite marinho da berma é marcado por uma forte inclinação na crista da berma. Após esse limite existe a face da praia, que é muito inclinada em direcção ao mar. O mesmo autor afirma que uma praia em processo de erosão apresenta um perfil de pós-praia muito diferente, onde a berma não é desenvolvida. Sob estas condições, a pós-praia e ante-praia superior são contínuas, com uma ligeira concavidade na porção superior do perfil. A ante-praia superior é caracterizada pela zona entre-marés, limitada pela altura mínima de maré baixa e máxima das maré alta. Feições características como crista e calha são formadas pela acção das ondas, durante certas condições meteorológicas e costeiras podem ser formadas barras de sedimentos efémeras no final da zona (Davis, 1985).

A ante-praia inferior é uma região de transição onde a diminuição da profundidade causa mudanças na forma das ondas, se tornando mais empinadas, aumentando em altura e alterando a direcção de propagação para à costa, nesta zona por causa dessas mudanças há influência no processo de transporte de sedimentos (Davis, 1985).

5.2 Sedimento e a sua distribuição

Os sedimentos depositados no oceano são um arquivo de informação histórica sobre a terra porque providenciam ciclos bioquímicos globais (Carson, 2002)

Segundo Carson (2002) a distribuição de sedimentos marinhos é determinada pelos processos biológicos e químicos; e são classificados em cinco maiores grupos: argila vermelha, carbonato lodoso, silicato lodoso, nódulos e material vulcânico. O tipo de sedimento é determinado pela sua origem e composição. O mesmo autor afirma ainda que os sedimentos marinhos são constituídos por três maiores componentes baseados na sua origem:

- i. Detríticos
- ii. Biogénicos e
- iii. Autogénicos.

5.2.1 Sedimentos detríticos

São resultado da degradação da rocha, oriundas do continente e compostos por matérias terrígenas, vulcânicas e cosmogónicas.

5.2.2 Sedimentos Biogénicos

São uns dos mais importantes componentes de sedimentos marinhos. Estes são formados directamente ou indirectamente pela actividade biológica e constituídas estruturas de restos de esqueletos de fitoplâncton e zooplâncton.

5.2.3 Sedimentos autogénicos

Compostos por minerais inorgânicos oceanos que precipitam directamente da água do mar, seja na coluna de água ou na superfície.

5.3 Transporte de sedimentos

O transporte de sedimentos é um fenómeno natural e faz parte da evolução da paisagem, originando as formas geomorfológicas, pois desde o seu princípio, a terra tem sido modelada, entre outros factores, pelos processos de erosão natural e a deposição de sedimentos (Araujo, *et al.*, 2003).

5.4 Transporte de Sedimentos na zona de Espraimento

Segundo Larsen et al. (2004) denomina-se zona de espraimento a região da praia onde as ondas sobem e descem na face da praia, dissipando ou reflectindo a energia que ainda lhe resta depois de viajar em direcção à costa.

Segundo Okamoto (2009), o processo de transporte de sedimentos na zona de espraimento tem uma importância fundamental na determinação do processo de recuperação da zona costeira.

O movimento de espriamento na face da praia é um dos principais mecanismos de transporte de sedimentos entre as zonas subárea e subaquática da praia e, então, é um facto relevante nas mudanças ocorrentes na linha de costa, ou seja, erosão e deposição (Okamoto, 2009).

5.5 Transporte longitudinal de sedimento

As correntes longitudinais que ocorrem ao longo da costa, são formadas com o efeito de refração das ondas em função da batimetria do fundo tendendo a tornar a direcção das cristas das ondas paralelas à linha de costa, atingindo a praia com um certo ângulo, gerando um fluxo longitudinal (Okamoto, 2009). O mesmo autordiz ainda que essas correntes transportam sedimentos colocados em suspensão pelas ondas incidentes, podendo movê-los ao longo de vários quilómetros tanto na zona de surfe como na face da praia, processo este conhecido como deriva litorânea.

Segundo (Norton, 2017) as correntes longitudinais mobilizam sedimentos através da deriva litorânea. A água serve como transportador dos sedimentos enquanto o vento providencia a energia para o transporte.

5.6 Mecanismo de transporte dos sedimentos



Figura 2: Mecanismo de transporte de sedimentos, Fonte Delgado (2011)

Segundo Hickin (2010), o modo de transporte é classificado em:

5.6.1 Carga dissolvida

É o material que entra em solução e é parte do fluido movendo-se através de um canal. Uma vez dissolvido, não depende das forças do fluxo para manter se na coluna de água.

5.6.2 Carga de sedimento suspenso

É o material clástico que move se através do canal na coluna de água. Estes materiais, maioritariamente silte e areia, são mantidos em suspensão pela agitação molecular térmica.

Saltação as partículas saltam ao longo do canal, uma parte suportada pela turbulência no fluxo e outra parte pelo fundo.

Carga do fundo é o material clástico que move-se no fundo por arrasto. Estes materiais maioritariamente areia e cascalhos são mantidos em movimento pela tensão de cisalhamento.

6 Análises granulométricas

A análise granulométrica consiste na determinação das dimensões das partículas que constituem as amostras e no tratamento estatístico dessa informação. No entanto, é necessário determinar as dimensões das partículas individuais e estudar a sua distribuição, quer pelo peso de cada classe dimensional considerada, quer pelo seu volume e pelo número de partículas integradas em cada classe, (Dias, 2004).

7 Parâmetros granulométricos de sedimentos de praias

7.1 Média

Consiste no tamanho médio das partículas, também designado como diâmetro médio. A granulometria dos sedimentos de praia em geral, varia de areia muito fina a média, enquanto a granulometria dos sedimentos fluviais varia de areia média a grossa (Jesus & Andrade, 2013). Portanto, o tamanho do grão depende da energia da onda, ou seja, os sedimentos finos tendem a se acumular em ambientes de baixa energia enquanto os sedimentos de tamanho maior como a areia depositam-se em ambientes de alta energia.

7.2 Selecção ou desvio padrão

É uma medida de dispersão da amostra ou da distribuição do tamanho. Sedimentos bem seleccionados implicam em 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, marés, espraçamento e ventos (Jesus & Andrade, 2013).

7.3 Medida de assimetria

A assimetria representa o grau de deformação da curva de frequência simples para a direita ou para a esquerda, analisando-se a relação entre a moda, a média e a mediana. Quando os valores da moda, da média e da mediana forem iguais, a distribuição é considerada simétrica. No caso desses valores serem diferentes, a distribuição é assimétrica (Jesus & Andrade, 2013). Assimetria positiva ocorre quando o valor da média é superior ao valor da mediana que por sua vez é superior ao valor da moda, e é

caracterizada por grãos mais finos. A assimetria negativa ocorre quando o valor da média é inferior ao valor da mediana que por sua vez é inferior ao valor da moda, sendo caracterizada por grãos grossos.

7.4 Medida de curtose

A curtose consiste no grau de achatamento de uma curva em relação à curva representativa de uma distribuição normal. A curva de distribuição da curtose pode ser classificada como: platicúrtica (achatada), mesocúrtica (normal) ou leptocúrtica (alongada). Os valores de curtose muito altos ou muito baixos podem sugerir que um tipo de material foi transportado de uma determinada área fonte depositado sem perder suas características originais (Jesus & Andrade, 2013).

8 Morfodinâmica praial

Segundo Wright e Tom (1977) definem a morfodinâmica sendo ajuste mútuo da topografia e dinâmica do fluido envolvendo transporte de sedimentos. Em praias arenosas isto significa que a topografia vai se ajustar de acordo com a movimentação do fluido, causada pelas ondas, mares e outras correntes, através do transporte de sedimentos.

Bascon (1951) afirma que a declividade da praia esta relacionada a diâmetro médio de grau e a quantidade da energia da onda que atinge um certo ponto. A quantidade de energia da onda é uma função das condições de refração. Conseqüentemente, praias protegidas são mais íngremes que praias expostas com o mesmo tamanho de grãos.

