



**Escola Superior de Ciências Marinhas e Costeiras**

Monografia para obtenção de grau de licenciatura em Geologia Marinha

**Avaliação da erosão costeira da praia de Palane-  
Madal, Província da Zambézia**

**Autor**

Nelson A. Henriques Sufiante



**Escola Superior de Ciências Marinhas e Costeiras**

Monografia para obtenção de grau de licenciatura em Geologia Marinha

**Avaliação da erosão costeira da praia de Palane-  
Madal, Provincia da Zambézia**

**Proponente:**

Nelson A. Henriques Sufiante

**Supervisor:**

\_\_\_\_\_  
M.Sc Noca B. Furaca

Quelimane, Agosto de 2018

## **Agradecimento**

Agradeço a Deus pai todo-poderoso, agradeço a minha família pela ajuda e assistência que prestaram em mim.

Agradeço imenso ao meu supervisor M.Sc Noca B. Furaca da Silva pela caminhada durante a realização de trabalho final.

Agradeço imenso pela cooperação de Departamento de Geologia Aplicada-UEM para análises laboratorial de granulometria da praia de palane

Agradeço a todos meus colegas de ano 2014 de curso de Geologia Marinha em especial Paulo Nota, Germano Nigalube, Raimundo Loieque, Gulamo Bonga, Lourindo Ouanho e Agostinho Da Silva.

Agradeço profundamente aos meus pais Antônio Henriques Sufiante e Fátima Manecas Dramucete, a minha Avo Elisa Armando, a minha tia Henriqueta Inácio por tudo e mais.

Agradeço imenso aos meus irmãos Faruk, Lasmy, Rosário, Cláudia, Atílio, Emerson e Henriques.

Agradeço aos meus amigos, pelo apoio constante em toda a circunstância da vida, aqueles que conviveram ou convive em especial Beldimiro Mucaque e Samuel Mussago.

Muito obrigado

## **Dedicatória**

*Dedico este trabalho aos meus pais*

*“António Henriques suficante e Fátima Manecas Dramucete”*

*por me terem colocado no mundo e por me terem*

*dado o amor incondicional. E que Deus os abençoe.*

### **Declaração de compromisso de honra**

Nelson António Henriques Sufiante, filho de António Henriques Sufiante e de Fátima Manecas Dramucete, nascido aos 28 de Agosto de 1993, natural da cidade de Quelimane, Província de Zambézia, portador de BI no 040100394567S, emitido pelo Arquivo de Identificação Civil da Cidade de Quelimane, em 03/03/2016, declaro sob o meu compromisso de hora que o conteúdo que contém é inteiramente da responsabilidade do autor e está a ser submetida para a obtenção do grau de licenciatura de Geologia Marinha na Universidade Eduardo Mondlane – ESCMC.

---

Nelson António Henriques Sufiante

## **Resumo**

O problema de erosão costeira constitui um dos paradigmas para a maioria da região costeira. A Praia de Palane já vem mostrando um avanço progressivo da erosão desde outrora. Algumas habitações já foram reacentadas para alguns locais que outrora pensava-se seguras. Ultimamente a erosão tem avançado a um ritmo jamais visto. Para avaliar este avanço foram usadas imagens de Satélite Landat 7 no período de 2011 a 2016 foram medidas as velocidades da corrente, a altura e energia das ondas, foi medido a intensidade do vento, foi efectuado um levantamento topográfico da inclinação da praia, foram colhidas amostras de sedimento na praia e para complementar foi efectuado um inquérito aos habitantes locais em matérias sobre a erosão costeira. Resultados encontrados indicam que no período de 2011 a 2016 a erosão avançou 105m e actualmente avança com uma velocidade de 0.25m/mês. Dos vários agentes analisados notou-se que o maior contribuinte para a erosão nesta região são ondas com energia de 302J/m) associadas ao tamanho dos sedimentos  $2\phi$  a  $4\phi$  e a inclinação da praia de  $50^\circ$ . Dos resultados notou-se também que esta região é influenciada por ventos de 3.2m/s a 4.9m/s que contribuem para ondas que atingem 1m de altura. Nas projeções feitas com um modelo de 80% do nível de confiança, nota-se que se não for tomada medidas de redução, esta erosão poderá atingir as novas habitações até 2066.

**Palavra-chave:** Transporte de sedimento, Erosão, Praia de Palane.

## **Abstract**

The problem of coastal erosion is one of the paradigms for most of the coastal region. Palane Beach has been showing a progressive advance of erosion since before. Some homes have already been reopened to some places once thought to be safe. Lately the erosion has advanced at a rate already seen more. In order to evaluate this advance were used images of Landat Satellite 7 in the period from 2011 to 2016 were measured the velocities of the current, the height and energy of the waves, the wind intensity was measured, a topographic survey of the slope of the beach was made, were collected samples of sediment on the beach and, in addition, an inquiry was made to local inhabitants about coastal erosion. Results indicate that in the period from 2011 to 2016 erosion has increased by 105m and is currently advancing at a rate of 0.25m/ month. From the various agents analyzed it was noted that the major contributor to erosion in this region are the energy waves of 302J/m) associated with the size of the sediments 2  $\phi$  to 4 $\phi$  and the slope of the beach of 50°. From the results it was also observed that this region is influenced by winds from 3.2m/s to 4.9m/s that contribute to waves reaching 1m high. In projections made with a model of 80% of the level of confidence, it is noted that if no reduction measures are taken, this erosion could reach new homes by 2066

**Keywords:** Sediment transport, Erosion, Palane beach.

## **Lista de Abreviatura**

Sigla	Designação
A1	Amostra 1
A2	Amostra 2
A3	Amostra 3
A4	Amostra 4
Cm	Centímetro
Ftu	Unidade de turbidez formazio
GPS	Sistema de Posicionamento Global
(H <sub>max</sub> )	altura máxima da onda
H	Horas
Km	kilômetros
Lc	Linha da costa
M	Metros
m/s	Metro por segundo
mm	Milímetros
PA	Perfil A
PB	Perfil B
SPSS	Statistical Package for Social Science
SA	Secção A
SB	Secção B
SE	Sul Este
SW	Sul Oeste
SN	Sul Norte
UEM	Universidade Eduardo Mondlane



## Lista de Símbolos

$(\Omega)$  Ômega

$(\sigma)$  Desvio padrão

$\Phi$  Fi

% Percentagem

$\mathcal{E}$  energia da onda

G grama

h altura

## **Lista de Tabelas**

Tabela 1:Classificação de sedimento segundo a granulometria .....	8
Tabela 2:Distribuição de movimento de sedimento de acordo com a granulometria .....	9

## Lista de figura

Figura 1: O perfil de tempo bom é comparado com o perfil de tempestade.....	10
Figura 2: Localização geográfica de Mapa de Moçambique; Província de Zambézia, Imagem de praia de Palane-Madal, 17°56'18.85''S e longitude 37°02'39.25''E, Área de coleta de amostra de sedimento na praia de Palane-Madal (Google Earth, 2016). Fonte: (Wikipedia e Google Earth, 2016).....	14
Figura 3: I) A letra (A) Correntometro, a letra (B) Seaguard, a letra (C) Teodolito Bosch Gol 26 D precisão 1,6 mm em 30m, a letra (D) GPS- 220 Astro 60 referente a coordenadas geográficas. ....	14
Figura 4: II) a letra (E) Anemómetro kestrel 4500, a letra (F) fita métrica, a letra (G) régua, a letra (H) Sacos plásticos, a letra (I) copos plasticos e a letra (J) Balança Digital (Precisão 0.01g) .....	15
Figura 5: III) A letra (K) e (L) Peneiras granulométricas (U. S Standard Sieve), a letra (M) e (N) Peneiramento de sedimentos pelo vibrador e a letra (O) Estufa (TAMSON). ....	15
Figura 6: Ilustra a sobreposição da linha de costa de 2011 a 2016 da praia de Palane-Madal ....	20
Figura 7: Perfis topográficos da praia de Palane-Madal na época de inverno.....	21
Figura 8: variação de peso e do valor percentual em função das classes sedimentares (amostra 1) .....	22
Figura 9: variação de peso e do valor percentual em função das classes sedimentares (amostra 2) .....	22
Figura 10: Variação de peso e do valor percentual em função das classes sedimentares (amostra 3).....	23
Figura 11: variação de peso e do valor percentual em função das classes sedimentares (amostra 4).....	24
Figura 12: Variação percentual das frações sedimentares em função das amostras .....	25
Figura 13: Variações da Velocidade da Corrente Norte e Mare em função de tempo - Praia de Palane 17 de Junho 2017 .....	26
Figura 14: variações da Altura das Ondas e Energia das Ondas - Praia de Palane.....	27
Figura 15: variações da velocidade da corrente e turbidez em função de tempo.....	28
Figura 16: variação da velocidade do vento em função do tempo 17/06/2017 .....	29
Figura 17: variação da velocidade do vento em função do tempo 24/06/2017 .....	30
Figura 18 : Variação da distância erodida com o tempo .....	31
Figura 19: Ilustra as atividades desenvolvidas na praia em função do ano que começou a erodida.....	31

## Índice

Agradecimento.....	I
Dedicatória .....	II
Declaração de compromisso de honra .....	III
Resumo.....	IV
Lista de Abreviatura.....	VI
Lista de figura.....	IX
1. INTRODUÇÃO.....	1
1.1. Objectivos.....	2
1.1.1. Objectivo geral.....	2
1.1.2. Objectivos específicos .....	2
1.2.1 Justificativa .....	2
2.1. Praia.....	4
2.1.1. Tipo de praia .....	4
2.2. Fatores atuantes na erosão numa praia .....	5
2.2.1. Maré.....	5
2.2.2. Ondas.....	5
Refração e difração de ondas.....	6
2.2.3. Correntes geradas por ondas .....	6
Corrente longitudinal .....	6
Correntes de retorno.....	6
2.4.3. Sedimentos.....	7
2.2.5.Distribuição granulométrica ao longo do perfil da praia .....	8
2.3.Variabilidade da praia .....	9
2.3.1. Aspectos gerais .....	9
2.3.2.Variabilidade da praia com o aumento da energia das ondas .....	10
2.3.3. Transporte de sedimentos pelo vento .....	11
2.4. Inquérito por questionário .....	12
3. METODOLOGIA.....	13
3.1. Área de estudo da Praia de Palane .....	13
3.1.1. Equipamentos.....	14
3.2. Métodos .....	15
3.2.1. Monitoramento do recuo da linha da costa.....	16
3.2.2. Levantamento topográfico .....	16

3.2.5. Análise de Granulometria de sedimentos .....	16
3.2.6. Estimar a Velocidades da Corrente de Mares, Ondas e Ventos.....	17
3.2.7. Avaliar o impacto da erosão no futuro para a comunidade de Palane .....	18
3.2.8. Inquérito por questionário.....	18
4. Resultados e Discussões .....	19
4.1. Determinação do avanço da erosão no período 2011 a 2016 da praia de Palane ....	19
4.1.1. Identificar a principal causa da erosão .....	20
4.1.2. Levantamentos topográficos .....	20
4.1.3. Granulometria (textura) de sedimento.....	21
4.1.4. Relação entre a declividade e granulometria de sedimentos da praia de palane ..	25
4.1.5. Velocidade de vento .....	28
4.1.7. Inquérito por questionário.....	31
6. Referências Bibliográficas.....	33

## 1. INTRODUÇÃO

A zona costeira a nível mundial é a zona mais habitada, devidos às condições climáticas, meteorológicas e a disponibilidade das fontes hídricas além de oferecer condições favoráveis para a prática da agricultura, pesca, actividades portuárias e de transporte, a defesa, actividades de lazer, entre outras. Para além da sua importância socioeconómica, a orla costeira apresenta elevado valor ambiental devido à riqueza e variedade dos seus habitats, muitos dos quais proporcionam também a protecção natural. Entretanto a construção de esporões, quebra-mar e de muros nas praias, como tentativa de combate à erosão, tem, em alguns casos resultado no agravamento deste fenómeno, e como consequência muitos edifícios construídos ao longo das praias foram destruídos (Hoguane, 2007).

A erosão é um processo natural ou artificial que levam à remoção dos detritos formados pelo intemperismo, em resultados de desgaste e ruptura de material sedimentar, na qual são caracterizados pelas mudanças morfológicas do local onde os sedimentos são removidos e depositados pelos agentes de transporte. De facto os ventos, ondas, correntes e acções antrópicas, são considerandos os fenomenos em resultado da interacção entre estes vários factores, a linha de costa da praia podem recuar em direcção ao continente, ou permanecer em equilíbrio (Muehe, 2001) .

As praias arenosas são um dos mais dinâmicos ecossistemas marinhos do mundo, constituídas de depósitos de sedimentos que são continuamente retrabalhados, onde a estrutura física pode ser definida por três variáveis: o clima da onda, o tamanho dos grãos que compõem o sedimento e o regime das marés (Short & Wright, 1983), (Mclachlan & Dorvlo, 2005).

A praia de Palane é uma delas que esta a sofrer o processo de alteração da linha de costa. Informações da comunidade local já datam desde 2011 Várias razões são apontadas para a tal alteração, mas sem fundamento científico.

Não há registo de trabalhos sobre a alteração da linha de costa que tenham sido feitos nesta região, mas destaca-se alguns trabalhos relacionados com a erosão costeira efectuado por (Vasco, 2017).

O Presente trabalho tem como finalidade avaliar a erosão da praia de Palane no período 2011 a 2016 usando imagens de satélite e observação do campo. Este trabalho é de extrema importância sob ponto de vista de gestão costeira e planeamento de infraestruturas na região de Palane. Para, além disso, constitui uma grande valia pelo

facto de ser um trabalho pioneiro na abordagem de transporte de sedimento para Praia de Palane. Pois a partir de resultados obtidos poderá solucionar a erosão costeira no tipo de obra de proteção costeira.

## **1.1. Objectivos**

### **1.1.1. Objectivo geral**

- Avaliar a erosão costeira da Praia de Palane-Madal

### **1.1.2. Objectivos específicos**

- Determinar o avanço da erosão no período 2011 a 2016 da praia de Palane
- Identificar a principal causa da erosão
- Avaliar o impacto da erosão no futuro para a comunidade de Palane

## **1.2. Problematização**

Sabe-se que em todo mundo a erosão costeira depende das causas como elevação do nível do mar, diminuição da quantidade de sedimentos fornecidos ao litoral, degradação antropogênica das estruturas naturais, obras pesadas de engenharia costeira, nomeadamente as que são implantadas para defender o litoral. E também sabe-se que entre 2011 a 2016 houve ocorrência de erosão costeira com maior magnitude em (SB), devido as altas energias de ondas, correntes e ventos, mas não se sabe de concreto os efeitos que estão a condicionaram a erosão em Palane. Portanto a praia de Palane é caracterizada pelo transporte de sedimentos gerando a erosão costeira, No entanto a praia de Palane observa-se os impactos das intrusões salina, destruições das vegetações, agricultura de subsistência, dunas de areia, habitações e perda de terra em resultado de recuo da linha de costa (Alveirinho, 1993).

