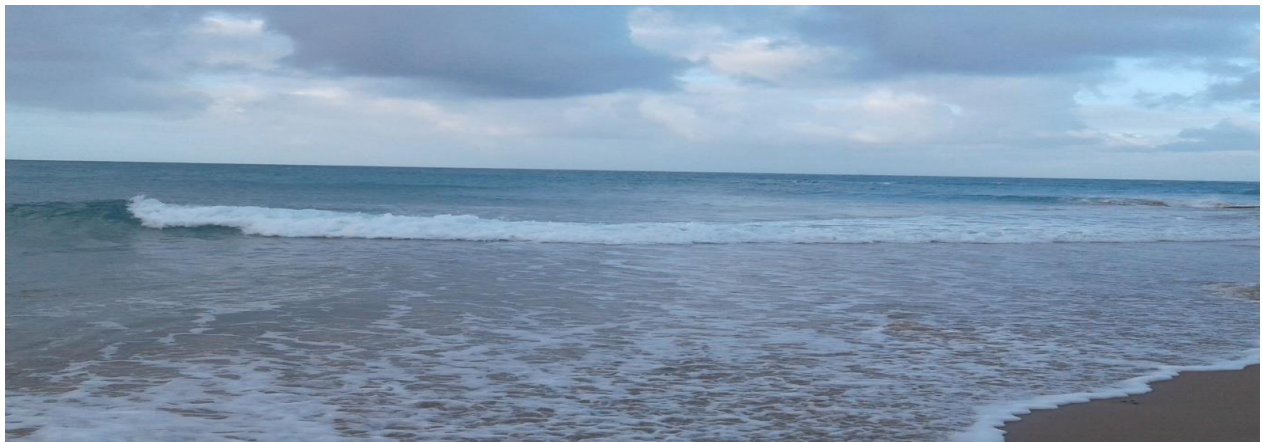




Escola superior de ciências marinhas e costeira

Monografia para a obtenção de grau de licenciatura em oceanografia

**Estudo do comportamento das ondas de grande amplitude
da praia de Tofo na cidade de Inhambane**



Autor:

Adelino Araújo Mechiço

Quelimane, Julho de 2018



Escola superior de ciências marinhas e costeira

Monografia para a obtenção de grau de licenciatura em Oceanografia.

**Estudo do comportamento das ondas de grande amplitude
da praia de Tofo na cidade de Inhambane**

Autor:

Adelino Araújo Mechiço

Supervisor:

MSc: Fernando Victor Saide

Quelimane, Julho de 2018

Agradecimento

Chegado ao fim de uma longa caminhada que significa uma vitória acadêmica enorme conquistada, quero agradecer em primeiro lugar a Deus o criador do céu e da terra por me proporcionar a vida e saúde a cada dia.

O meu muito obrigado em especial ao meu supervisor Victor Fernando Saide que comigo trabalhou, pelo apoio dado durante a caminhada acadêmica e na realização deste trabalho e também aos docentes da ESCMC.

Ao meu pai Araújo Mechiço, a minha mãe Ana Feniosse, aos meus irmãos e a toda família Mechiço que não os citei e que me ajudaram directamente e indirectamente na minha caminhada.

A todos estudantes que comigo ingressaram a UEM – ESCMC, principalmente os de curso de Oceanografia.

O meu muito obrigado!

Dedicatória

Aos meus pais, Araújo Mechiço e Ana Feniosse (que Deus os abençoe)

Por me terem colocado no mundo e

por me proporcionarem o amor incondicional.

Declaração de honra

Adelino Araújo Mechiço, filho de Araújo Mechiço e da Ana Feniosse, nascido ao 02 de Janeiro de 1996, natural de Madila-Morrumbene, província de Inhambane, portador de BI no 081100826761A, emitido pelo Arquivo de Identificação Civil da Cidade de Quelimane, em 19/01/2016, declaro sob o meu compromisso de hora que o conteúdo que convêm é inteiramente da responsabilidade do autor e está a ser submetida para a obtenção do grau de licenciatura em Oceanografia na Universidade Eduardo Mondlane – ESCMC.

Adelino Araújo Mechiço

Resumo

O presente trabalho fala sobre o comportamento da onda de grande amplitude na praia de Tofo da cidade de Inhambane, tem como objectivos de estudar o comportamento das ondas de grande amplitude, a fim de analisar a distribuição das alturas das ondas, identificar os impactos das ondas e propor as medidas de redução das ondas de grande amplitude, para alcançar estes objectivos fez se levantamento das alturas das ondas, inquérito e o zoneamento da área segura.

Através da existência dessas ondas de grande amplitude, foi realizado o presente trabalho para contribuir na produção e desenvolvimento do conhecimento científico no país nesta matéria, e fundamentos para a tomada de precaução dos processos costeiros na praia Tofo no período em que há muita aderência dos turistas.