Segundo Lauro *et al* (2003) a hidrodinâmica que existe ao longo da praia é o resultado da interação de ondas incidentes, reflectidas na face da praia. O movimento de água, exercem atrito sobre os sedimentos móveis, causando gradientes espaciais e temporais em seu transporte.

8.1 Modelos para determinar estado morfodinâmico da praia

De acordo com Short e Wright (1984) elaboram um modelo uma tentativa de integrar as formas de deposição e os processos que influenciam na hidrodinâmica da praia. Este modelo identifica seis estados hidrodinâmicos, compreendendo dois extremos e quatro intermediários

Os extremos são representados pelos estados:

8.1.1 Dissipativo

As condições ambientais mais propícias para a ocorrência do estado dissipativo são ondas grandes (> 2.5m) e sedimentos finos (de diâmetro médio Md. <0.2 mm), dessa forma, essas praias, caracterizadas pelos pequenos gradientes tanto na face da praia como na zona de surfe, são mais encontradas em regiões expostas com sedimentos finos em abundância.

8.1.2 Reflectivo

O estado reflectivo é produzido por ondas pequenas (<1 m) e sedimentos grossos (Md. > 6 mm) e gerando uma praia relativamente alta, geralmente contendo berma, e curta, com uma face de praia íngreme, sendo encontrado em regiões protegidas.

Os estados intermediários entre os extremos citados acima, na ordem do mais dissipativo para o mais reflectivo, são: banco e calha longitudinal, banco e praias rítmicos ou de cúspides, bancos transversais e cúspides e terraço de baixa-mar.

9 Caracterização da Área de Estudo

A Cidade da Beira, localiza-se no centro de Moçambique, Província de Sofala, com uma área de 633km², e está situada nas coordenadas 19°50′ Sul e 34°51′ Leste, É uma cidade portuária no canal de Moçambique, fica situada na entrada da Baía de Sofala, uma região pantanosa junto ao norte da foz do rio Púngue que ao desaguar no Oceano Índico desenvolve uma planície aluvionar, com sedimentos recentes, que termina num delta submarino, criando um estuário. O estudo incide sobre a praia de Macuti localizada na cidade da Beira, com latitude: 19° 50′ 46.38’’ e longitude: 34° 53′21.95’’. A cidade é atravessada por uma linha de água com mangal, historicamente conhecido por rio Chiveve (Quental et al, 2009).

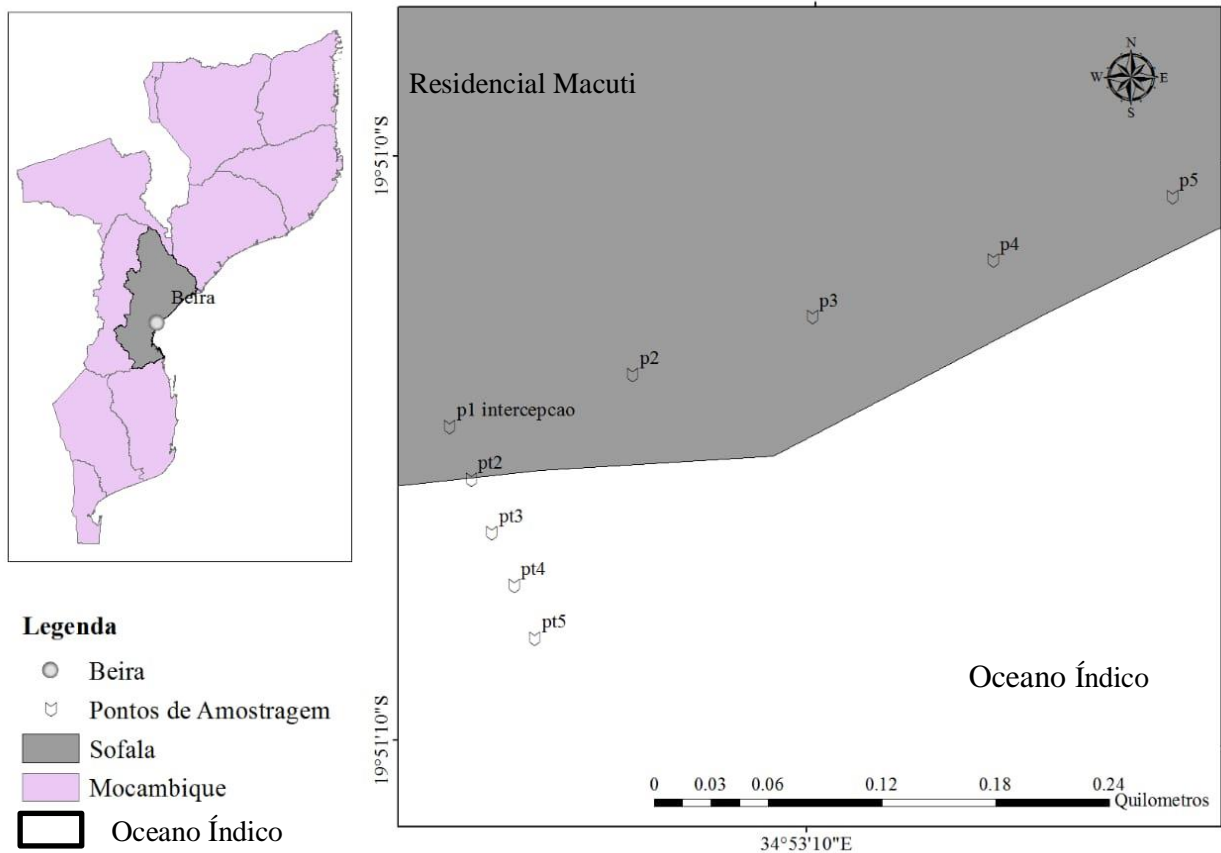


Figura 3: Praia de Macuti, Cidade da Beira. Fonte: Google Earth 2019.

9.1 Geomorfologia

A cidade da Beira está assente sobre uma planície costeira, desenvolvida em depósitos aluvionares fluviais correlativos do último evento de regressão marinha que teve lugar no Pleistocénico em toda a faixa costeira da África Oriental, (Manuel, 2015). O mesmo autor diz ainda que este evento permitiu que os rios Púngue e Búzi que desaguam num delta na área da cidade da Beira depositassem os sedimentos continentais transportados desde os afloramentos localizados a montante.

O relevo característico da cidade da Beira é predominantemente de planície de litoral com uma altitude que varia de 6 a 20 m, com um declive médio suave, onde aflora uma alternância de depósitos argilosos e arenosos, (Manuel, 2015). No entanto, nota-se uma singular alternância de depósitos argilosos e arenosos, provavelmente como resultado da sedimentação dos rios que desaguavam na Baía em épocas geológicas remotas.

Deste modo, pode considerar-se que a geomorfologia da cidade da Beira está associada a erosão e sedimentação activa dos ambientes flúvio-marinhos e litorais, condições que proporcionam a susceptibilidade desta área aos processos morfodinâmicos, destacando-se para o efeito as áreas sob domínio sazonal das marés e as permanentemente inundadas, (Manuel, 2015).

9.2 Geologia

Segundo Manuel (2015), a geologia da cidade da Beira e seus arredores pertencem a idade recente, resultante das sucessivas fases da acumulação de sedimentos pleistocénicos e olocénicos. Também houve uma singular alternância de depósitos argilosos e arenosos provenientes da sedimentação dos rios que desaguavam na baía em épocas geológica remota.