### **1.2.1 Justificativa**

A Praia de palane esta localizada na estreita faixa de contacto da terra com o mar, na qual são regiões de intensa entrada de energia de onda e, conseqüentemente são caracterizados por frequentes mudanças morfológicas que agem dissipando a energia incidente e protegendo a terra contra a acção erosiva do mar. Pois a uma necessidade de avaliar os processos físicos ou costeiros que contribuem negativamente no recuo da linha da costa. Por ser uma zona caracterizado pelo comercio informal de pescado e, da

parte continental observavam-se cultivo de arroz que não se pratica devido à intrusão salina, surge a necessidade de desenvolver este trabalho para ajudar na gestão costeira e não por em risco aos habitantes da região. Para, além disso, este trabalho vai contribuir para a comunidade científica no desenvolvimento de trabalhos futuros na região (Hoguane, 2007).



## **2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

### **2.1. Praia**

Praia é a "zona perimetral de um corpo aquoso (lago, mar, oceano), composta de material inconsolidado, em geral arenoso, que se estende desde o nível de baixa-mar média para cima, até a linha de vegetação permanente (limite das ondas de tempestade), ou onde há mudanças na fisiografia, como zona de dunas ou falésias) (Souza, 1997).

As praias recebem seus sedimentos de várias fontes. Algumas são supridas com areia e pedregulho lavados costa a fora através de rios. Outros consistem em material derivado da erosão de falésias nas proximidades e provenientes da própria praia, lavada ao longo do fundo marinho por ondas e correntes, ou distribuídos por ventos que sopram do continente (Prata, 2005).

As praias arenosas oceânicas apresentam-se como sistemas transicionais altamente dinâmicos e sensíveis, que constantemente ajustam-se a flutuações dos níveis de energia locais e sofrem retrabalhamento por processos eólicos, biológicos e hidráulicos. Estes últimos são relativamente muito mais importantes e ocorrem em escalas temporais variadas. Abrangem também um amplo espectro de modos de movimento, entre os quais se destacam as ondas geradas pelo vento, as correntes litorâneas, as oscilações de longo período (sub-harmônicas e de infragravidade) e as marés (Prata, 2005).

#### **2.1.1. Tipo de praia**

As praias arenosas oceânicas são sistemas transicionais altamente dinâmicos e sensíveis, sofrendo alterações de acordo com as mudanças de energia local em função dos processos eólicos, biológicos e hidráulicos (Hoefel, 1998). Segundo (Short 1999), as praias arenosas resultam da interação das ondas com os sedimentos disponíveis, sendo as suas características gerais definidas pelas condições de maré, altura e período de onda e tamanho dos grãos (Ribeiro, 2014).

Segundo Short (1999), as praias dissipativas apresentam areia de granulometria fina (menor que 0.2 mm), ondas relativamente altas chegando a 2,5m e curtos períodos de onda. Possuem ainda zona de surfe extensa e bem desenvolvida, apresentando baixa declividade. (Ribeiro, 2014)

## **2.2. Fatores atuantes na erosão numa praia**

### **2.2.1. Maré**

As marés são as maiores ondas conhecidas, sendo o fenómeno mais evidente na costa, onde o nível do mar sobe e desce regularmente duas vezes ao dia. As marés podem ser definidas como movimentos verticais periódicos ou regulares das massas de água causados pela força gravitacional, que é inversamente proporcional à distância e directamente proporcional à massa. Uma outra força, a força centrífuga, originária do movimento de rotação da Terra, também actua no fenómeno das marés. (Gomes, 2003).

O regime de marés é um factor importante na determinação da geomorfologia de áreas costeiras, os sistemas ciclónicos de baixa pressão proporcionam extensas pistas de vento, que migram em direcção à costa e associadas às marés de sizígia podem causar elevações no nível do mar e estender a faixa de acção das ondas até as dunas ou zonas urbanizadas, causando erosão, quando a altura da maré é alta condiciona as inundações nas zonas pós-Praia de Palane onde os sedimentos são transportados para zona de antepraia, e durante a enchente e vazante os sedimentos são transportados respectivamente (Lisniewski 2009).

### **2.2.2. Ondas**

As ondas geradas pelo vento são umas das principais fontes de energia que governam as mudanças da praia. Quando uma onda quebra, dependendo da inclinação da praia, alguma energia pode voltar para o mar (quanto menor for o ângulo de inclinação da praia, menor é a energia refletida), mas boa parte é dissipada. Parte desta é usada para fraturar rochas e minerais transformando-os em partículas menores, mas a maior parte da energia deve ser usada para movimentar sedimentos e aumentar a altura e, conseqüentemente, a energia potencial da forma da praia, com a energia da onda observada na praia de palane os sedimentos podem ser transportados em função da energia e granulometria (Brown, 1999).

Os processos que causam mudanças morfológicas na costa são os de transporte de sedimentos, Estas mudanças irão continuar indefinidamente até que eventualmente a entrada de energia seja dissipada sem qualquer transporte de sedimento (Peyhick, 1986).

Portanto mudanças na morfologia ocorrem sempre que ocorre uma mudança na entrada de energia e a função da zona costeira é de, justamente, dissipar esta energia.

### **Refração e difração de ondas**

Enquanto a onda se move em direção às águas mais rasas, transformações importantes se tornam mais pronunciadas antes de ela alcançar a linha de costa. Entre estas transformações, relacionadas com a variação batimétrica, o ângulo de incidência das ondas e a irregularidade geomorfológica da região costeira, podemos citar a refração e a difração das ondas (Brown, 1999).

**Difração** é a propriedade que a onda possui de contornar um obstáculo ao ser parcialmente interrompido por ele. Isso acontece, pois os pulsos, ao passarem por uma barreira, têm as direções dos raios de onda alterados e contornam o obstáculo. Quando a onda se propaga por um orifício entre duas barreiras, a difração será mais acentuada quanto menor for a largura do orifício e quanto maior for o comprimento de onda.

### **2.2.3. Correntes geradas por ondas**

#### **Corrente longitudinal**

As correntes longitudinais (*longshore currents*) são correntes paralelas à costa que transportam sedimentos colocados em suspensão pelas ondas incidentes, potencialmente podendo movê-lo e são longo de vários quilômetros através do processo de meso-escala temporal conhecido deriva litorânea (*litoral drift*). Tipicamente, estas correntes crescem em intensidade da costa em direção ao mar, atingindo um máximo aproximadamente no meio da zona de surfe, a partir de onde passam a decrescer. Em praias interrompidas por obstáculos naturais ou artificiais os efeitos da deriva litorânea são visivelmente notados, embora sejam igualmente importantes para o balanço de sedimentos de praias não interrompidas. Já em praias semi-fechadas como as praias de bolso, a deriva litorânea tende a ser fraca ou negligível em comparação ao transporte normal à costa.

#### **Correntes de retorno**

As correntes de retorno (*rips currents*) são caracterizadas por fluxos estreitos, posicionados normais ou obliquamente em relação à costa, que atravessa a zona de surfe em direção ao mar. Sua origem pode estar associada às correntes longitudinais convergentes nas proximidades da praia e tendem a desaparecer logo após a zona de

surfe em direcção ao mar, formando células de circulação e, como é mais comumente aceito, são originadas pelas variações longitudinais na altura da arrebentação que, por sua vez, são produzidas pelas ondas de borda (*edge waves*). Diferentemente das ondas incidentes, estas são ondas estacionárias por formarem alternativamente uma crista e uma cava em pontos fixos, os ântinos, e, entre estes pontos, os nós, pontos onde a superfície da água se mantém em nível constante.

### **Correntes de densidade**

As Correntes de densidade são escoamentos gerados devido à ação da gravidade sobre fluidos de diferentes densidades. Quando a diferença de densidades é causada pela presença de sedimentos em suspensão, estas correntes são chamadas de correntes de turbidez ou correntes turbidíticas. O principal mecanismo responsável pelo suporte dos sedimentos em correntes de turbidez é a turbulência. Assim, no caso de pequenos influxos turbidíticos sob leitos de pequenas declividades, as correntes tendem a reduzir sua velocidade longitudinal (e a intensidade de turbulência) à medida que os sedimentos são depositados e a densidade se aproxima daquela do fluido ambiente. Por outro lado, no caso de grandes influxos turbidíticos sob leitos de grandes declividades, as correntes tendem a acelerar devido à auto-ressuspensão dos sedimentos de fundo e ao aumento da densidade com relação àquela do fluido ambiente. Estas duas situações representam casos extremos, mas na maioria das vezes, as correntes de turbidez envolvem tanto processos de deposição como de ressuspensão de sedimentos. Uma descrição geral dos processos físicos envolvidos em correntes de turbidez para Mulder (2001).

#### **2.4.3. Sedimentos**

O sedimento de uma praia pode ser composto de qualquer material que seja disponível em quantidades significativas e que possua características apropriadas (como tamanho e durabilidade) a permanecer sobre as condições hidrodinâmicas da praia (Komar, 1976). Os grãos de quartzo, derivados do intemperismo principalmente das rochas continentais, Transportadas através dos rios, são amplamente difundidos em relação aos outros materiais devido a sua durabilidade física e química (Davis, 1985). Sedimentos carbonáticos compostos por fragmentos de moluscos, de algas calcárias, foraminíferos e por outros organismos de estrutura carbonática são importantes especialmente nos

tropicais, onde a produtividade biológica é intensa (Komar, 1976). Além dos sedimentos trazidos pelos rios e da produção biológica, existem outras fontes de sedimento para a praia como a formação de precipitados químicos, a erosão de falésias e de costões rochosos e o material de atividades vulcânicas, que podem compor quase todo o sedimento do litoral de ilhas vulcânicas, (Kennet, 1982 & Brown, 1999).

Em relação à posição da partícula em movimento e o fundo, o transporte pode ser dividido em transporte por arraste de fundo e por suspensão. O transporte por arraste é basicamente o movimento de partículas muito próximas ao leito marinho, através de rolamento, deslizamento e também saltação, a classificação sedimentar foram feitas de acordo com Fairchild, Toledo & Taioli (2000) e a mesma classificação foram comparadas de acordo com MATA (2014).

**Tabela 1:** Classificação de sedimento segundo a granulometria

**Fonte:** Fairchild, Toledo & Taioli (2000)

Intervalo granulométrico (mm)	Classificação nominal			
	Proposição original (inglês)		Tradução usual (português)	
> 256	GRAVEL	Boulder	CASCALHO (ou balastro em Portugal)	Matacão
256-64		Cobble		Bloco ou calhau
64-4,0		Pebble		Seixo
4,0-2,0		Granule		Grânulo
2,0-1,0	SAND	Very coarse sand	AREIA	Areia muito grossa
1,0-0,50		Coarse sand		Areia grossa
0,50-0,250		Medium sand		Areia média
0,250-0,125		Fine sand		Areia fina
0,125-0,062		Very fine sand		Areia muito fina
0,062-0,031	SILT	Coarse silt	SILTE	Silte grosso
0,031-0,016		Medium silt		Silte médio
0,016-0,008		Fine silt		Silte fino
0,008-0,004		Very fine silt		Silte muito fino
<0,004	CLAY	Clay	ARGILA	Argila

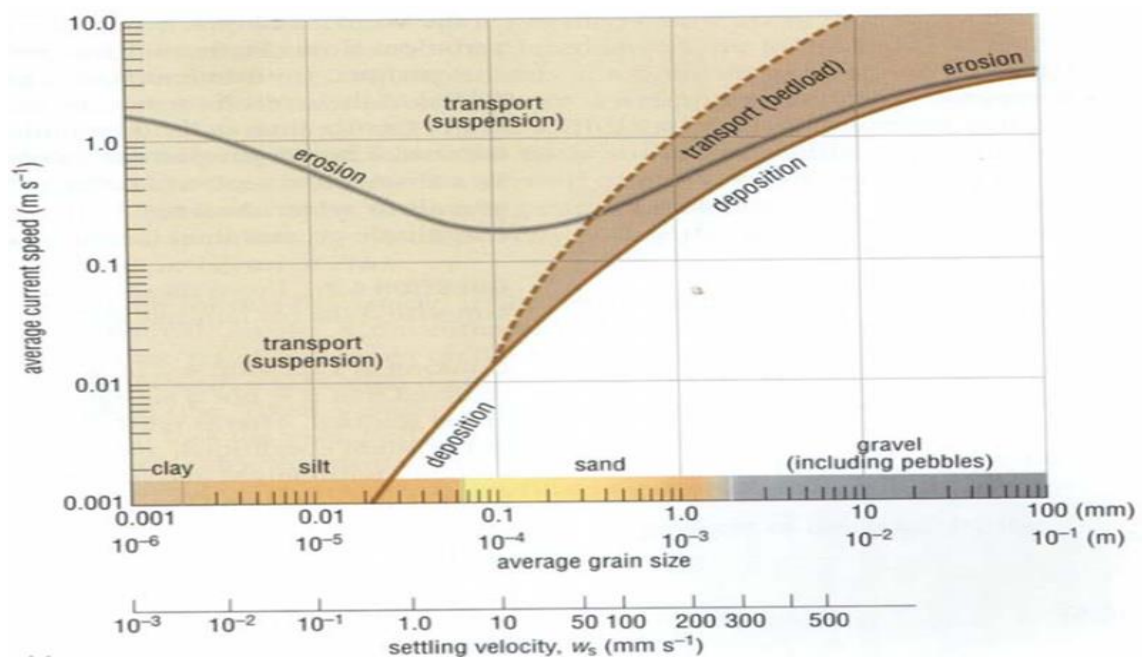
### 2.2.5. Distribuição granulométrica ao longo do perfil da praia

A inter-relação entre o tamanho do grão do sedimento e a morfologia do perfil de praia é de uma forma geral, bem conhecida. Muitos estudos têm sido conduzidos para investigar a variação espacial do sedimento ao longo do perfil. Para isso, todos os modelos assumem que diferentes diâmetros de grão mostram um grau distinto de variabilidade espacial, que induz a conclusão que cada tamanho de sedimento responde diferentemente a mesma hidrodinâmica (Medina, 1994).

As maiores partículas de areia de qualquer praia são encontradas no ponto de mergulho, onde observações indicam ser o ponto de máxima turbulência. A próxima maior partícula é encontrada no topo da berma de verão, após a agitação do ponto de mergulho, o material grosso é aprisionado em suspensão e carregado pelo espreadimento até o limite da face da praia e sobre a berma, onde não consegue retornar. A areia mais fina é encontrada nas dunas, pois esta é transportada pelo vento, que age seletivamente sobre os grãos mais leves. Na porção submersa, o sedimento se torna menor com o aumento da profundidade (Bascom, 1951).