As rochas que constituem a formação geológica predominante nos Bairro são do tipo sedimentares, que se formaram no período Fanerozóico (entre os 300 e 70 milhões de anos). O ciclo da formação das rochas sedimentares do bairro começou pelo intemperismo que decompõem quimicamente ou pela desintegração mecânica das rochas mais antigas, transformando-as em sedimentos e solos. Durante o intemperismo os minerais sofreram transformações químicas importantes em que partes dos seus constituintes foram dissolvidos e carregados pelas águas de infiltração, nomeadamente: Ca, Mg, K, Na e Fe; de modo que esses materiais precipitaram-se sob a forma de sedimentos químicos. No que diz respeito a desintegração mecânica, parte dos minerais como os feldspatos anfibólios e micas, foram transformadas em argilominerais, ou seja moles terras, formadas por cristais ínfimos. O Quartzo e outros minerais, como a iemenita, granada e monazita, não se alteraram e permaneceram nos solos sobre a forma de granulas duras e areia (Manuel, 2015).

9.3 Hidrografia

A nível regional destacam-se três grandes rios internacionais que desaguam no oceano Índico: os rios Zambeze, Púngue e Búzi, desaguando os dois últimos na Baía de Sofala.

Segundo Luís (2011) a maior parte da Cidade propriamente dita está livre de cursos de água, somente o Chiveve constitui um fenómeno hidrológico notável, representando ao mesmo tempo um elemento paisagístico típico da cidade, pois é circundado pelos mangais. Contudo, suas condições hidrológicas foram profundamente modificadas pela crescente intervenção humana na cidade.

9.3.1 Efeitos das marés

Devido a falta de inclinação na planície costeira e plataforma continental as influências das marés na costa são notáveis. Durante as marés equinociais, bem como grandes inundações, a amplitude das marés atinge 7-7,5 m (Muchangos, 1994).

A maré na Beira muda 4 vezes por dia, com uma diferença de cerca de 0,40 m. Isto significa que em cada dia há duas vezes maré alta e duas vezes maré baixa, apresentando uma diferença de nível entre elas de 0,40 m. (MPD, MAE e AIAS, 2013)

10 Materiais



Figura 4: Estufa (Heraeus); e Recipiente de Amostragem



Figura 5: A. Instrumento topográfico (UTM). B. Balança Digital (METTLER TOLEDO)

11 Trabalho do campo

Uma amostra de sedimentos não pode dar informações detalhadas acerca de uma determinada praia, portanto, Tanner (1991a, e 1991b) citado por (Martins, 2003) sugere que para os estudos granulométricos a colecta seja de dez (10) ou mais amostras de sedimentos. Portanto, 10 amostras de sedimentos foram colectadas numa malha com (5) pontos de colecta na direcção transversal a linha de água e cinco (5) pontos na direcção longitudinal.

O espaçamento entre dois pontos de amostragem na longitudinal foi de 100 metros, e na transversal foi a partir do limite máximo da enchente na maré de sizígia até o limite mais baixo da vazante do mesmo tipo de maré.

O trabalho foi realizado no dia 01 de Maio de 2019 pelas 6:00h. Em cada ponto de amostragem foram retiradas amostras a uma profundidade de 15 cm, cavando com uma pá, e posteriormente armazenadas em sacos plásticos devidamente etiquetados. A profundidade de amostragem foi determinada com auxílio de uma fita métrica. Após a colecta, o material sedimentar foi devidamente conservado e posteriormente transportado para o laboratório de solos da ESCMC.

11.1 Trabalho laboratorial

Para atingir os objectivos deste trabalho foram colhidas amostras nos estações indicadas na figura acima, e posteriormente preparam-se as amostras para serem analisadas em laboratório; análise esta que consistiu na determinação de tamanho dos grãos.

11.1.1 Preparação das amostras

A preparação das amostras envolveu 3 etapas a destacar:

1ª Etapa: Secagem das amostras

As amostras foram secadas no laboratório de solos da ESCMC, obedecendo os procedimentos descritos por Veloso (2001). Tais procedimentos incluem a colocação das amostras nas placas de Petri e remoção de umidade na estufa a uma temperatura de 50° C durante 24 horas para evitar a fusão de carbonatos.

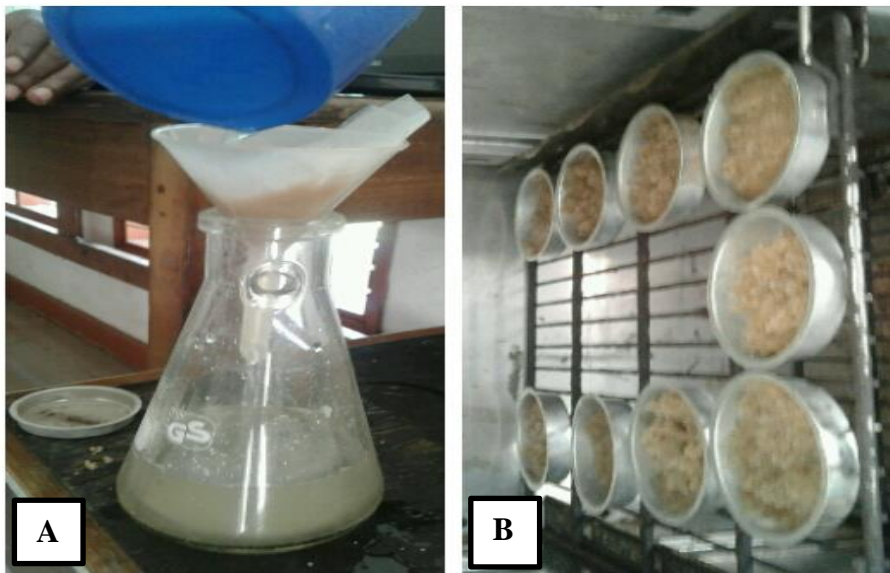


Figura 6: Ilustração de lavagem das amostras; A: estufa a 50° C e B: Amostras dentro da estufa

2ª Etapa: Remoção de carbonatos

No mesmo laboratório em que foi realizada a secagem, foi feita a remoção de carbonatos, seguindo a procedimento descrita por Vaasma (2008), que consiste em adicionar ácido clorídrico (HCl-10%) nas amostras e reagir por 24h. As amostras foram medidas com a balança semi-analítica com 10⁻³ g de precisão.

A equação abaixo ilustra a quantificação de carbonatos removidos nos sedimentos, adaptada de Turolo *et. al.* (2014).

$$CO_3^{-2} = \frac{P1 - P2}{P1} * 100\%$$

Onde:

CO₃⁻²-Quantidade de carbonatos;

P1- Peso da amostra antes da remoção de carbonatos, e

P2- Peso da amostra depois da remoção de carbonatos.

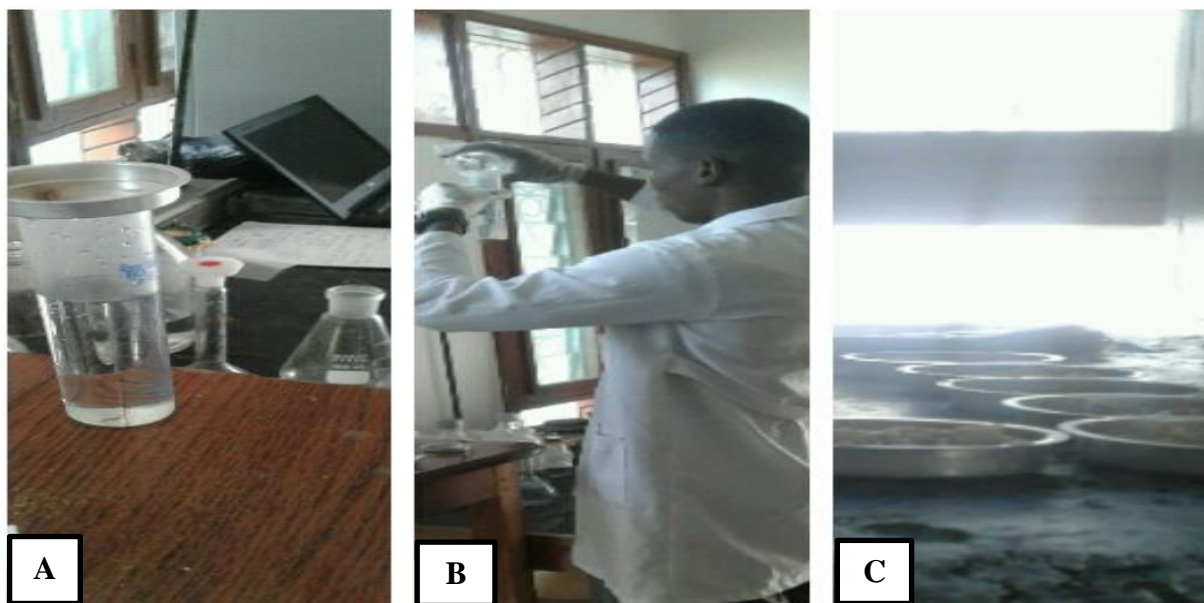


Figura 7: Ilustração de remoção de carbonatos. A: Redução da percentagem do HCl; B: Processo de Mistura de HCl e Água destilada e C: Homogeneização.

3ª Etapa: Remoção da matéria orgânica

A remoção da MO foi feita usando o método LOI descrito por Boyle (2001) que consiste em retirada a matéria orgânica pelo peróxido de hidrogénio (H_2O_2 -10%) nas amostras e submeter a uma temperatura de 50° durante 24 horas para a remoção da matéria orgânica.



Figura 8: Ilustração de remoção da matéria orgânica. A: Redução da percentagem do peróxido de hidrogénio, B: Processo de Mistura de peróxido de hidrogénio e Água destilada e C: secagem na estufa.

11.2 Determinação granulométrica

Para obtenção da granulometria de sedimento foram utilizados os crivos milimétricos, obedecendo a metodologia descrita por Suguio (1973), que envolve a separação das fracções de areia e silte utilizando crivos com aberturas de 2 a 0,063mm.

11.3 Processamento das amostras

Esta fase consistiu na determinação dos parâmetros estatísticos seguindo a metodologia proposta por Folk & Ward (1957), a mesma metodologia foi usada por Veloso (2001), Dias (2004) e Mutombene (2019). Foi usado o Microsoft Office Excel para o cálculo da média, desvio padrão, curtose (angulosidade), assimetria (skewness) e para construir os gráficos dos 10 perfis.

Tabela 1: fórmula para cálculo de parâmetros estatísticos dos sedimentos traduzida e modificada Fonte: (Martínek, 2006).

Parâmetros	Fórmula do Folk & Ward (1957)
Media	$M_z = \frac{\phi_{16} + \phi_{54} + \phi_{84}}{3}$
Desvio Padrão	$\varphi_I = \frac{\phi_{84} - \phi_{16}}{4} + \frac{\phi_{95} - \phi_5}{6,6}$
Assimetria	$S_{sk} = \frac{\phi_{16} + \phi_{84} - 2\phi_{50}}{2(\phi_{84} - \phi_{10})} + \frac{\phi_5 + \phi_{95} - 2\phi_{50}}{2(\phi_{95} - \phi_5)}$
Curtose	$K_G = \frac{\phi_{95} - \phi_5}{2,44 (\phi_{75} - \phi_{25})}$

11.4 Determinação de percentil/phi

O Φ_{95} , Φ_{84} , Φ_{75} , Φ_{50} , Φ_{25} , Φ_{16} e Φ_5 são percentis 95, 84, 75, 50, 25, 16 e 5 respectivamente que foram usados para o cálculo dos parâmetros estatísticos. Para o cálculo dos percentis, Manjate (2017) usou a seguinte fórmula:

Equação 2: cálculo de percentil

$$\varphi_n = \frac{n\% \times P_T}{100\%};$$

Onde:

n= número de percentil;

P_T = Peso total da amostra; e

φ_n = Phi/ percentil

11.5 Modelo de McLaren

O modelo de McLaren (McLaren; Bowles, 1985) usa a diferença na distribuição do tamanho do grão das amostras de sedimento coletadas em grades regulares para deduzir o transporte líquido de sedimento em regiões de erosão, crescimento e equilíbrio dinâmico, detalhada no anexo I.

11.6 Morfodinâmica praial e influência das Mares

Para o perfil topográfico usou-se UTM (Universal Transversa Mercator) para o levantamento das coordenadas, para posterior o seu plot com o Software Golder Surf 11. O instrumento é móvel, o levantamento de coordenadas foi feito de acordo com os pontos de colecta, onde um perfil para o outro dista-se a 100 metros.

Para o modelo de influências das ondas, leva-se em consideração um ambiente dominado por ondas e marés, classificando as praias usando três parâmetros: altura de onda na zona de arrebentação, período de onda e tamanho de grão, definido pela velocidade de queda do grão. A velocidade da queda dos grãos (W_s) foi calculada a partir do diâmetro médio do grão segundo a metodologia utilizada por Gibbs *et al.* (1971).

Para determinar o estado morfodinâmico da praia no presente trabalho utilizou-se a equação proposta por Wright e Short (1984) respectivamente.

Equação 3: Wright e Short (1984)

$$\Omega = \frac{Hb}{W_s} \cdot T$$

Onde:

Hb Altura de onda na zona de arrebentação;

T período da Onda;

W_s velocidade de queda.

De acordo com Wright & Short (1984), estes três parâmetros podem ser combinados de acordo com a equação 3 acima citado:

Tabela 2: Estado morfodinâmico e respectivo Omega (Ω)

Estado	Ω
Reflexivo	$\leq 1,5$
Intermediário de terraço de baixa-mar	2,4
Intermediário de bancos transversais	3,15
Intermediário de banco e praia de cúspide	3,5
Intermediário de banco e calha longitudinal	4,7
Dissipativo	$>5,5$

Para determinar o estado morfodinâmico da praia fez uso da equação (1), já citada neste trabalho, propostas por Wright e Short (1984).

Levando-se em consideração a ausência de medições específicas na área em estudo o presente trabalho vai considerar as informações fornecidas pelo Instituto Nacional de Meteorologia da cidade da Beira (INAM) sobre, altura das ondas e o Período na praia de Macuti.

CAPITULO IV: RESULTADOS E DISCUSSÃO

12 Determinação da granulometria dos sedimentos ao longo do perfil longitudinal e transversal da praia

12.1 Distribuição de frequência simples e medidas de tendência central

Os resultados representados nas curvas abaixo (Figuras 1, 2, e 3,) das frequências simples da análise granulométrica, mostram que os valores da média na escala phi variaram entre 0.18 a 1.93 nos perfis longitudinal e transversal respectivamente e por consequência a variação no tamanho dos sedimentos encontrados.

Os resultados obtidos mostraram variações na distribuição dos sedimentos no perfil longitudinal tanto transversal, consequentemente dos processos costeiros bem como a topografia.

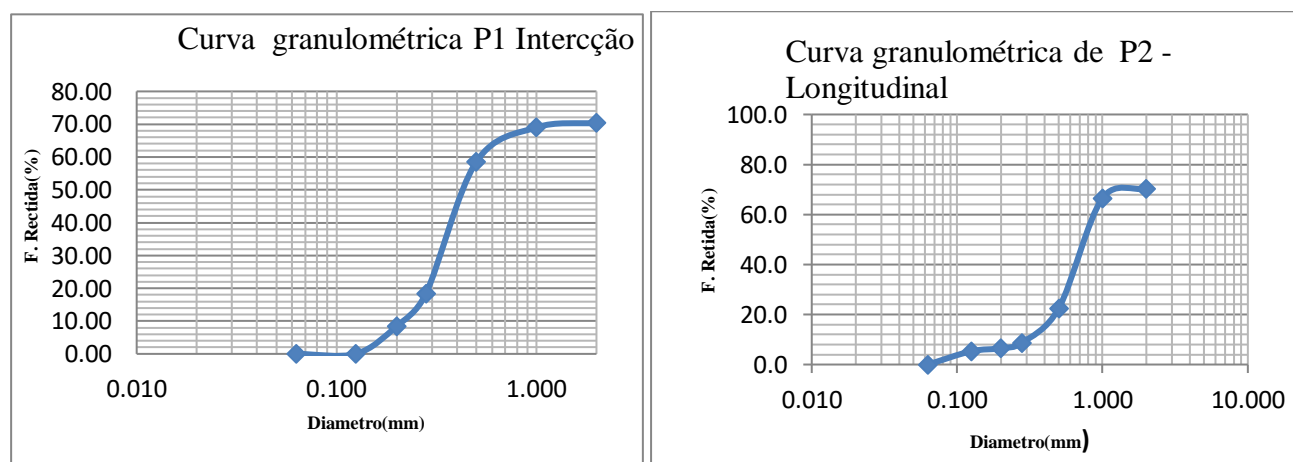


Figura 9:Curvas granulométricas da distribuição de frequência simples dos pontos 1 interação e Ponto 2 na Secção Longitudinal.