**Tabela 2:** Distribuição de movimento de sedimento de acordo com a granulometria

**Fonte:** Nichols, G. (2009).



## 2.3. Variabilidade da praia

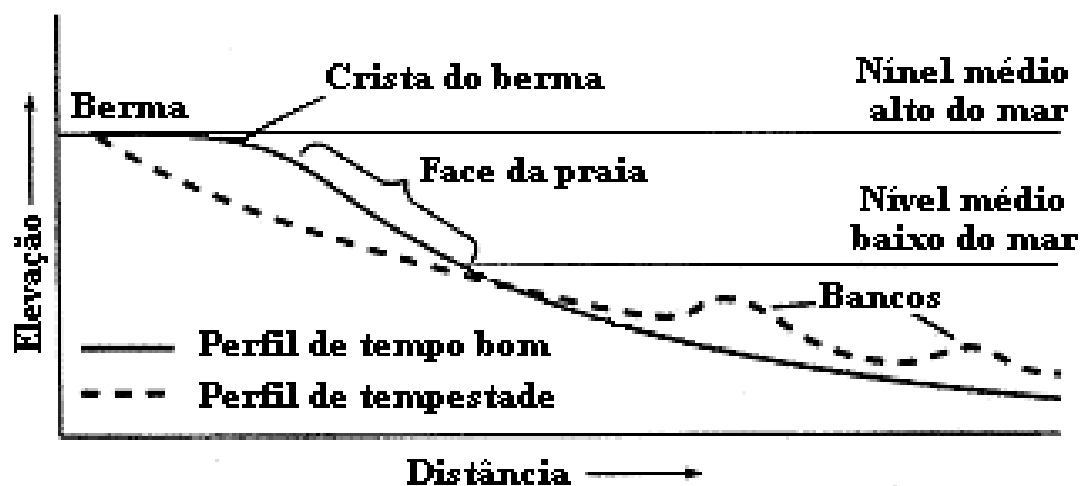
### 2.3.1. Aspectos gerais

O perfil transversal de uma praia varia com o ganho ou perda de areia de acordo com a energia das ondas. Uma técnica importante para determinar o balanço sedimentar da praia é o acompanhamento de um perfil de praia que traça a forma transversal superficial da praia. A superposição dos perfis ao longo do tempo permite determinar os ganhos e perdas de areia.

Vários trabalhos têm sido publicados mostrando a variabilidade temporal do perfil de praia, entre eles podendo-se citar Bascom (1951), Bruun (1962), Sonu & Van Beek (1971), e a interpretação destes perfis de praia no mundo inteiro e têm mostrado que as praias tipicamente passam por variações morfológicas a cada mudança climática e hidrodinâmica.

### 2.3.2. Variabilidade da praia com o aumento da energia das ondas

Condições de tempo bom e a chegada de ondas suaves resultam na acumulação de areia e no crescimento da praia. Sob essas condições de tempo e onda, o perfil de praia resultante é côncavo visto de fora, com uma berma extensa e face da praia íngreme (Figura 1). Esta configuração se refere ao perfil de topográfico e é mais bem desenvolvida durante as ondas de baixa energia de verão e é a forma da praia que é mais familiar aos turistas (Komar, 1983).



**Figura 1:** O perfil de tempo bom é comparado com o perfil de tempestade.

**Fonte:** (Komar, 1983) traduzido.

Quando as condições atmosféricas mudam, normalmente durante as tempestades, ventos fortes acumulam água contra a costa e criam o empilhamento das ondas, gerando certa elevação do nível do mar. Áreas costeiras planas são particularmente susceptíveis a tais inundações, especialmente se esta coincide com uma maré alta de sizígia, quando o aumento do nível do mar se dará entre 2 a 10 metros acima do normal. Então, sob o efeito da tempestade, a energia da zona de surfe aumenta e a areia da face da praia é muito pequena para permanecer sob aquela turbulência. Consequentemente, esta é

movida em direção ao mar por correntes de retorno, ou por outras correntes normais à costa até que alcance águas calmas o suficiente para depositar-se sobre o fundo. Isto geralmente resulta na formação de um banco ou barra (uma característica de tempestade); enquanto o banco cresce em função da perda da praia, isto influencia as ondas e eventualmente induzem estas a quebrar. Enquanto a energia da onda é dissipada sobre a barra, a água sobre a face da praia se torna menos turbulenta; o que parece permitir que a praia alcance outro ponto de equilíbrio, que está em balanço com as ondas de tempestade. Quando o suprimento de areia é muito grande, o resultado é frequentemente a formação de três ou mais bancos; quando pequeno, a praia é privada dos bancos e a pós-praia é atacada (Bascon, 1951).

Durante a tempestade a praia não apenas é erodida, mas o tamanho médio dos grãos aumenta de uma forma geral. Isto faz sentido porque a alta energia das ondas e as correntes normais à costa seletivamente transportam a areia fina para fora da costa, deixando o sedimento mais grosso sobre a praia. Depois da tempestade, o reaparecimento do tempo calmo faz a areia fina ao longo da barra voltar à berma, reconstruindo o perfil. Ainda que o diâmetro médio do sedimento da praia permaneça o mesmo, a praia se torna inclinada com a deposição e mais plana com a erosão.

### **2.3.3. Transporte de sedimentos pelo vento**

O transporte de sedimentos pelo vento é majoritariamente feito por arrasto. Os sedimentos são movidos por arrasto, por rolamento e, por vezes, saltitando. As partículas menores constituem o grosso de carga de partícula transportado pelo vento. Os sedimentos começam a mover-se quando a velocidade de vento atinge o nível crítico para o seu tamanho. Primeiro, a partícula rola no chão e salta quando batida por outra. Uma vez começado o saltitar de partículas, o processo acelera porque os grãos ao saltarem são impedidos para as frentes pelo vento, ganhando assim mais energia. Quando eles batem de novo na superfície, fazem com que outras partículas também saltem, originando uma reação em cadeia. Em breve ocorre uma zona com alguns centímetros a um metro de espessura cheia de sedimentos saltitantes. Tanto o tamanho da partícula como a altura da zona de saltação aumenta com o aumento da velocidade do vento (Chernicoff, 1999)



## **2.4. Inquérito por questionário**

De acordo com Natércio Afonso (2005), refere-nos que a aplicação de um inquérito por questionário possibilita a obter converter a informação obtida dos inquiridos em dados pré-formatados, facilitando o acesso a um número elevado de sujeitos e a contextos diferenciados “ (Barbosa, 2012) ”.

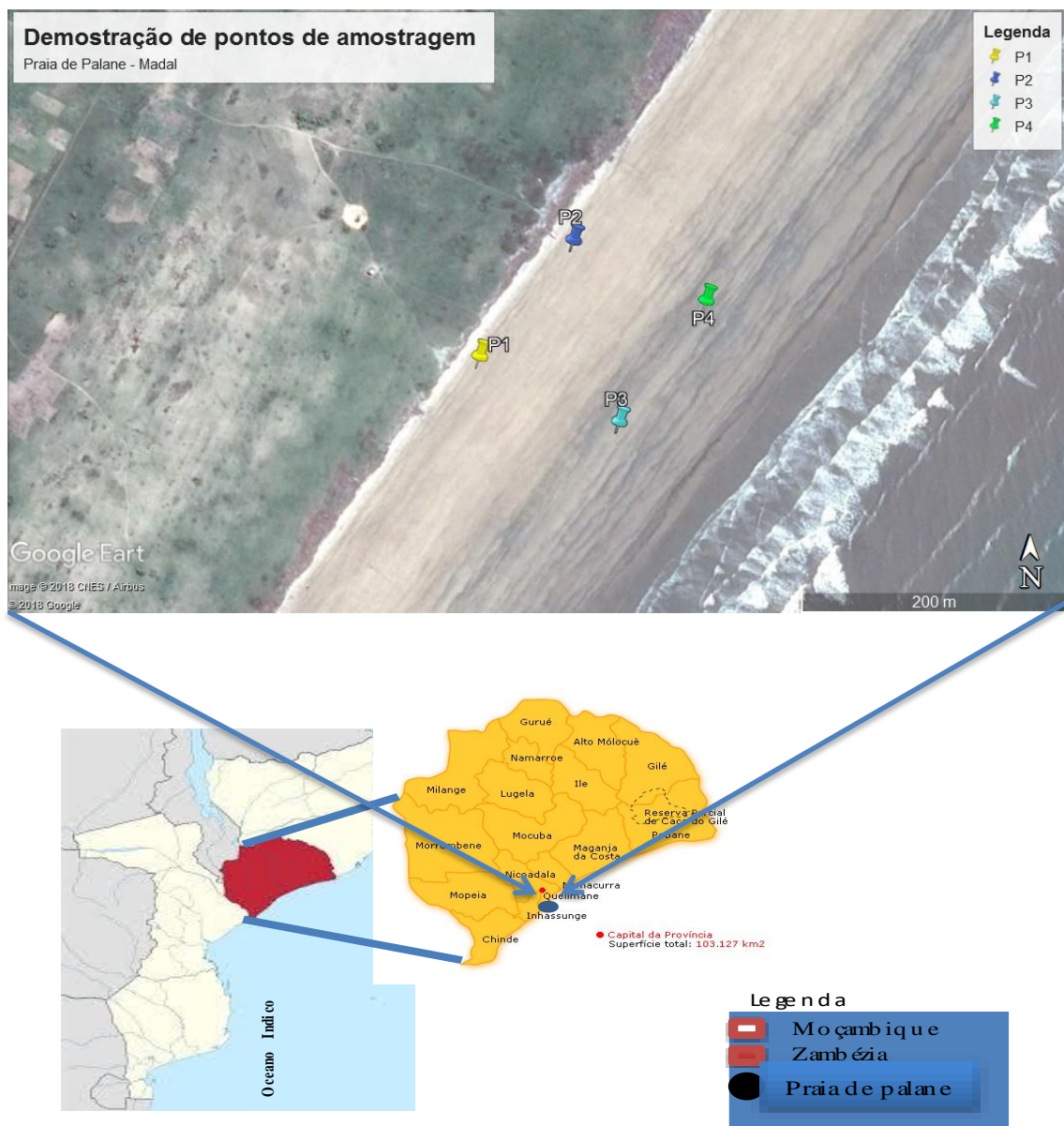
O inquérito por questionário pretende responder a várias questões, tendo como objectivos uma recolha de dados mais metódicos. Foi seguida uma adaptação do modelo proposto por Likert (1932), que pressupõe a técnica da construção de escalas, centrando o processo nos sujeitos inquiridos, e procurando frases que manifestem claramente dois tipos de atitude: uma atitude favorável ou desfavorável a um mesmo objecto. Como indica Lima (2006), sendo muito mais económica de construir e mais rápida de aplicar (uma vez que necessita de menos itens), este tipo de escala tornou-se mais popular na avaliação das atitudes. Desta forma, grandes partes do inquerido tiveram uma grelha de preenchimento onde os inquiridos foram de atribuído, numa escala previamente definida, o seu grau de concordância (ou discordância) com as frases relativas às questões ambientais que lhes foram colocadas.

### 3. METODOLOGIA

#### 3.1. Área de estudo da Praia de Palane

O presente trabalho foi realizado na Província de Zambézia, concretamente na Praia de Palane-Madal na latitude  $17^{\circ}56'18.85''S$  e longitude  $37^{\circ}02'39.25''E$ , (fig.5). Esta Praia fica situado a 45km do extremo Este da Cidade de Quelimane. É uma região caracterizada por um clima tropical seco com duas estações, sendo seca de Abril a Outubro e Chuvosa de Novembro a Março, é uma região na qual a maioria da actividade praticada é pesca seguida de agricultura.

A praia é caracterizada por presença de areia castanha e branca e águas profundas e uma erosão que já lá vêm se arrastando desde 2000, como pode ser visto na (fig.6).



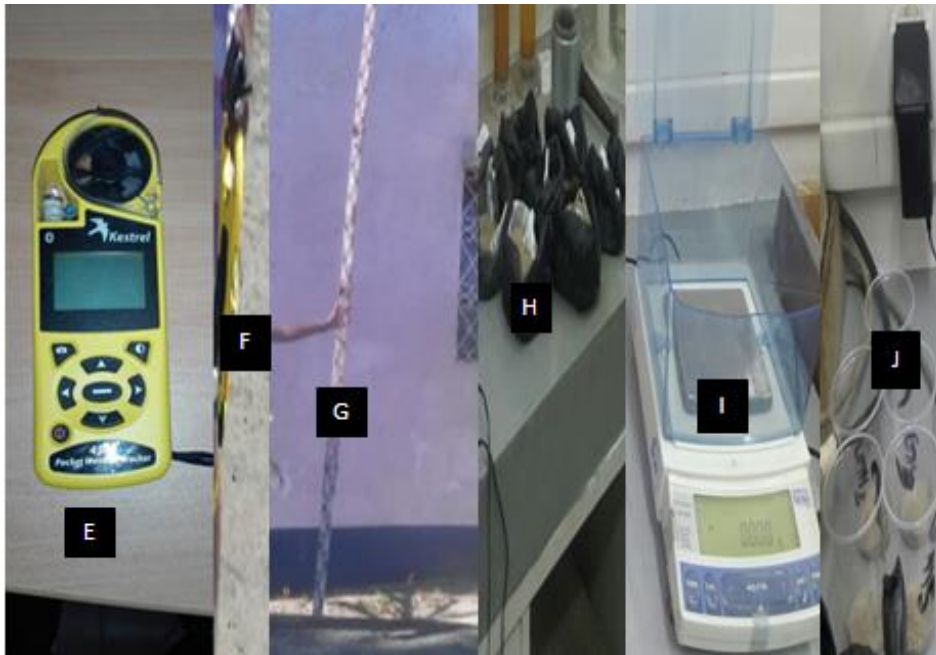
**Figura 2:** Localização geográfica de Mapa de Moçambique; Província de Zambézia, Imagem de praia de Palane-Madal, 17°56'18.85''S e longitude 37°02'39.25''E, Área de coleta de amostra de sedimento na praia de Palane-Madal (Google Earth, 2016).  
**Fonte:** (Wikipedia e Google Earth, 2016).

### 3.1.1. Equipamentos

Para a realização do trabalho foi usado os seguintes equipamentos;



**Figura 3:** I) A letra (A) Correntometro, a letra (B) Seaguard, a letra (C) Teodolito Bosch Gol 26 D precisão 1,6 mm em 30m, a letra (D) GPS- 220 Astro 60 referente a coordenadas geográficas.