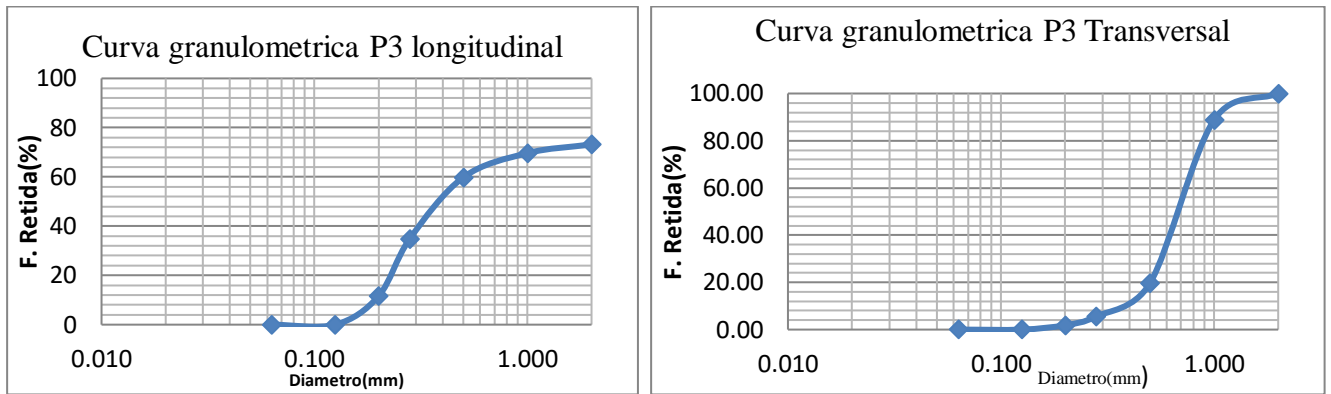


Figura 10: Curvas granulométricas da distribuição de frequência simples dos pontos P3 e P4

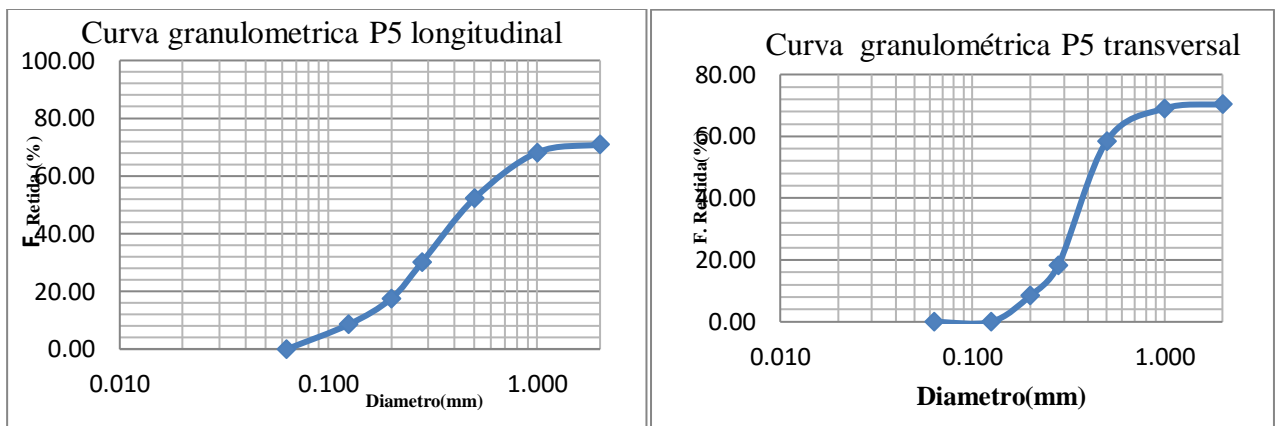


Figura 11: Curvas granulométricas da distribuição de frequência simples dos pontos 5 longitudinal e transversal.

A praia de Macuti apresenta sedimentos grosseiros (0.86ϕ nas duas secções), sendo que na secção longitudinal é caracterizada por sedimentos de tamanho médio (1.56ϕ e 1.60ϕ respectivamente para os pontos 3, 4, e 5), enquanto na secção transversal os sedimentos são finos, isso na zona de arrebenção (2.33ϕ no ponto e 5). Diversos autores como Komar (1976); Muehe, Corrêa (1989); Nordstrom (1977); entre outros citados por Braga (2007) estudaram a distribuição dos sedimentos em diferentes tipos de praias. A partir desses estudos uma relação empírica entre a inclinação praial e a energia e altura da onda foi estabelecida para explicar a distribuição sedimentar numa praia. A maioria deles cita a energia de ondas como sendo o principal agente actuante na determinação do padrão de distribuição dos sedimentos em suas áreas de estudo. Neste caso, a energia das ondas seria proporcional à sua altura existindo uma relação positiva entre a altura da onda e o tamanho de grão. Desta forma, quanto maior for a altura da onda, maior seria a capacidade dos sedimentos finos serem transportados para outras regiões e dos sedimentos mais grossos permanecerem no local.

12.2 Comportamento do desvio padrão

Os sedimentos na Praia de Macuti são caracterizados como moderadamente seleccionados (0.64ϕ), enquanto nas secções longitudinal e transversal são predominantemente caracterizados como sedimentos bem seleccionados (0.47ϕ , 0.44ϕ e 0.5ϕ respectivamente para os pontos 3, 4, 5 na longitudinal e 2 e 3 na transversal). A presença de sedimentos moderadamente bem seleccionados na praia estudada corrobora com o proposto por Martins (2003) para sedimentos praias. Segundo Folk (1974) citado por Andrade e Jesus (2013), os sedimentos praias derivados de uma mesma fonte serão muito bem seleccionados do que sedimentos fluviais, devido à actuação dos agentes costeiros. Ou seja, 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, marés, espriamento (swash) e ventos (Andrade e Jesus, 2013).

12.3 Comportamento da assimetria

As duas secções amostradas apresentam os sedimentos de assimetria muito negativa (-0.4ϕ , -0.86ϕ e -0.56ϕ , respectivamente para os pontos 3, 4, e 5 na longitudinal e, 2 e 3 na secção transversal), indicando a predominância de sedimentos grossos, provavelmente provenientes das dunas. Enquanto que na secção transversal próximo a zona de arebentação a assimetria é muito positiva (0.42ϕ), o que sugere a predominância de sedimentos finos na superfície.

12.4 Comportamento da curtose

As amostras de sedimentos na secção longitudinal mostram curvas leptocúrticas, conferindo-lhes gráficos alongados, na secção transversal mostra curvas platicúrticas.

O alto percentual de curvas leptocúrticas e platicúrticas apresentado pelos sedimentos da praia de Macuti, não condiz com o proposto por Martins (2003) no qual as areias de praia possuem curvas leptocúrticas. Este fato pode estar associado à mistura de diferentes classes granulométricas (Emery, 1978), e ainda, estes valores podem sugerir o proposto por Folk e Ward (1957), no qual o sedimento foi transportado da área-fonte e depositado sem perder suas características originais (Andrade e Jesus 2013). Por outro lado, a distribuição transversal dos sedimentos mostra uma homogeneidade nos valores dos parâmetros estatísticos, provavelmente, deve-se a menor distância da separação entre os pontos de amostragem.