**Figura 4:** II) a letra (E) Anemómetro kestrel 4500, a letra (F) fita métrica, a letra (G) régua, a letra (H) Sacos plásticos, a letra (I) copos plasticos e a letra (J) Balança Digital (Precisão 0.01g)



**Figura 5:** III) A letra (K) e (L) Peneiras granulométricas (U. S Standard Sieve), a letra (M) e (N) Peneiramento de sedimentos pelo vibrador e a letra (O) Estufa (TAMSON).

IV) Bloco de nota, caneta referente as anotações, e Computador referente à digitação, cálculos e tratamentos de dados

### 3.2. Métodos

Para a realização do trabalho foram usados os seguintes métodos, O monitoramento do recuo da linha da costa, Levantamento topográfico, análises de Granulometria de

sedimentos, Estimativa da Velocidade da Corrente de Mares, Ondas e ventos, Inquérito por questionários descritos a seguir.

### **3.2.1. Monitoramento do recuo da linha da costa**

Durante o período entre 2011 a 2016, foram determinadas as mudanças morfológicas da Praia de Palane através das imagens de Google Earth pro. Foram determinadas 5 imagens Google Earth pro, as imagens não foram extraídas na mesma data e mês devido o fornecimentos das imagens por satélites, na qual foram determinadas as linhas de costa usando os rótulos que aparecem como ícone da página de Google Earth pro. As observações foram realizadas durante o trabalho e foram determinadas detalhadamente o evoluir das características da praia de palane com ênfase no processo de transporte de sedimento. Onde foram traçadas as linhas de costa de 2011 a 2016 e sobrepostas às linhas e fez-se a medição da distância que separa as duas linhas na escala anual, e foram dividida em 2 secção em locais onde apresentaram maior e menor processo erosivo. De seguida determinou-se a distância da linha da costa calculou-se a velocidade de erosão. Para a determinação da velocidade da erosão (V) foi considerada distância de separação das duas linhas como  $\Delta x$  e o tempo passado entre os dois anos como  $\Delta t$ .

$$V = \frac{\Delta x}{\Delta t} \quad (\text{Equação 1})$$

### **3.2.2. Levantamento topográfico**

Os levantamentos topográficos foram realizados ao longo de dois perfis por meio de um teodolito Bosch Gol 26 D onde foram medidos os pontos transversais mais altos e mais baixos da praia tendo em conta um ponto referencial igual a Zero e cada ponto foi marcado as coordenadas geográficas através de GPS- 220 Astro 60, por sua vez foram medidas as distâncias de cada ponto na ordem de distância de 10m verticalmente e 200m horizontalmente como mostra a Figura 5, e foram introduzidas no pacote Excel para tratamentos dos dados e obtidos os gráficos.

### **3.2.5. Análise de Granulometria de sedimentos**

As amostras referentes à granulometria de sedimentos foram coletadas na zona de pós-praia com distância de 100m em quatro pontos em metros quadrados da praia na zona de pos-praia, as quais às amostras de sedimentos foram de 50g, onde foram conservadas durante 5 meses em saco plástico durante o trabalho onde em cada ponto de coleta de

amostra de sedimentos foram demarcados a coordenadas geográficas usando GPS (ver tabela nos anexos). As amostras referentes ao tamanho de sedimentos (granulometria) foram feitas as análises na UEM- Departamento de Geologia Aplicada para identificar a textura de sedimento da praia em Janeiro.

A análise granulométrica expressa à distribuição quantitativa dos sedimentos segundo classes de tamanho definido por uma escala. A escala de tamanho proposto por Wentworth (1922) foi escolhida pelo fato de representar maior simplicidade geométrica entre os intervalos de classe. Também foi utilizado conceito “ $\phi$ ” que corresponde ao logaritmo negativo de base 2 (dois) do valor da granulometria expressa em milímetros. Procedimento laboratorial da análise de granulometria de sedimentos na qual as amostras foram lavadas e atacadas com Ácido clorídrico ( $HCl \approx 3\%$ ) durante 24h, na qual foram neutralizadas as amostras com  $pH \approx 7$ , que posteriormente a secagem em temperaturas de  $50^\circ C$  a  $60^\circ C$  durante 24h na estufa, de seguida a pesagem das amostras feitas as diferenças P1-P2 ou a tara, e foram eliminados os carbonatos por seguinte atacados com água oxigenada, e feitas a diferença da tara onde foram eliminada a matéria orgânica, e por seguinte o processo de peneiragem foram utilizados 20g de sedimento que passaram por um jogo de cinco crivos de 0.180 a 0.043 uma vez que os sedimentos são finos (Folk, 1974).

O tamanho ou diâmetro dos grãos pode ser expresso em milímetros (mm), mas é comum o uso da unidade dimensional  $\phi$  ( $\phi$ ), o logaritmo negativo de base dois do diâmetro em milímetros (Wentworth, 1922)

$$\phi = -\log_2 mm \quad (\text{Equação 2})$$

O principal benefício do uso da escala  $\phi$  é a simplificação do cálculo dos parâmetros granulométricos (como média) que serão discutidos mais adiante. Além disso, o uso da escala logarítmica permite uma melhor e mais conveniente representação gráfica da distribuição granulométrica (Friedman & Johnson, 1982)

### **3.2.6. Estimar a Velocidades da Corrente de Mares, Ondas e Ventos.**

Foram medidas as velocidades de corrente de maré usando um Correntometro RCM ANNDERAA ancorado a 1m da superfície devido as altas energias de onda que se fazem sentir na superfície durante 11 horas pelo facto de as restantes medições não se observou variações significativas. O instrumento foi configurado para medir em

intervalos de 10min valores instantâneos a frequência de 1HZ. Os dados deste equipamento foram extraídos usando o Software Seaguard Studio e posteriormente processados na planilha do Microsoft Excel.

As ondas foram medidas por um TWR-2050 (Tide wave Record) ancorado num ponto fixo, configurado para medir em intervalos de 10min valores instantâneos na frequência de 1Hz pelo facto de os dados não seja apresentados com tantas frequências. Estes dados foram colhidos no intervalo das 14h as 00h.

Para o processamento dos dados, os dados foram extraídos do instrumento com auxílio do Software Ruskin que posteriormente foram analisados e validados no Microsoft Excel.

A magnitude dos ventos foram registados manualmente pelo anemómetro Kestrel 4500 durante 9 horas de tempo. O registo era feito a cada 10min e os dados foram processados na planilha do Microsoft Excel.

### **3.2.7. Avaliar o impacto da erosão no futuro para a comunidade de Palane**

Para este objectivo específico foram feitas projecções do alcance da erosão no futuro próximo. Esta projecção foi feita usando os resultados da correlação da distância erodida em função dos anos. Com a esta correlação foi considerada a equação correspondente ao gráfico da correlação que apresentava o maior nível de significância. Esta equação foi usada para saber o tempo que falta para a erosão atingir as zonas habitadas.

Com a magnitude da erosão obtida, combinado com o resultado do objectivo específico 2 e alguns resultados do inquérito (Ver o modelo nos anexos).

### **3.2.8. Inquérito por questionário**

O inquérito abrangiu cerca de 30 residentes. Este baseou-se em perguntas abertas e fechadas compiladas numa base de dados Software SPSS (*Statistical Package for Social Sciences*, versão 20) e por fim apresentados os resultados em forma de gráficos de barra e coluna.

## 4. Resultados e Discussões

### 4.1. Determinação do avanço da erosão no período 2011 a 2016 da praia de Palane

A fotografia aérea da (figura 6) ilustra a variação da linha da costa durante os 5 anos na qual foram determinadas linha de costa de 2011 e 2016 demonstram que a linha de costa de praia de Palane tendeu a erodir com velocidade alta nos anos de monitoramento, sendo assim a sobreposição de mapas de (2011 a 2016), entretanto observa-se que na secção A, ocorre o processo de erosão com uma magnitude alta, e na secção B observar também o processo erosivo com magnitude inferior em relação a (SA). Na secção B, visto que não foi notória a erosão com maior magnitude, possivelmente seja pelo facto de alguma parte de sedimento que são erodidos na secção A, foram transportados pelas ondas, correntes e ventos e depositados na secção B. Os resultados (fig. 6) apontam que provavelmente a diferença da magnitude esta no facto da energia da onda (fig.14) e velocidade de vento (fig. 16 e 17) que se fazem sentir na (SA) e pela aproximação da boca de estuário de bons sinais. De referir que a velocidade da erosão costeira variou entre 3m/s, onde erodiu cerca de 105m de distância durante 5 anos, por sua vez foram determinado a media anual de erosão de 17m de distância. Importa esclarecer que a praia de Palane durante o monitoramento observou que em 2015 para 2016 constatou-se maior taxa de transporte de sedimento.





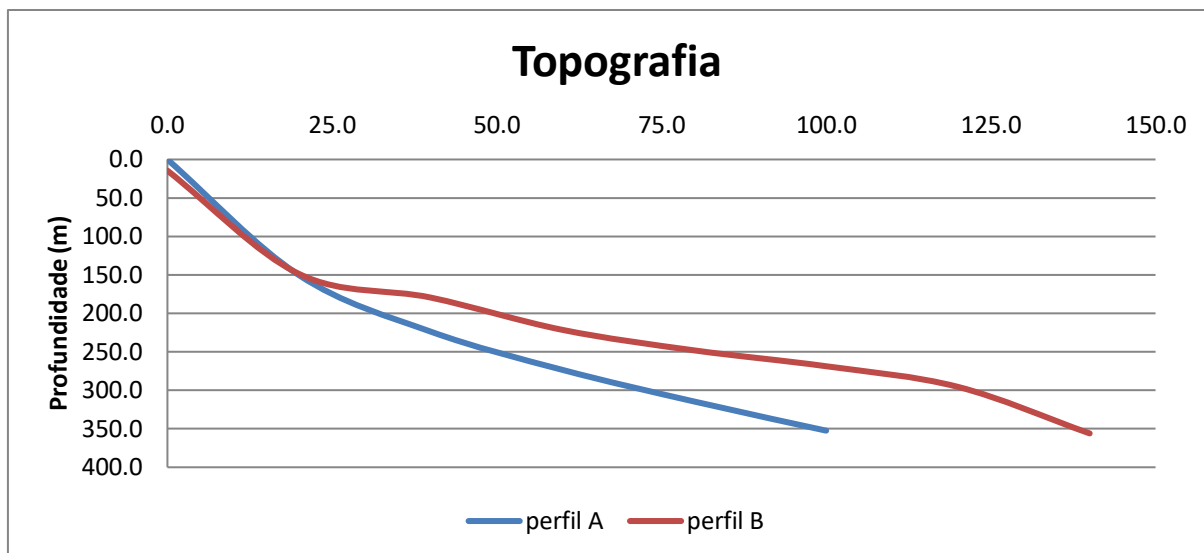
**Figura 6:** Ilustra a sobreposição da linha de costa de 2011 a 2016 da praia de Palane-Madal

#### **4.1.1. Identificar a principal causa da erosão**

#### **4.1.2. Levantamentos topográficos**

Na (fig. 7) estão apresentados de resultados de perfis topográficos coletados em 17 de Junho de 2017, o levantamento topográfico obtidos na praia de Palane, Nos primeiros 25m de distância em ambos os perfis apresentam mesma declividade acentuada até a profundidade de 180m. No perfil A (PA) demonstram uma declividade acentuada em função da distância. No perfil B (PB) demonstram uma declividade linear mais suave em relação a (PA). De acordo com McLachlan e Dorvlo (2005) afirmam que o perfil da praia não é meramente em função do sedimento, mas as marés também influenciam o perfil, semelhante à função das ondas, com praias tornando-se mais amplas com o aumento da amplitude das marés. Ainda De acordo com McLachlan e Dorvlo (2005), as marés causam mudanças cíclicas nas praias, podendo atuar passivamente ou ativamente no transporte de sedimento.

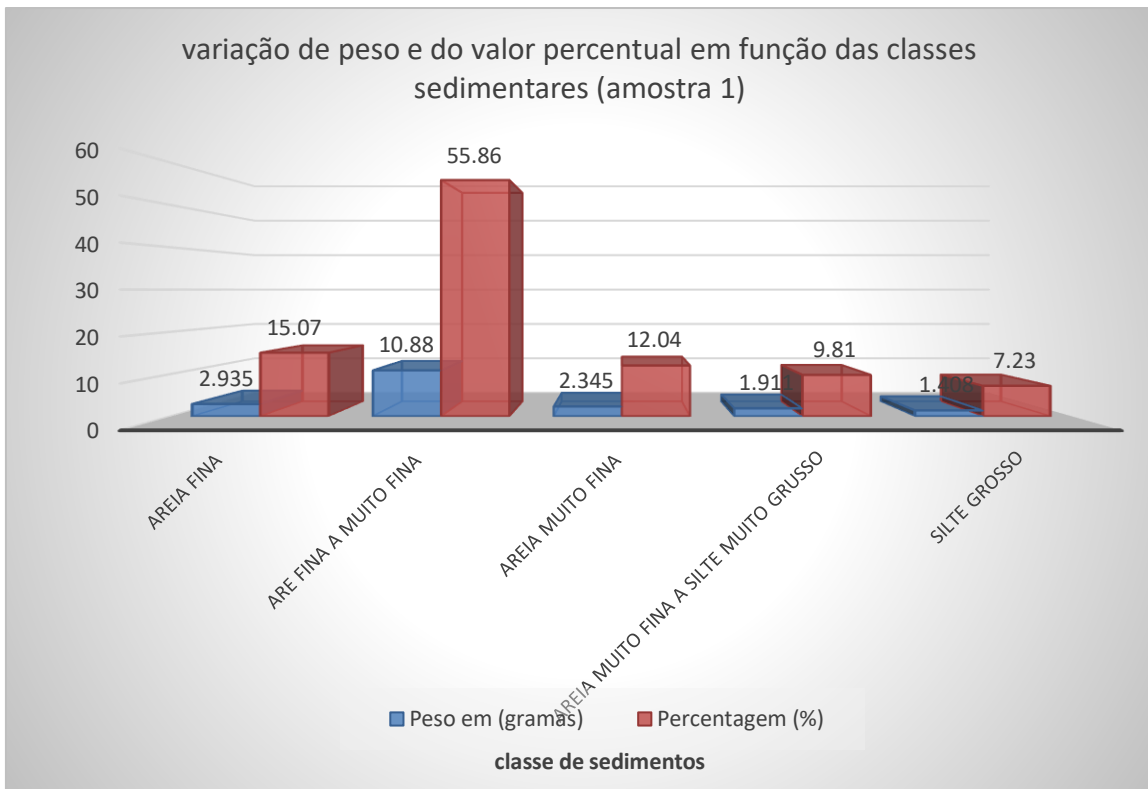
No entanto a falta de vários perfis na (fig.7) deve-se as condições hidrodinâmicas no local durante o levantamento topográfico. Em relação à taxa de transporte de sedimentos afirma-se que quanto maior for o declive da praia maior será a taxa de transporte de sedimentos e quanto menor for o declive menor será a taxa de transporte de sedimentos respectivamente (Brown, 1999). Os resultados afirmaram que os perfis da praia de Palane apresentam grau de exposição protegida, constituída por dunas frontais e com tendência dissipativa, governada maioritariamente de sedimentos finos em média 0,125 a 0,0625mm, De acordo com os parâmetros sugeridos por Short & Hesp (1982) e Wright & Short (1984).