12.5 Modelo de McLaren

A aplicação do método de McLaren gerou 45 pares de amostras comparadas. Segundo essa metodologia foram identificadas duas áreas de deposição e duas áreas de erosão.

A direcção de transporte ao longo da praia é de nordeste a sudoeste, onde existe uma ligeira deposição na zona dos banhistas (como mostram as características físicas nas áreas de colecta das amostras) na área balnear, onde estão colocados dois esporões, verifica-se erosão massiva, essa erosão é provocada principalmente pelos esporões que dificultam a dinâmica regular dos sedimentos (Theron *et al.*, 2012).

Nas áreas de erosão os sedimentos são grossos e o sentido preferencial do transporte é mar a dentro e nas áreas de deposição os sedimentos são médios e o sentido preferencial é terra a dentro. Vários factores estão associados a direcção nordeste. Entretanto, um dos principais factores é o fluxo das águas do canal que dá acesso ao porto da Beira, que de acordo com Silva (2018), as correntes de maré variam de 1.3 a 3.5 m/s durante a época seca.

12.5.1 Vantagens e Limitações do Modelo de McLaren

Uma das limitações do modelo é o facto de não se entender como muda a granulometria na direcção de transporte entre diferentes processos de sedimentação que existem, ou seja, a relação entre cada associação de parâmetros e o tipo de transporte de sedimentos. Outra limitação está relacionada a condição de que somente pode se fazer a amostragem longitudinal ou transversalmente, nunca em ambos sentidos pois comparam-se apenas duas amostras vizinhas, não mais que duas comparações.

Entretanto, a erosão e sedimentação podem ser avaliados mediante o uso de apenas amostras de sedimentos além de instrumentos de campo para análises de aspectos oceanográficos, atmosféricos e sociais reduzindo a exaustão e custos elevados para compreensão das tendências de transporte.

12.6 Padrão geral dos perfis encontrados e determinação do estado morfodinâmico

Analisando as representações gráficas dos perfis topográficos ilustradas no Anexo II, é possível verificar através da declividade que os perfis variam entre alta a baixa declividade. No entanto a Figura 3, ilustra o resumo dos perfis e os seus respectivos pontos ao longo da praia, é possível verificar que de maneira global os perfis podem ser considerados com moderada declividade.

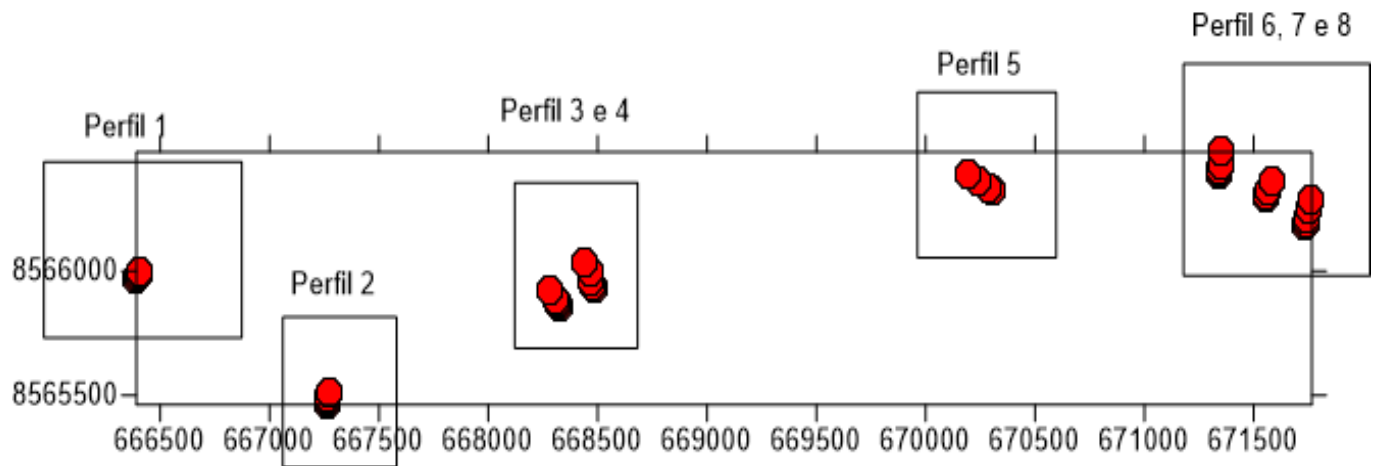


Figura 12: Esquema resumido dos perfis topográficos.

Conforme se pode observar a praia de Macuti para o cálculo do índice de Ω , os valores variaram entre 0,09 e 0,65. Com base no modelo morfodinâmico adotado, a praia estudada foi classificada como ambiente prevalecendo o estágio de praia reflectiva.

Praias reflectivas ocorrem em ambientes de baixa energia de onda, longo período e grande tamanho de grão dos sedimentos. Estas praias possuem uma estreita zona de arrebentação, sendo assim a energia de onda deve ser dissipada no momento do espraiamento na face da praia, produzindo um intenso fluxo de retorno, como uma onda reflectida (Guza e Inman, 1975), sendo no caso na praia de Macuti, uma das possíveis causas da retirada dos sedimentos finos da face de praia e sua deposição na porção submersa, ocasionando dessa forma a característica dos sedimentos grossos encontrados na face. No entanto, é importante ressaltar que os dados de altura e de período de onda utilizados foram de apenas uma só época, o que pode ter limitado a eficiência do modelo na classificaçãodos estados morfodinâmicos. A aplicação da equação empírica proposta por Wright e Short (1984) foi uma tentativa de averiguar as influências das ondas na praia de Macuti, segundo instituto nacional de Meteorologia (INAM), as alturas de ondas próximas a praia são respectivamente 0,02 m para ondas provenientes de sudeste e 0,1 m para ondas provenientes de nordeste.

(Silva, 2011) Concluiu que o processo erosivo observado na área se deve a outras forças além das ondas, sendo a maré uma das possibilidades a ser admitida. Assim conforme as características encontradas por Masselink e Short (1993) em praias sobre influência de maré, essa interacção retarda a taxa de transporte dos sedimento e a mudança morfológica e um aumento na variação da maré resulta na redução global do gradiente da praia. Sendo assim apesar de ter sido uma única época de amostragem é provável que a morfodinâmica mantenha este mesmo padrão ao longo do tempo, já que o processo erosivo tem ocorrido de forma lenta em virtude da baixa energia hidrodinâmica local. Em relação ao gradiente é possível

verificar pelos perfis topográficos acima e nos anexos que apesar de haver pontos de alta declividade, existe essa redução do gradiente, o que também caracteriza praias em processo erosivo (Dodalto, 2008), embora, pela aplicação da equação proposta acima o resultado tenha indicado uma praia reflectiva.

Segundo Masselink e Hegge (1995) a variação transversal granulométrica indicou que foram encontrados sedimentos mais finos nas zonas mais baixas da região de intermarés e na zona submaré. Já os sedimentos na região mais alta da zona intermarés são mais grossos. Numa outra perspectiva Silva (2011) diz que a variação da dominância relativa de diferentes processos de transporte de sedimentos como ondas incidentes e correntes de marés sobre o perfil de praia diferenciando assim na morfodinâmica entre a porção superior e a inferior. Esse indicativo também foi de certa forma encontrado na praia de Macuti, levando em consideração que os sedimentos das amostras da face se apresentaram mais grossos do que as amostras da ante-praia.