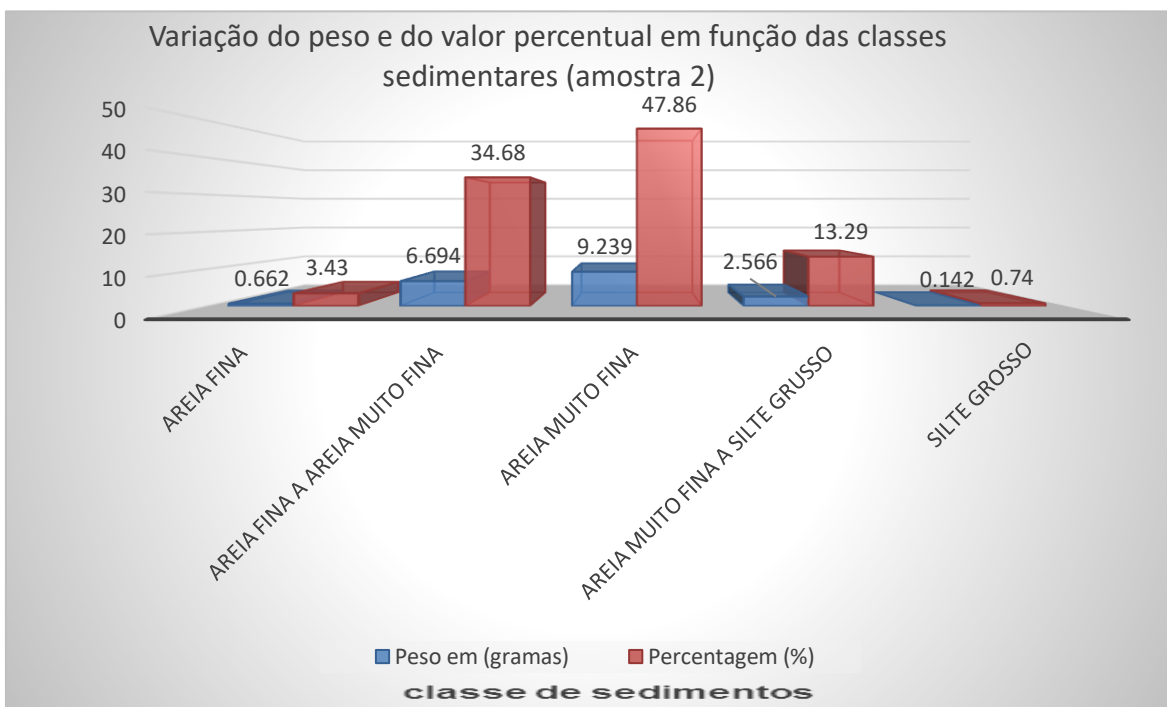
**Figura 7:** Perfis topográficos da praia de Palane-Madal na época de inverno

#### 4.1.3. Granulometria (textura) de sedimento

A (fig. 8) ilustra a distribuição de sedimentos de zona de pós-praia em função da classificação de textura, os resultados da amostra 1 (A1) apontam que a praia é constituída maioritariamente de areia fina e muito fina com a percentagem de 56% e menor parte de silte grosso com 7% em relação ao peso observou-se que areia fina e muito fina indicam maior na ordem de 10g e o silte grosso com 1g em media com diametro de 0,125 a 0,0625mm. De seguida no (fig. 9) da amostra 2 (A2) observa-se também em termos percentuais de 48% com maior parte constituída de areia fina e muito fina na qual o silte grosso também com a menor distribuição na ordem de 0.7%, por sua vez observa-se que areia fina e muito fina apresentam peso maior de 9g e o silte grosso com 0.14g.



**Figura 8:** variação de peso e do valor percentual em função das classes sedimentares (amostra 1)



**Figura 9:** variação de peso e do valor percentual em função das classes sedimentares (amostra 2)

Na (figura 10) da amostra 3 (A3) os resultados demonstram que a maior parte de sedimentos é constituído por areia muito fina com a percentagem de 44% e com a menor o silte grosso com a percentagem de 0.13%, por sua vez com o peso de 8g para areia muito fina e 0.025g para silte grosso na ordem de media de 0,125 a 0,0625mm. No entanto a (figura 11) Ilustra amostra 4 (A4), Os resultados encontrados mostram que a distribuição de sedimentos é maioritariamente por areia fina e muito fina 0,125 a 0,062mm com a percentagem de 47% e com a menor parte de silte grosso de 1.18%, em relação ao peso areia fina e muito fina com 9g e para silte grosso 0.23g.

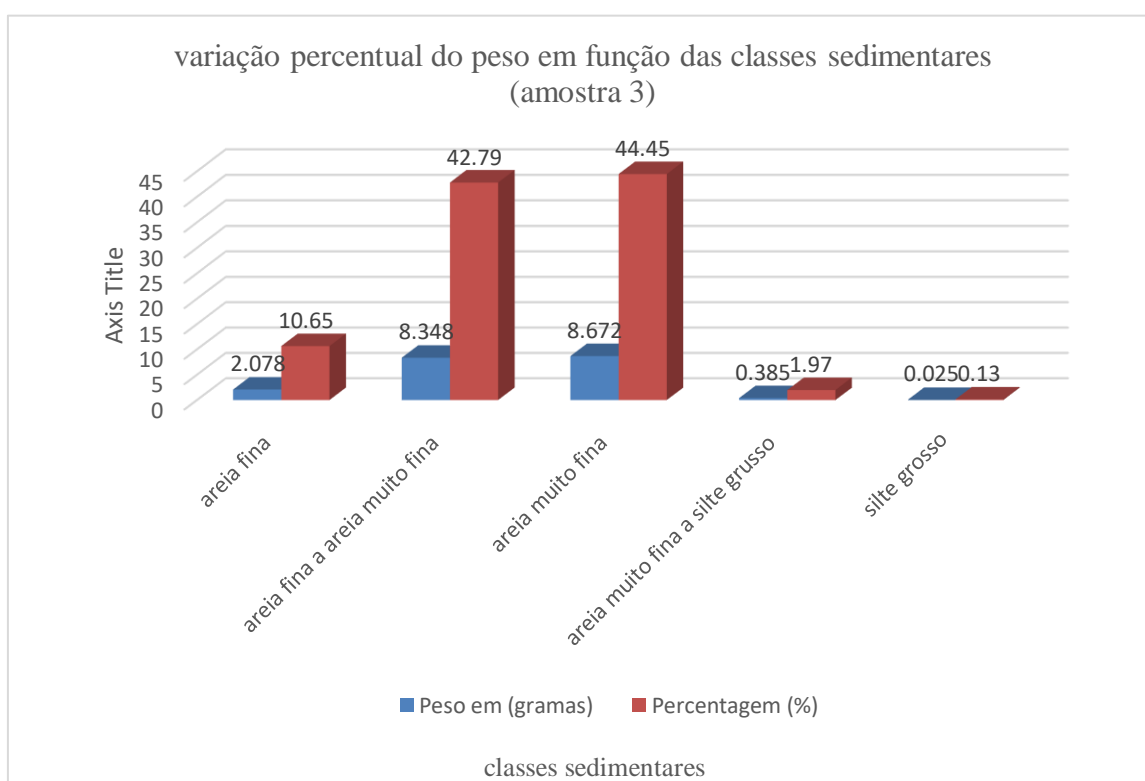
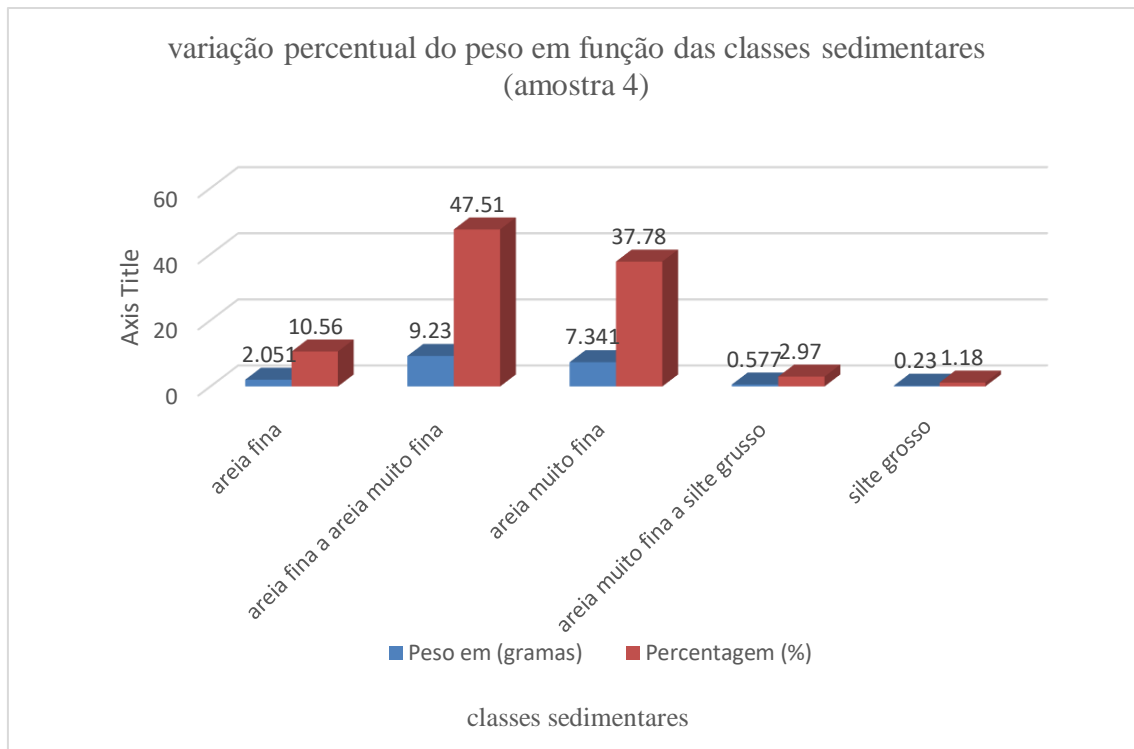


Figura 10: Variação de peso e do valor percentual em função das classes sedimentares (amostra 3)



**Figura 11:** variação de peso e do valor percentual em função das classes sedimentares (amostra 4)

Na figura 12 indicam o somatório das percentagens em função das amostras e a determinação das médias em cada classe sedimentar, os resultados demonstram as mesmas observações feitas na (figura 8 a 11) que a Praia de Palane é constituída de maior parte de sedimentos como areia fina e muito fina 0,125 a 0,0625mm com a percentagem total de 45% das 4 amostras e menor percentagem com silte grosso com cerca de 2%.

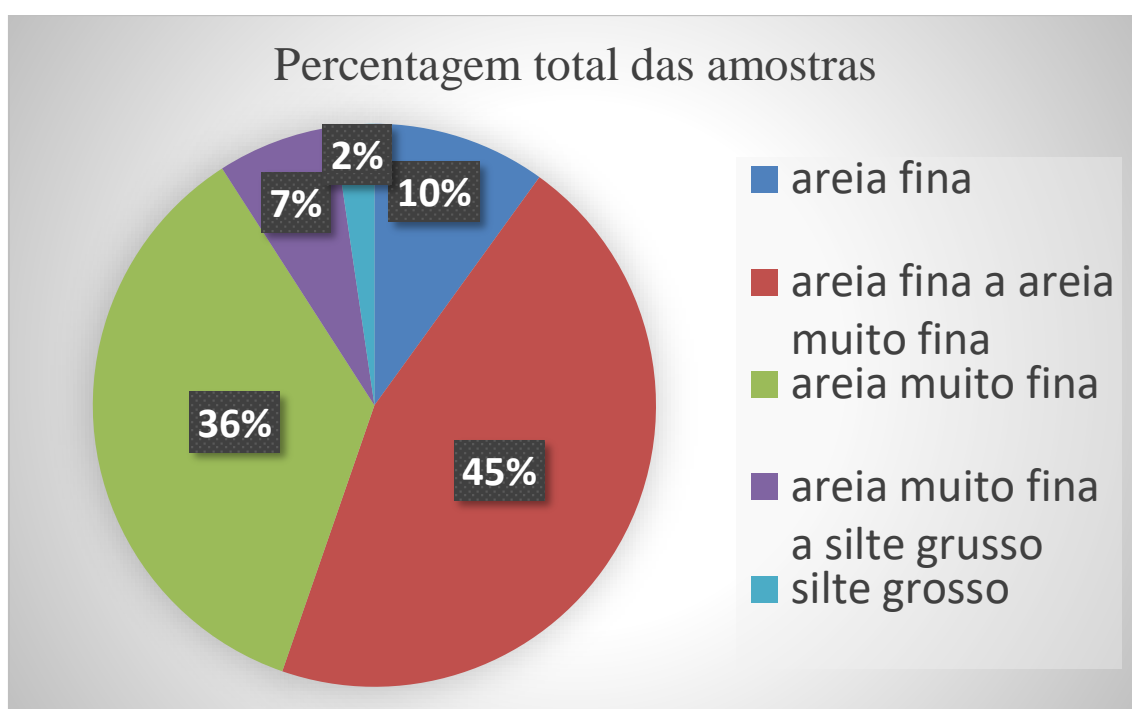
Entretanto, a literatura mostra que a relação direta entre a granulometria e a energia das ondas não é universal, como ilustra o estudo realizado por Nordstrom (1977) em praias com diferentes graus de exposição na costa leste dos Estados Unidos.

Estudos realizados por Bagnold (1940) e Bascom (1951) mostraram uma relação estreita entre o tamanho médio do grão e a declividade do perfil de praia. Na maioria dos casos essa estreita relação tem sido atribuída à interação dos sedimentos com a energia das ondas incidentes (KOMAR, 1976).

Os sedimentos constituídos por areia fina e muito fina, estes materiais apresentam grande facilidade de se mobilizarem em direção à praia e, principalmente, em direção ao mar aberto (CORNISH, 1898 apud KOMAR, 1976).