A aplicação de modelos morfodinâmicos, que foram originalmente desenvolvidos para ambientes de alta energia, para caracterizar ambientes de baixa energia como a praia estudada, tem sido duramente criticada por vários autores que acharam a sua aplicação ineficiente (Nordstrom, 1992 e Pattiaratchi, 2001), como alternativa as praias de baixa energia somente devem ser classificadas em relação a sua morfologia (Jackson *et al.*, 2002; Travers, 2007). Apesar da crítica ser totalmente pertinente, a aplicação da equação empírica ilustra bem as observações feitas em campo quanto ao estado morfodinâmico da praia de Macuti. Rosa e Borzone (2008), na tentativa de caracterizar fisicamente as praias estuarinas da Baía de Paranaguá-Brasil, utilizaram o modelo de Wright e Short (1993) a fim de verificar a morfologia. Os autores concluíram que apesar das praias estuarinas serem de baixa energia e embora a aplicação do modelo morfodinâmico tenha sido limitada pela qualidade dos dados de onda utilizados, os perfis morfológicos observados nas praias da Baía de Paranaguá correspondem aos morfotipos descritos na literatura, principalmente com os perfis de praias dominadas por ondas.

CAPITULO V: CONCLUSÃO E RECOMENDAÇÕES

13 Conclusão

O presente trabalho é focado no estudo de transporte dos sedimentos e a sua distribuição ao longo da praia de Macuti, forneceu importante subsídio para a compreensão dos processos que ocorrem neste ambiente costeiro daí conclui-se que:

- ✓ Os sedimentos que compõem a Praia de Macuti são predominantemente do tamanho areia grossa, areia média, e areia fina, são moderadamente seleccionados, com curvas de assimetria muito negativa (excesso de grãos maiores) e mesocúrticas (curvas normais).
- ✓ Sua distribuição longitudinal mostra uma diminuição no tamanho do grau (granodecrescência), do ponto 1 que é intersecção até o último ponto de colecta. Transversalmente não verifica se uma mudança significativa nos parâmetros estatísticos dos sedimentos.
- ✓ Os sedimentos tendem a transportar-se em dois sentidos opostos, nordeste e sudoeste, convergindo e divergindo-se em áreas de erosão e deposição respectivamente.
- ✓ Em relação ao estado morfodinâmico a partir da aplicação da equação empírica de Wright e Short (1984), o resultado encontrado, como sendo uma praia reflectiva.
- ✓ Os perfis encontrados apresentam maior declividade característica de praias reflectivas e perfis de baixa declividade o que caracteriza áreas onde esteja ocorrendo erosão.

14 Recomendações

Para os próximos trabalhos recomenda-se:

- ✓ Se faça um estudo sazonal da influência das ondas na distribuição dos sedimentos ao longo da Praia de Macuti;
- ✓ Ao Governo para a necessidade de estudo de sustentabilidade das obras de protecção costeira na praia de Macuti e outras praias para permitir que possam possibilitar a dinâmica regular de sedimentos.

Referências Bibliográficas

- Andrade, L. V. & Jesus, A. C. (2013). *Statistical Parameters of Grain Size Distribution of sediments from Artists beach-Aracaju-SE*. São Cristóvão-SE, Brasil: Universidade Federal de Sergipe.
- Araújo, R.N. De. Alfredine, P. (2001) O cálculo do transporte desedimentos litorâneo: Estudo de caso das praias de Suarão eCibratel (Município de Itanhaém, São Paulo).
- Baldock, T., Elisangela, A. (2005) *Swash overtopping and sediment over wash on a truncated beach*. Coastal Engineering.v. 52, p. 633 – 645.
- Barros, J. G. (2006). *Glossário de termos geológicos e ambientais aplicados às geociências*. Brasília: ESMPU. v. 158, p. 125-145.
- Braga, F. D. (2007). *Morfologia e Sedimentologia da Praia de Macromaré de Ajuruteua, Pará: um Estudo para Definição de Índices de Sensibilidade Ambiental ao Derramamento de Óleo*. Belém: Instituto de Geociências. v. 42, p. 102-106.
- Boyle, J. F. (2001). *Inorganic geochemical methods in palaeolimnology*. In Tracking Environmental Change Using Lake Sediments. In M. L. Smol, *Physical and Geochemical Methods* (Vol. 2, pp. 88-141). Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.
- Cossa, N. A. (2018) Estudo das tendências Granulométricas na praia de Costa de Sol.
- Consultec, Consultulores A, Lda (2007). *Estudo Ambiental Simplificado da Dragagem do canal de acesso ao Porto da Beira*, Província de Sofala. Beira.
- Dias, J. A. (2004). *Análise Granulométrica. In a análise sedimentar e o conhecimentos dos sistemas marinhos*.
- Folk R. L. & Ward W. C. (1998). Brazos River Bay: Study of the significance of grain size parameters. *Journal of Sedimentary Petrology*, **27**:3-27.
- Guza, R.T. & Inman, D.L (1975). Edge waves and beach cusps. *Journal of Geophysical Research*. v. 80: 2997-3012.
- Quental, L.; Oliveira, T.; Dias, R.; Batista, MJ; Fernandes J. (2009). *Land cover characterization and change detection using multispectral imagery for the Beira area, Mozambique: a preliminary approach*. Proceedings of the 33rd International Symposium of Remote Sensing of the Environment.
- Luis, A. (2011). *Aplicação dos sistemas de informação geográfica e detecção remota no monitoramento do mangal estudo de caso: cidade da Beira*. Dissertação de Mestrado, Beira Universidade católica de Moçambique.

- Muhai, L. V. (2017). *Estudo Comparativo da Distribuição Granulométrica de Sedimentos da Praia do Madal e Zalala-Quelimane, Zambézia. Quelimane, Mocambique: ESCMC. Cap. 1, p. 3.*
- Manuel, A. (2015). *Análise da perigosidade de tsunami para a cidade da Beira, Moçambique. Dissertação de Mestrado em Geologia do Ambiente, Riscos Geológicos e Ordenamento do Território, Universidade Lisboa.*
- Martin, L.; Suguio, K.; Flexor, J.M.; Archanjo, J.D. (1996) Coastal Quaternary formations of the southern part of the State of Espírito Santo (Brazil).
- Martins, L. R. (2003). *Recent Sediments and Grain-Size Analysis.* Porto Alegre
- Uacane, MS. (2018). *Contribuição de factores humanos na dinâmica da cobertura especial das áreas do mangal na Beira, 1984-2014* Maputo-Moçambique. Tese Doutorado.
- Martínek, K. (2006). *Petrology of sedimentary rocks.* Institute of Geology and Palaeontology.
- Muchangos ,A. (1994) *Cidade da Beira: aspectos geográficos*, Coleção Cidades de Moçambique nr.2. Moçambique.
- Oliveira, P. F., Silva, H. A., Barreto, E. P., Valença, L. M., & Manso, V. A. (2013). *Variação Longitudinal dos Sedimentos de Praia e sua Relação com a Inclinação da Face Praial e a Morfodinâmica, Município de Paulista-PE.* Brasil.
- Pasolini, A (2005). *Análise da morfodinâmica da Praia deMarataízes frente a um possível processo de engordamentoartificial.* Monografia (Geologia Costeira) Departamento de Ecologia e Recursos Naturais, UniversidadeFederal do Espírito Santo, Vitória.
- Suguio, K. (1975). *Rochas Sedimentares: Propriedades, Gênese e Importância Económica.* São Paulo, Br: Edgard Blucher.
- Theron, A.K. & Barwell, L. 2012. *Respondendo as mudanças climáticas em Moçambique: Tema 2: Proteção Costeira.* Stellenbosch: CSIR.
- Vaasma, T. (2008). *Grain-size analysis of lacustrine sediments: a comparison of pre-treatment methods.* Estonian Journal of Ecology, 231-243.
- Veloso, J. (2001). *Considerações sobre a análise granulométrica de sedimentos praias .* Rio de Janeiro, RJ , Brasil: UFRJ.
- Wright, L.D.; Guza, R.T.; Short, A.D (1982). Dynamics of a high-energy *dissipative surf zone.* Marine Geology.