Os resultados apresentados das amostras de sedimentos indicam que a maior parte de sedimentos é governada pela areia fina e muito fina sobre tudo na região de pós-praia em todas amostras, De referir que os sedimentos com granulometria em media de 0,125 a 0,0625mm, este são susceptível a transporte eólico e a hidrodinâmica gerando a erosão costeira com diâmetro de 0,125 a 0,0625 foram transportados com energias de ventos e das ondas inferior a 4m/s. .

Os resultados similares de granulometria evidenciaram que os sedimentos monitorados na praia Ilha Compridos são compostos predominantemente por areia fina e muito fina, e muito bem seleccionados assim como observado por Souza (1997) e Nascimento Jr (2006) para toda da Ilha comprida.



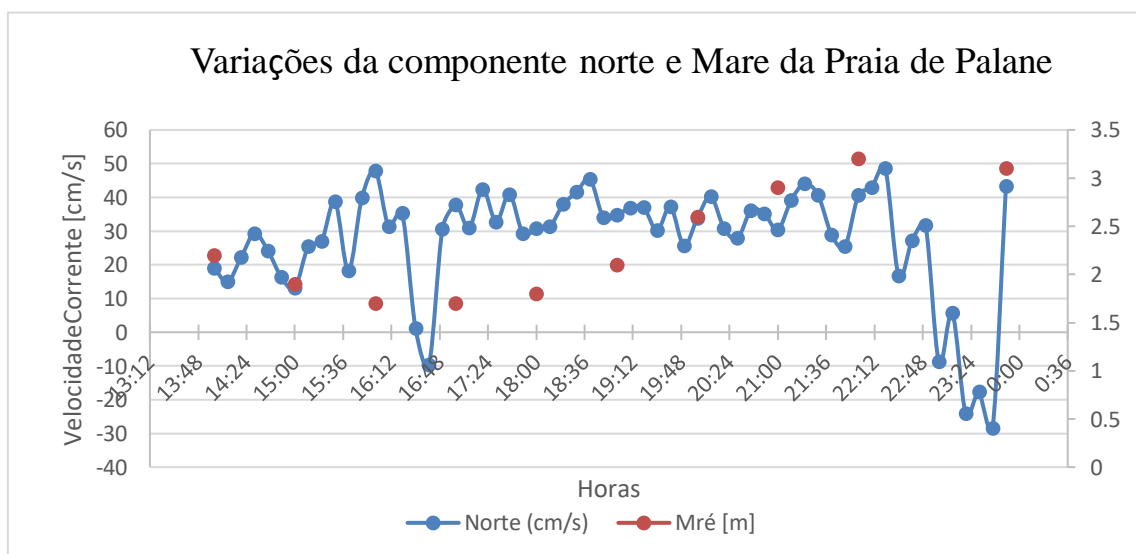
**Figura 12:** Variação percentual das frações sedimentares em função das amostras

#### 4.1.4. Relação entre a declividade e granulometria de sedimentos da praia de palane

Os resultados obtidos de perfis de praia a granulometria demonstram que na praia de Palane observa-se uma baixa declividade e constituídos de maior área de areia fina e muito fina quase em toda zona de pós-praia. De acordo Wright & Short (1984) e outros autores apontaram uma relação direta entre a presença de areia fina, baixa declividade da face de praia e maior grau de dissipação da praia e de areia grossa, declividade elevada e maior grau de refletividade do perfil de praia.

Para Komar (1998), essa abordagem é complexa, devido à interação entre as diversas variáveis envolvidas na definição da declividade da face de praia (granulometria, características da energia das ondas na arrebentação, período, interações com o nível freático e marés). Os resultados apontam que as relações de declive e a granulometria é diretamente proporcional na qual existem factores como o sugerido por Wright & Short (1984). Resultado similar de estudo efetuado na praia da Armação, situada na Ilha de Santa Catarina, litoral catarinense, Abreu (1995), identificou a mesma relação entre granulometria e declividade.

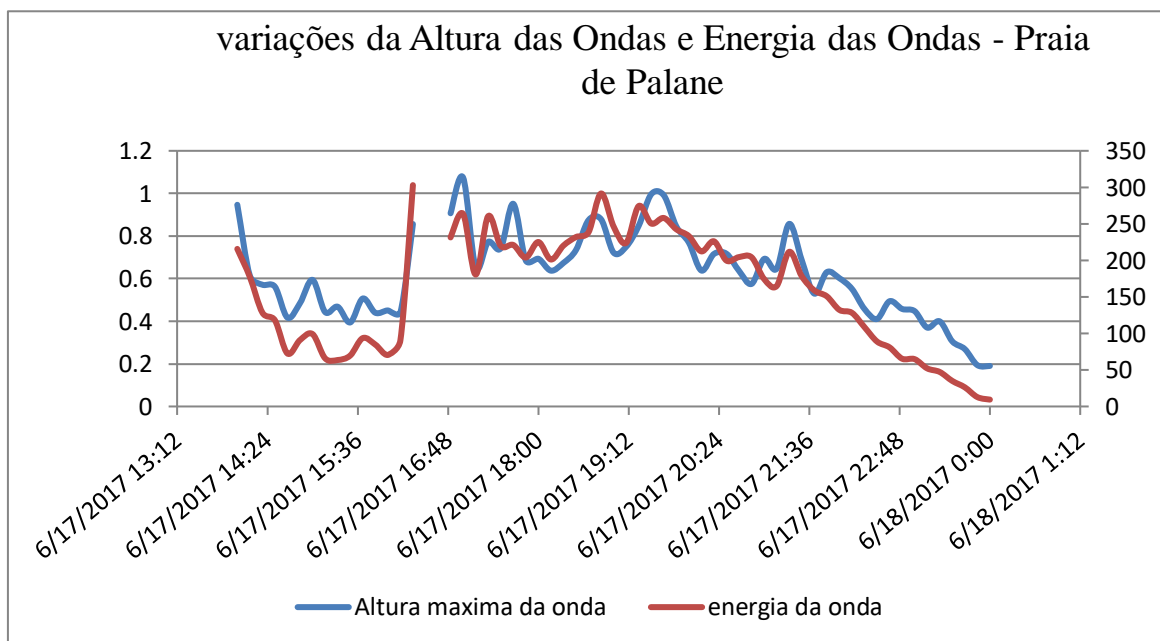
A (figura 13) ilustra a componente norte (SN) e a mare do dia 17 de Junho de 2017, no período da preamar, os resultados demonstram que as correntes (SN) indicam nos primeiros intervalos de tempo de 12h demonstraram uma oscilação suave e por seguinte as oscilações evidenciaram a subida ao logo da medição em média de 27m/s. Os resultados encontrados apontam que no período da vazante das primeiras 3a a 6a horas foram registadas a menor velocidade da corrente e no período da enchente observou-se uma oscilação que tendeu a subir com velocidade da corrente em média de 27m/s. A curva da mare medida na praia de Palane no período chuvoso mostram uma variação de 1,6m a 3,1m, com cerca de 2,5m de media de altura sendo medido no período da preamar, típica da lua cheia e da lua nova, quando o sol e a lua estão do mesmo lado em relação à Terra, ou diametralmente opostos. A intensidade das correntes de compensação é igualmente influenciada pela declividade da face de praia (ROELVINK & STIVE, 1989).



**Figura 13:** Variações da Velocidade da Corrente Norte e Mare em função de tempo - Praia de Palane 17 de Junho 2017

O (gráfico 14) Ilustra as variações da altura máxima da onda e a energia em função de tempo, no período da preamar em 17 de Junho de 2017. Os resultados encontrados apresenta que nas primeiras 6h da medição observaram-se umas oscilações lineares em ambos os parâmetros, as oscilações da energia da onda teve como máxima 302J/m e por seguinte observou-se a diminuição da energia em media de 159J/m. Os resultados da altura máxima ( $H_{max}$ ) indicam que as oscilações não variaram tanto em relação à energia da onda e observou-se a media da ( $H_{max}$ ) na ordem de 0.62h. Para Marcondes (2005), quando a altura das ondas é inferior a 1m nas praias apresentam baixa energia e maior variabilidade, tanto temporal, devido às variações energéticas. A dinâmica sedimentar de praias expostas a ondas está intimamente relacionada ondas dominantes (Hallermeier,1981).

Na apresentação de resultados encontrados demonstram que a praia de Palane possui grau de exposição as energia das ondas que foram relativamente alta, sendo sujeitas às variações morfodinâmica na incidência de ondas, de facto estão relacionadas à ( $H_{max}$ ) e a energia da onda a qual influenciam no transporte de sedimentos.



**Figura 14:** variações da Altura das Ondas e Energia das Ondas - Praia de Palane

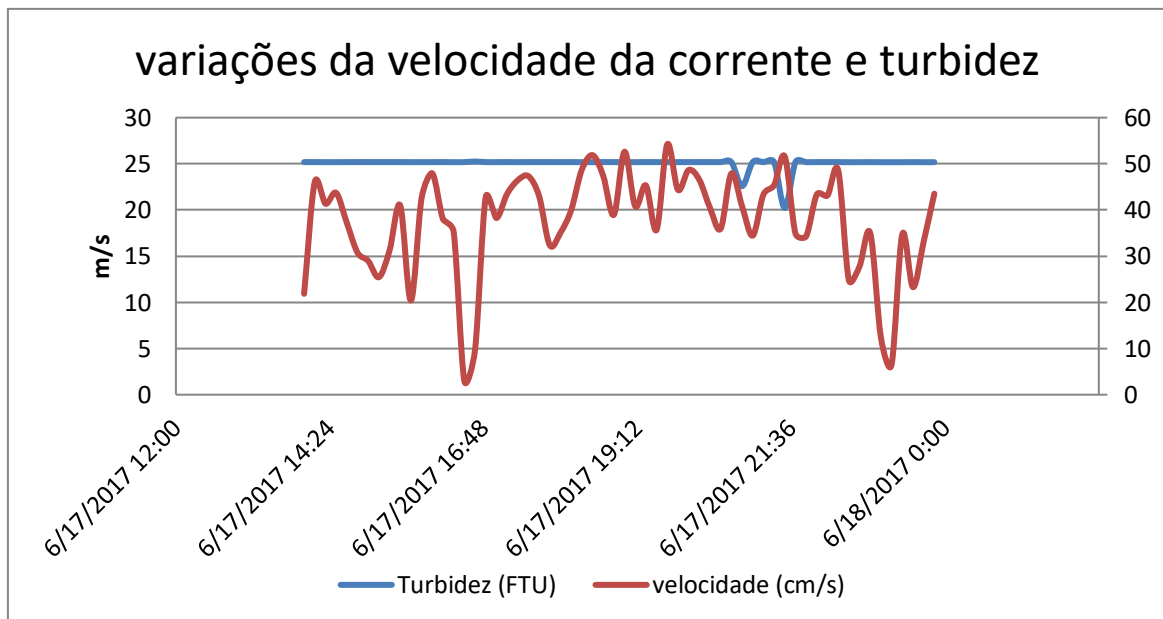
Os valores obtidos de correntes e turbidez da água são parâmetro de importância hidrodinâmica da Praia de Palane que refletem o processo de transporte de sedimento na zona de anti praia. A (fig. 15) demonstram as variações da velocidade da corrente e turbidez em função do tempo no período da preamar em 17 de junho de 2017, os



resultados apontam que nos primeiros intervalos de tempo observam-se uma máxima de 25 FTU da turbidez durante 12h com uma variação suave em função de tempo e a posterior observou-se uma diminuição da turbidez em função de tempo em média de 15FTU.

No entanto as velocidades da corrente nos primeiros intervalos de tempos mostraram uma oscilação suave durante as variações das 10h, de seguida observou-se um aumento da velocidade da corrente em média na ordem de 38m/s durante a medição e essas variações foram susceptíveis a transporte numa escala curta. Para Kuenen (1950) correntes de turbidez são capazes de transportar sedimentos por longas distâncias até o fundo do oceano, formando assim deltas, planícies e cânions submarinos.

Os resultados afirmam em relação à velocidade da corrente e a turbidez o (fig.15) provavelmente foram transportados os sedimentos na zona da ante praia inferior para a zona pós-praia respectivamente.



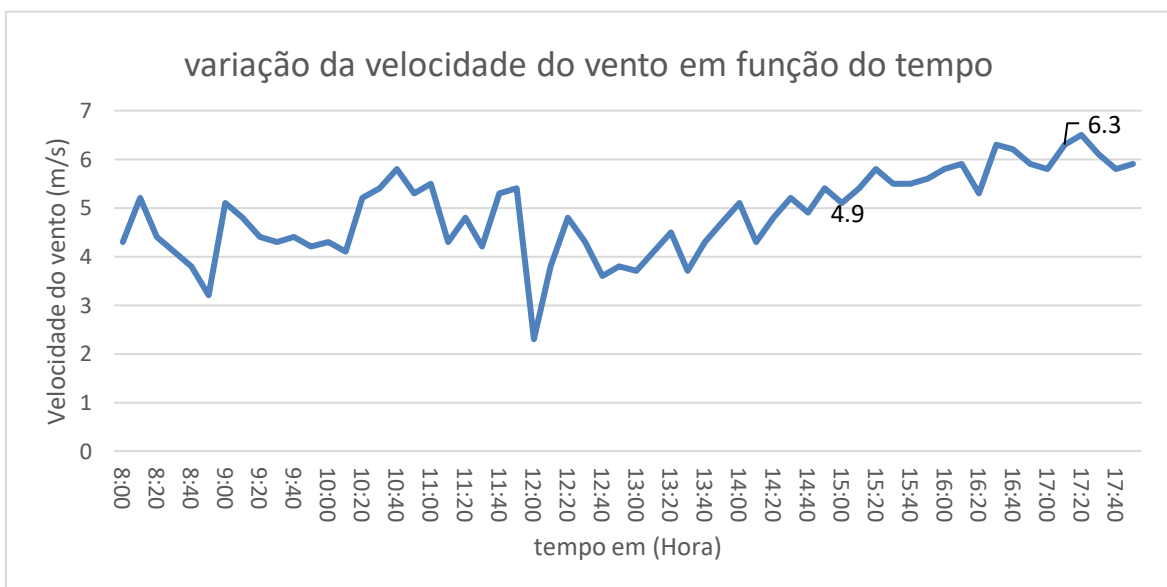
**Figura 15:** variações da velocidade da corrente e turbidez em função de tempo

#### 4.1.5. Velocidade de vento

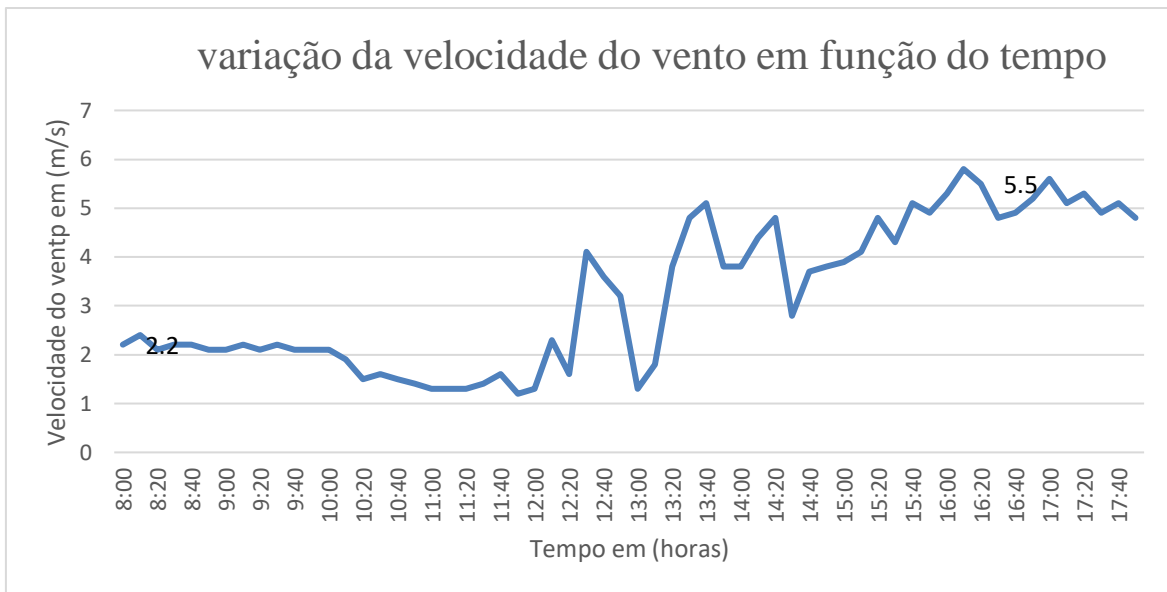
A (fig. 16) Ilustra a variação da velocidade de vento em função do tempo em 17 de Junho de 2017, que foram coletadas em periodo de preamar, onde se observou variações da velocidade durante as primeiras 5h em media de 4.9m/s na qual as direções variavam em SE e SW em ambas observações, por seguinte observou-se variações no aumento da velocidade com a máxima de 6.3m/s na qual os sedimentos estão susceptíveis a

transporte eólico na ordem de 2 a 4 $\phi$ . No (gráfico 17) ilustra as variações de velocidade que foram observadas em 24 de Junho de 2017 no período da mare vivas, onde se constatou nas primeiras 6h variação suave, posteriormente observou-se aumento da velocidade em media de 3.2m/s.

Os resultados indicam com o diâmetro médio de sedimentos na ordem 4 $\phi$  de facto foram transportados pelo ventos sobretudo que foram arrastados ao topo ou base das dunas frontais e de outro lado são arrastados do topos para zona de ante praia inferior e possivelmente transportados pelas correntes na anti praia. Em relação aumento da velocidade na 12h para diante na (fig.16 e 17) deve-se pelo facto de caracteriza-se por apresentar maior intensidade da radiação solar, a qual, através do aumento da temperatura, interfere na densidade do ar, tornando-o mais leve, portanto, facilitando o seu deslocamento (Barreto, 2002).



**Figura 16:** variação da velocidade do vento em função do tempo 17/06/2017

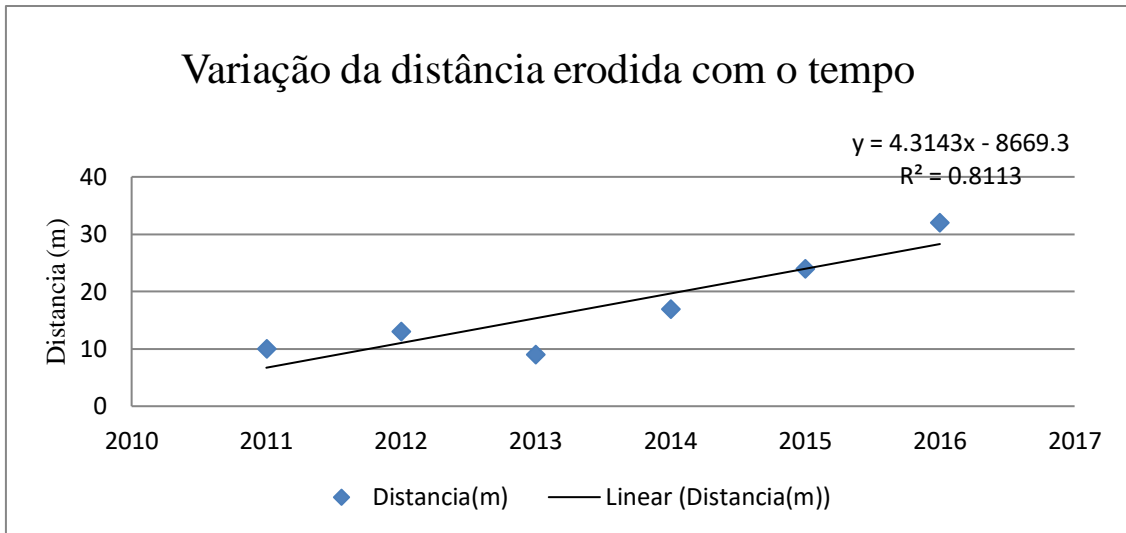


**Figura 17:** variação da velocidade do vento em função do tempo 24/06/2017

#### 4.1.6. Avaliar o impacto da erosão no futuro para a comunidade de Palane

Os dados obtidos da variação da erosão na (figura 18) observa-se que a erosão na praia de Palane tende a aumentar durante os últimos anos, onde constatou-se que em 2013 ocorreu o processo de deposição da areia erodida e a posterior crescente da erosão com uma magnitude elevada em 2015, entretanto durante a correlação da área erodida em média de 17m/ano numa escala anual.

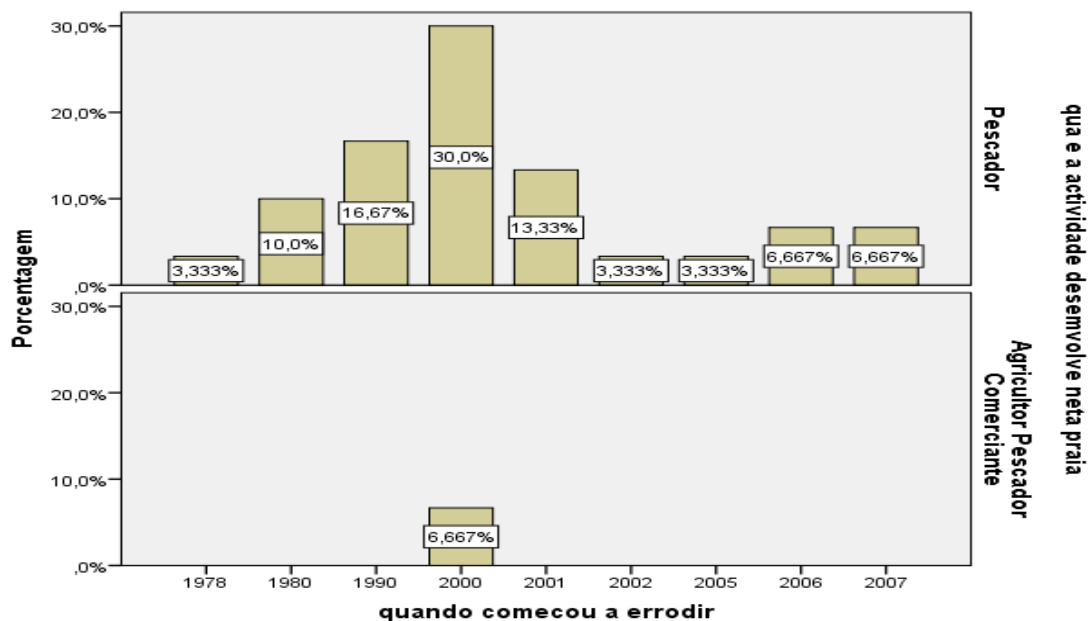
Das correlações (figura 18), obteve-se a equação que é ser usada como o modelo de previsão da distância erodida em função do tempo onde se observou que em 2066 a área habitada será erodida na qual cerca de 48 anos a posterior. No mesmo gráfico também é possível notar o grau de confiança ( $R^2=81\%$ ) nos dados da captação, de acordo os resultados da distância o tem uma tendência linear com tempo.



**Figura 18 :** Variação da distância erodida com o tempo

#### 4.1.7. Inquérito por questionário

A (fig. 19) indicam as actividades que são desenvolvidas e o ano que começou o processo de erosão costeira na praia de Palane, No entanto observou-se, que a pesca a actividade mais praticada na ordem de 93% em relação ao ano que começou a erodir observou que em 2000 foi, mas notório. Os resultados encontrados indicam que há uma percepção pelos residentes que a erosão começou em 2000, a qual se constatou a partir das imagens de google earth pro e as atividades que são desenvolvidas durante o período de inquérito foi a pesca.



**Figura 19:** Ilustra as atividades desenvolvidas na praia em função do ano que começou a erodir

## 5. Conclusão e Recomendações

- Tendo em conta os resultados obtidos é possível realizar as seguintes conclusões, que a praia palane esta a ocorrer transporte de sedimento gerado erosão costeira, pois a taxa anual de transporte em media de 17m de distancia dados esses observados na variação de 2011 a 2016.
- Conclui-se que a energia das ondas são o agente que contribui no processo de transporte de sedimento, pois a partir do valor da energia da onda com a máxima 302J/m a qual os sedimentos são transportados pelo fundo e em suspensão, por sua vez as alturas máximas da onda foram de 1m. No entanto as correntes (N) e as marés influenciaram no transporte de sedimentos.
- Os ventos transportam sedimentos que constituído de areia fina e muito fina das dunas frontais de (SE) em média de 3.2m/s a 4.9m/s com diâmetro que variaram na escala de 0,125 a 0,0625mm. As análises granulométricas de quatro amostras de areia retirada na zona de pós-praia mostram que os compõe a praia de palane são maioritariamente areia fina e muito fina.

A fim de dar continuidade ao trabalho, sugere-se:

- A Monitoria permanente da Evolução da praia de palane
- A realização de medições contínua de modo a obter dados de batimetria, a energia de ondas, correntes de mares, o vento e topografia.
- Que se faça obra de engenharia com vista a diminuir o transporte de sedimentos.

## 6. Referências Bibliográficas

ABREU C. J. J. 1995. *Estudo evolutivo e sedimentológico da planície costeira da praia da Armação – ilha de Santa Catarina, SC*. Dissertação de mestrado. Programa de Pós-graduação em Geografia, Universidade Federal de Santa Catarina. 138p.

ALBINO, J., *Processos de sedimentação atual e morfodinâmica das praias de Bicanga à Povoação – ES*. Tese apresentada como requisito para a obtenção do Grau de Doutor em Ciências. São Paulo, 1999.

Alveirinho, J. M. *Estudo de Avaliação da Situação Ambiental e Proposta de Medidas de Salvaguarda para a Faixa Costeira Portuguesa (Geologia Costeira)* Lisboa. (1993)

BAGNOLD, R. A. 1940. *Beach formation by waves: some model experiments in a wave tank*. Journal Inst. Civil Engineering, 15:27-52.

Barbosa, A. M. (2012). *A Relação e a Comunicação Interpessoais entre o Supervisor Pedagógico e o Aluno Estagiário*.

BARRETO, A. B., ARAGÃO, M. R. S.; BRAGA, C. C. *Estudo do ciclo diário do vento à superfície no Nordeste do Brasil*. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA, 12, 2002, Foz de Iguaçu. *Anais...* Foz do Iguaçu

BASCOM, W. N., *The relationship between sand-size and beach face slope*. *Transactions, American Geophysical Union*. USA, v. 32, p. 866-874, 1951.

BROWN, E. et al. *Waves, tides, and shallow water processes*. Editora: The Open University, 1999.

BRUUN, F. A., *Sea-Level Rise as a Cause of Shore Erosion*, American Society of Civil Engineers, v.88, p. 117-130, 1962.

Calliari, L.J. & Klein, A.H.F. 1993. *Características morfodinâmicas e sedimentológicas das praias oceânicas ente Rio Grande e Chui, RS*. pesquisas, 20(1). 48-56

CHERNICOFF, Stanley (1999) *geology*. 2<sup>nd</sup> edition, Houghton Mifflin Company

DAVIS, R. A., *Coastal Sedimentary Environments*. 2nd ed. USA: Halliday Lithograph, 1985.

- FAIRCHID, T.R; TOLEDO, M. TAIOLI, F. 2000. Petrologia- Rochas Sedimentares ed. Decifrando a (capitulo 9). Sao Paulo, texto.a.p.167-179.
- FRIEDMAN, G.M. & JOHNSON, K.G. 1982. *Exercises in sedimentology*. John Wiley & Sons. 208p.
- FOLK, R.L., 1974, Petrology of Sedimentary Rocks. Austin, Hemphills, 182p.
- HALLERMEIER, R.J. 1981. *A profile zonation for seasonal sand beaches from wave climate*. Coastal Engineering, 4: 253-277.
- Hoefel, F. G. *Morfodinamica de praia arenosa oceânicas: uma revisão bibliográfica*. Itajai-(sc): univali, 1998.93 p.
- HOGUANE, A. M., *perfil de diagnóstico da zona costeira de Moçambique*, Maputo 2007.
- HOGUANE, António Mubango, MICOA, *manual de gestão integrada da zona costeira*, Maputo Maio de 2007
- KENNETT, J. P., *Marine Geology*. USA: Prentice Hall Inc., 1982.
- LIKERT, R. 1932. *A technique for the measurement of attitudes*. Archives of psychology, 140, p. 1-55.
- KOMAR, P. D. 1976. *Beaches processes and sedimentation*. New Jersey, Prentice-Hall, 429p.
- KOMAR, P. D. 1978. *Relative quantities of suspension versus bed-load transport on beaches*. Journal of Sedimentary Petrology, 48:921-932.
- KOMAR, P. D., *Beach processes and erosion – An introduction*. In: CRC Handbook of Coastal Process and Erosion. USA: CRC Press, p. 1-18, 1983.
- KUENEN, P. H. (1952). “*Estimated size of the Grande Banks turbidity current*”. American Journal of Science, 250, pp. 874-884.
- LEEDER, M.R., 1982, *Sedimentology: Process and Product*. London, George Allen & Unwin, 344p.
- LIMA, L. P. 2006. In VALA, J. e M. B. MONTEIRO, (coords.), *Psicologia Social. Fundação Calouste Gulbenkian, Lisboa*.