Anexo I

Modelo de McLaren

O modelo de McLaren (McLaren; Bowles, 1985) usa a diferença na distribuição do tamanho do grão das amostras de sedimento colectadas em grades regulares para deduzir o transporte líquido de sedimento em regiões de erosão, crescimento e equilíbrio dinâmico. Para a análise, o modelo de McLaren usa três parâmetros estatísticos granulométricos: a média, o grau de selecção e a assimetria. McLaren (1981) e McLaren e Bowles (1985) identificaram três probabilidades que podem ser caracterizadas pela relativa diferença nos parâmetros de distribuição do tamanho do grão entre duas localizações, considerando as distribuições $d1$ e $d2$.

Caso A: últimos *depósitos* a distribuição $d2$ tem média mais grossa, é mais bem seleccionada (menor desvio padrão) e é mais positivamente assimétrica que a distribuição $d1$, então a amostra $d2$ é o último depósito de amostra $d1$, e ambas as distribuições foram originalmente à mesma. Neste caso nenhuma direcção de transporte pode ser determinada.

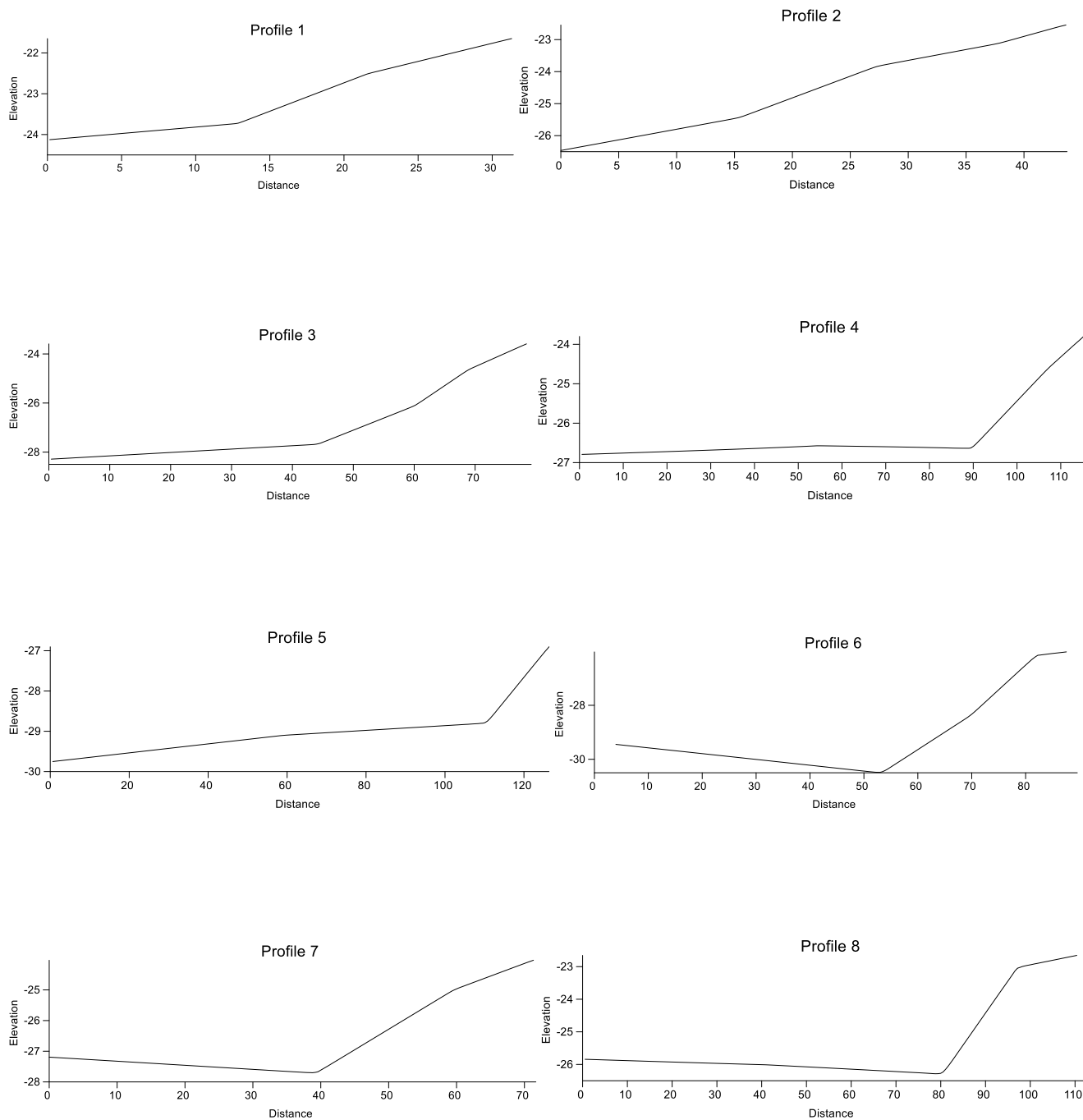
Caso B: *Sedimentos afinando-se* a distribuição $d2$ tem média mais fina, é mais bem seleccionada (menor desvio padrão) e é mais negativamente assimétrica que a distribuição $d1$, então a direcção do transporte é da amostra $d1$ para a amostra $d2$. Neste caso o regime de energia transportando o sedimento é decrescente de $d1$ para $d2$, e os grãos mais grossos não são transportados até onde os grãos mais finos são depositados.

Caso C: *sedimento engrossando-se* a distribuição $d2$ tem média mais grossa, é mais bem seleccionada e é mais positivamente assimétrica que a distribuição $d1$, então a direcção do transporte é da amostra $d1$ para a amostra $d2$. O nível da energia é tal que partículas grossas possam ser transportadas até serem depositadas em $d2$ com nível de energia menor.

Somente os casos B e C podem ser usados para inferir a direcção de transporte de sedimentos.

Anexo II

Perfis topográficos levantados ao longo da Praia de Macuti.



Anexo III

Tabela 1. Distribuição da Fração de carbonatos, matéria orgânica dos sedimentos em cada ponto

Amostra Long/Trans	Peso inicial (g)	Fraç. dos CaCO ₃ (g)	Fra. MO(g)	Peso Final(g)
P1 intercção	20.1	3.48	0.05	16.60
P2 Long.	20.1	2.90	0.04	17.19
P3 Long.	20.0	0.77	0.07	19.26
P4 Long.	20.1	0.50	0.02	19.64
P5 Long.	20.0	0.81	0.28	18.99
P6 Transv.	20.1	0.16	0.02	20.12
P7 Transv.	20.2	0.89	0.04	19.32
P8 Transv.	20.1	0.22	0.05	19.88
P9 Transv.	20.1	0.25	0.02	19.95
P10 Transv.	20.0	0.60	0.03	19.40
Total	201.59	10.6	0.612	190.35

Tabela 2. Características físicas em cada ponto amostral e sua localização geográfica

Secção Longitudinal			
Pontos Amostrais	Características	Latitude	Longitude
Ponto 1	Muro de protecção costeira, 3 árvores, Banhistas	19° 51' 0.92" S	34° 53' 0.62" E
Ponto 2	Muro de protecção costeira, Banhistas	19° 51' 69" S	34° 53' 121" E
Ponto 3	Muro de Protecção costeiro Vegetação Costeira Pratica de Pescas	19° 51' 69" S	34° 53' 180" E
Ponto 4	Muro de protecção costeira, Esporão, Banhistas	19° 51' 0.25" S	34° 53' 273" E
Ponto 5	Muro de Protecção costeiro Vegetação Costeira Pratica de Pescas.	19° 51' 0.25" S	34° 53' 301" E

Secção Transversal			
Pontos	Características	Latitude	Longitude
Amostrais			
Ponto 6	Muro de protecção costeiro, 3 árvores, Banhistas	19° 51' 0.92" S	34° 53' 0.62" E
Ponto 7	Esporão em direcção ao Mar	19° 51' 0.95" S	34° 53' 0.62" E
Ponto 8	Esporão em direcção ao Mar	19° 51' 100" S	34° 53' 0.63" E
Ponto 9	Esporão em direcção ao Mar	19° 51' 100" S	34° 53' 0.64" E
Ponto 10	Esporão em direcção ao Mar	19° 51' 103" S	34° 53' 0.65" E