- MATA L, H. (2014). *Mecânica dos solos: Fluxo Bidimensional*. brasil.
- MARCONDES, A. C. J. *Vulnerabilidade erosiva da praia do Nenel, Ilha Bela (Ilha do Bio), Vitória- ES*. 2005. 76f. Monografia (Graduação em Oceanografia). Centro de Ciências Humanas e Naturais, Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2005.
- MEDINA, R.; LOSADA, M. A.; LOSADA, I. J.; VIDAL, C., *Temporal and spatial relationship between grain size and beach profile*. Marine Geology. Spain, v. 118, p.195-206, 1994.
- McLACHLAN, A.; DORVLO, A. *Global Patterns in Sandy Beach Macrobenthic Communities*. *Journal of Coastal Research*, v.4, n. 21, p.674–687, 2005.
- MUEHE, D., *Critérios Morfodinâmicos para o Estabelecimento de Limites da Orla Costeira para fins de Gerenciamento.*, Rio de Janeiro, 2001.
- MUEHE, D., Geomorfologia Costeira. In: *Geomorfologia uma atualização de bases e conceitos*. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, p. 253-308, 1994.
- MUEHE, D., 1996, "Geomorfologia Costeira". **h. Geomorfologia - Exercícios, Técnicas e Aplicações**, Guerra, A J. T. e Cunha, S. B., v. 2, Berirand Brasil, pp. 191-238
- MULDER, T.; ALEXANDER, J. (2001). "The physical character of subaqueous sedimentary density flows and their deposits". *Sedimentology*, 48, pp. 269-299.
- Nascimento Jr.D.R.2006.*Morfologia e Sedimentologia ao longo do sistema praia-Duna frontal da Ilha Comprida.SP*. dissertação de mestrado.
- Nichols, G. (2009). *Sedimentology and Stratigraphy Wiley-Bleckwell*, 419 pp.
- NORDSTROM, K. F. 1977. *The use of grain size statistics to distinguish between high and moderate-energy beach environments*.*Journal of Sedimentary Petrology*, 47(3):1287-129.
- Ribeiro, R. S. (2014). *Caracterização morfodinâmica de praias do Estado de Santa Catarina com vistas à avaliação de perigo ao banhista*. Florianópolis.
- ROELVINK, J.A. & STIVE, M. J. F. 1989. Bar-generating cross-shore flow mechanisms on a beach. *Journal of Geophysical Research*, 94(C4):4785-4800.
- Prata, P. M. (2005). *Variação textural dos sedimentos da praia de camburi, vitória- ES*. Vitória.



SONU, C. J.; VAN BEEK, J. L., *Systematic beach changes on the outer banks, North Carolina*. Journal of Geology. USA, v. 79, p. 416-425, 1971.

Souza, C.R. de G. 1997. *As células de deriva litorânea e a erosão nas praias de estado de são Paulo*. Tese de Doutorado. Universidade de são Paulo. Instituto de Geociencias, 2v.

SUGUIO, K., 1973, *Introdução à Sedimentologia*. São Paulo, Editora Edgard Blucher, USP, 317p.

Short, A.D. & Hesp, P.A. 1982. *Waves Beach and dunes interaction in Southeast Australia*. Marine Geology, 48: 259-284

SHORT, A. D.; WRIGHT, L. D. *Physical variability of sandy beaches*. In: McLACHLAN, A.; ERASMUS, T. (ed.). *Sandy beaches as ecosystems: 1st International Symposium on Sandy Beaches, South Africa*, p.17-21, 1983.

SHORT, A. D. Beach hazards and safety. In: Short A.D. (ed). *Handbook of Beach Shoreface Morphodynamics*, pp.293-303, John Wiley & Sons: New York, U.S.A, 1999.

Stive, M.J.F.; Aarninkhof, S.G.J.; Hamm, L.; Hanson, H.; Larson, M.; Wijnberg, K.M.; Nicholls, R.J.; Capobianco, M. (2002) - *Variability of shore and shoreline evolution*. *Coastal Engineering*, 47(2):211-235. DOI: 10.1016/S0378-3839(02)00126-6

Tabajara, L.L.; Martins, L.R. (2006) - *Classificação textural de sedimentos praias e a relação com os processos morfogenéticos eólicos e marinhos*. *Gravel* (ISSN 1678-5975), 4:99-107, Poto Alegre, RS, Brasil. Disponível em [http://www.ufrgs.br/ceco/Gravel/4/cd/docs/gravel\\_4\\_08.pdf](http://www.ufrgs.br/ceco/Gravel/4/cd/docs/gravel_4_08.pdf)

Wright, L.D. & Short, A.D. 1984. *Morphodynamic variability of surf zone and beachers: synthesis*. Marine geology, 56: 93-1.

## 7. Anexo

### Inquérito para obtenção de informação relativa a erosão na praia de Palane-Madal

1. Número do Inquerido
2. Idade do inquerido:
3. A quanto tempo reside/frequenta nesta praia?
4. Qual é a actividade que desenvolve nesta praia?
5. O que aconteceu para começar a erodir nesta região?
6. Quando começou a erodir?
7. O que pode estar a provocar mais esta erosão nos últimos tempos?
8. O que já se perdeu na zona erodida?
9. Quais as implicações desta erosão na região?
10. Tem informação se o Governo/Município está a tentar procurar uma solução para resolver este problema?
11. O Município local já tentou combater/criar ideias para combater estas erosões?
12. Na sua opinião qual é melhor estratégia para diminuir este processo de erosão

Praia de Madal		
distancia	A	B
0,0	44,5	59,0
10,0	131,8	
20,0	195,0	193,3
30,0	240,1	
40,0	268,3	224,0
50,0	292,2	
60,0	318,0	266,0
70,0	338,3	
80,0	359,1	292,6
90,0	382,2	
100,0	396,9	313,2
110,0		
120,0		340,0
130,0		
140,0		400,5

Tempo/Horas	Velocidade de vento (m/s)	Tempo/Horas	Velocidade de vento (m/s)
		17/06/2017 08:00	4.3
24/06/2017 08:00	2.2	17/06/2017 08:10	5.2
24/06/2017 08:10	2.4	17/06/2017 08:20	4.4
24/06/2017 08:20	2.1	17/06/2017 08:30	4.1
24/06/2017 08:30	2.2	17/06/2017 08:40	3.8
24/06/2017 08:40	2.2	17/06/2017 08:50	3.2
24/06/2017 08:50	2.1	17/06/2017 09:00	5.1
24/06/2017 09:00	2.1	17/06/2017 09:10	4.8
24/06/2017 09:10	2.2	17/06/2017 09:20	4.4
24/06/2017 09:20	2.1	17/06/2017 09:30	4.3
24/06/2017 09:30	2.2	17/06/2017 09:40	4.4
24/06/2017 09:40	2.1	17/06/2017 09:50	4.2
24/06/2017 09:50	2.1	17/06/2017 10:00	4.3
24/06/2017 10:00	2.1	17/06/2017 10:10	4.1
24/06/2017 10:10	1.9	17/06/2017 10:20	5.2
24/06/2017 10:20	1.5	17/06/2017 10:30	5.4
24/06/2017 10:30	1.6	17/06/2017 10:40	5.8
24/06/2017 10:40	1.5	17/06/2017 10:50	5.3
24/06/2017 10:50	1.4	17/06/2017 11:00	5.5
24/06/2017 11:00	1.3	17/06/2017 11:10	4.3
24/06/2017 11:10	1.3	17/06/2017 11:20	4.8
24/06/2017 11:20	1.3	17/06/2017 11:30	4.2
24/06/2017 11:30	1.4	17/06/2017 11:40	5.3
24/06/2017 11:40	1.6	17/06/2017 11:50	5.4
24/06/2017 11:50	1.2	17/06/2017 12:00	2.3
24/06/2017 12:00	1.3		

24/06/2017 12:10	2.3	17/06/2017 12:10	3.8
24/06/2017 12:20	1.6	17/06/2017 12:20	4.8
24/06/2017 12:30	4.1	17/06/2017 12:30	4.3
24/06/2017 12:40	3.6	17/06/2017 12:40	3.6
24/06/2017 12:50	3.2	17/06/2017 12:50	3.8
24/06/2017 13:00	1.3	17/06/2017 13:00	3.7
24/06/2017 13:10	1.8	17/06/2017 13:10	4.1
24/06/2017 13:20	3.8	17/06/2017 13:20	4.5
24/06/2017 13:30	4.8	17/06/2017 13:30	3.7
24/06/2017 13:40	5.1	17/06/2017 13:40	4.3
24/06/2017 13:50	3.8	17/06/2017 13:50	4.7
24/06/2017 14:00	3.8	17/06/2017 14:00	5.1
24/06/2017 14:10	4.4	17/06/2017 14:10	4.3
24/06/2017 14:20	4.8	17/06/2017 14:20	4.8
24/06/2017 14:30	2.8	17/06/2017 14:30	5.2
24/06/2017 14:40	3.7	17/06/2017 14:40	4.9
24/06/2017 14:50	3.8	17/06/2017 14:50	5.4
24/06/2017 15:00	3.9	17/06/2017 15:00	5.1
24/06/2017 15:10	4.1	17/06/2017 15:10	5.4
24/06/2017 15:20	4.8	17/06/2017 15:20	5.8
24/06/2017 15:30	4.3	17/06/2017 15:30	5.5
24/06/2017 15:40	5.1	17/06/2017 15:40	5.5
24/06/2017 15:50	4.9	17/06/2017 15:50	5.6
24/06/2017 16:00	5.3	17/06/2017 16:00	5.8
24/06/2017 16:10	5.8	17/06/2017 16:10	5.9
24/06/2017 16:20	5.5	17/06/2017 16:20	5.3
24/06/2017 16:30	4.8	17/06/2017 16:30	6.3

24/06/2017 16:40	4.9	17/06/2017 16:40	6.2
		17/06/2017 16:50	5.9
24/06/2017 17:50	5.2	17/06/2017 17:00	5.8
24/06/2017 17:00	5.6	17/06/2017 17:10	6.3
24/06/2017 17:10	5.1	17/06/2017 17:20	6.5
24/06/2017 17:20	5.3	17/06/2017 17:30	6.1
24/06/2017 17:30	4.9	17/06/2017 17:40	5.8
24/06/2017 17:40	5.1	17/06/2017 17:50	5.9
24/06/2017 17:50	4.8		

Tabela - Classificação granulométrica de Udden-Wentworth, os valores expressos em mm e (LEEDER, 1982), e terminologia de Wentworth traduzida por SUGUIO (1973)

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

### Preparação das Amostra

As amostras brutas são quarteadas manualmente até a quantidade da ordem de 200g, quando então são levadas ao processo de lavagem. A lavagem é feita deixando-se a

amostra imersa em água doce por 24h. Esse material é passado na peneira 230 (0,062mm) que, segundo a escala de UDDEN-WENTWORTH, estabelece o limite sedimentos grossos e finos, e a água de lavagem é reservada para a caracterização de finos mediante ensaio de sedimentação ou pipetagem. O material retido na peneira 230 é levado à estufa, com temperaturas entre 105 e 110°C, para a secagem. Depois de seco o material é quarteado mecanicamente até a obtenção de amostras de aproximadamente 50g que serão pesadas em balança de precisão de 0,01g. O material assim preparado deve ser inspecionado visualmente e conchas (e seus fragmentos) devem ser removidas manualmente segundo recomendação feita por MUEHE (1996), e o material restante deve ser lavado em solução de ácido clorídrico para a completa remoção das partículas de carbonato.

A taxa de diluição do ácido na água não é especificada. Esse procedimento de retirada do carbonato deve ser feito dentro da capela devido à liberação de gases durante o processo. Se houver a formação excessiva de espuma durante a reação, é recomendado o resfiamento da amostra com jatos de água através de uma pisseta (MUEHE, 1996).

Após o tratamento com ácido clorídrico, as amostras devem ser novamente lavadas e secas. Depois da secagem procede-se a pesagem da amostra em balança de precisão de 0,01g para estimativa do teor de material carbonático obtido pela diferença entre o peso do material anterior ao tratamento com ácido clorídrico e aquele posterior a remoção de carbonato.

O jogo de peneiras utilizado varia desde 4,75mm (-2  $\phi$ ) até 0,062mm (4  $\phi$ ) com intervalo entre as peneiras de 0,5 $\phi$  conforme sugerido por FOLK (1974). O jogo de peneiras é montado em ordem crescente sobre um prato de fundo e colocado sobre uma bandeja vibratória por um tempo de peneiramento de 15 minutos.

Amostra 1	
tara	2,238g
Amostra+tara	22,238g
amostra	20g
Ataque com HCL 3%	
TARA	2,238g
TARA+AMOSTRA	22.007g
Resido	19,6769g
CO <sub>3</sub> <sup>-2</sup>	0,231
Ataque com H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	
TARA	2,238g
TARA+AMOSTRA	21,856
RESIDO	19,7618
MATERIA ORGANICA	0,151

Amostra 2	
tara	2,302g
Amostra+tara	22,302g
amostra	20g
Ataque com HCL 3%	
TARA	2,302g
TARA+AMOSTRA	22.014g
Resido	19,712g
CO <sub>3</sub> <sup>-2</sup>	0,288
Ataque com H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	
TARA	2,302g
TARA+AMOSTRA	21,914
RESIDO	19,614
MATERIA ORGANICA	0,098

Amostra 3	
tara	2,350
Amostra+tara	22,350
amostra	20g
Ataque com HCL 3%	
TARA	2,350g
TARA+AMOSTRA	22.027g
Resido	19,677g
CO <sub>3</sub> <sup>-2</sup>	0,323
Ataque com H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	
TARA	2,350g
TARA+AMOSTRA	21,970g
RESIDO	19,531g
MATERIA ORGANICA	0,057g

Amostra 4	
tara	3,725
Amostra+tara	22,725g
amostra	20g
Ataque com HCL 3%	
TARA	3,725g
TARA+AMOSTRA	23.360g
Resido	19,635g
CO <sub>3</sub> <sup>-2</sup>	0,365g
Ataque com H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	
TARA	3,725g
TARA+AMOSTRA	23,256g
RESIDO	19,531g
MATERIA ORGANICA	0,104g

## Granulometria

Peneira	Amostra 1
0.180	2,935g
0.125	10,880g
0.0.75	2,345g
0.063	1,911g
0.043	1,408g
total	19,479g
pipeta	
0,05	0.0815g
0,035	0,200g
0,016	0,116g
0,008	0,0281g
0,002	0.281g
total	2,102

Peneira	Amostra 2
0.180	0,662
0.125	6,694g
0.0.75	9,239g
0.063	2,566g
0.043	0,142g
total	19,303g

Peneira	Amostra 3
0.180	2,078
0.125	8,348
0.0.75	8,672
0.063	0,385
0.043	0.025
total	19,508

Peneira	Amostra 4
0.180	2,051
0.125	9,230
0.0.75	7,341
0.063	0,577
0.043	0,230
total	19,429