Resultados encontrados indicam que, a altura máxima registada em todas oscilações foi de 0.18 m e altura mínima foi de 0.06 m. Na auscultação obteve-se o afogamento como sendo um dos maiores impactos naquele local, provocado pelas ondas, outros indicaram a embriagues e com menor percentagem também a falta de experiencia na natação. Como sendo a melhor estratégia para a redução das onda de grande amplitude sendo a construção de obras de engenharia costeira quebra-mar no sentido paralelo a costa um pouco antes no local dos banhistas onde ira ajudar no processo da difracção das ondas.

Palavras-chave: ondas, afogamento, praia Tofo.

Abstrat

The present work talks about the behavior of the large amplitude wave at Tofo beach in the city of Inhambane. Its objectives are to study the behavior of large amplitude waves in order to analyze the distribution of wave heights, and to propose the measures of reduction of the waves of great amplitude, to reach these objectives was done survey of the heights of the waves, investigation and the zoning of the safe area.

Through the existence of these large waves, the present work was carried out to contribute to the production and development of the scientific knowledge in the country in this matter, and foundations for the precaution of the coastal processes in Tofo beach in the period when there is a lot of adherence of the tourists.

Results found indicate that the maximum height recorded in all oscillations was 0.18 m and minimum height was 0.06 m. During the auscultation the drowning was obtained as one of the greatest impacts in that place, caused by the waves, others indicated the drunkenness and with a lower percentage also the lack of experience in swimming. As being the best strategy for the reduction of large wave amplitude being the construction of coastal engineering works breakwater parallel to the coast a little earlier in the place of the bathers where it will help in the process of diffraction of the waves.

Keywords: waves, drowning, beach Tofo.

Lista de abreviatura

Siglas	Designação
M	Metro
P.A	Ponto A
GPS	Global PositionSystem
HS	Altura significativa
P.B	Ponto B
H	Horas

Lista de figura

Figura 1:Tipos de ondas superficiais mostrando as relações entre comprimento de onda, frequência da onda, a natureza das forçantes e a quantidade relativa de energia em cada tipo de onda	14
Figura 2: Limites praias propostos por Davis (1985), e modificação realizada por Albino.	15
Figura 3: Esquematização de ampliação de amplitudes na zona de refração	18
Figura 4: Regiões com convergência e divergência de ondas (1976).....	19
Figura 5: Representação esquemática da refração em cabos e baías	20
Figura 6: Terminologia acerca da hidrodinâmica e morfologia praia (1998)	22
Figura 7: Mapa da área de estudo. Fonte: Google Earth Pro.....	24
Figura 8: Gráfico da altura da onda em função do tempo, praia de tofo (pontoA)...	27
Figura 9: Gráfico da altura da onda em função do tempo, praia de tofo (ponto B).....	28
Figura 10: Resultados dos inquéritos aos impactos das ondas na praia de tofo	29
Figura 11:Resultados dos inquéritos à melhor estratégia para a diminuição da incidência das ondas de grande amplitude na praia de tofo	20
Figura 12:proposta de zoneamento na praia de tofo inhambane.....	31

Índice

Agradecimento.....	iii
Dedicatória.....	iv
Declaração de honra.....	v
Resumo.....	vi
Abstrat.....	vii
Lista de abreviatura.....	viii
Lista de figura.....	ix
Índice.....	x
1. Introdução.....	12
2. Objectivos.....	13
2.1. Geral:.....	13
2.2. Específicos:.....	13
3. Revisão da literatura.....	14
3. 1. 2. Clima de ondas.....	15
3. 1.3. Altura significativa da onda.....	16
3.1.4. Marés e Correntes.....	16
3.1.4.1. Correntes litorâneas.....	17
3.1.4.2. Correntes longitudinais.....	17
3.1.4.3. Correntes de retorno.....	18
3. Agentes oceanográficos costeiros.....	18
3.1. Refracção.....	18
3.2. A lei da variação da amplitude.....	18

3.3.Difracção	21
3.4.Reflexão	22
3.5.Rebentação	22
4.Terminologia de Praias.....	22
4.1.Zonas hidrodinâmicas	22
4.2.Zonas costeiras	24
5. Metodologia.....	25
5.1. Localização geográfica da área de estudo	25
5.2. Material	26
5.3. Métodos.....	27
5.3.1. Analisar a distribuição das alturas das ondas na praia de Tofo.	27
5.3.2. Identificar os impactos das alturas ondas de grande amplitude na praia de Tofo.....	27
5.3.3. Propôr medida de redução da influência das ondas de grande amplitude na praia de tofo.	27
6. Resultados e Discussão.....	28
6.1. Distribuição das alturas das ondas na praia de Tofo.....	28
6.2. Identificar os impactos das ondas de grande amplitude na praia de Tofo.	33
6.3. Propôr medidas de redução da influência das ondas de grande amplitude na praia de tofo.	35
7. Conclusão e Recomendações.....	37
7.1. Conclusão	37
7.2. Recomendações	38
8. Referencias bibliográficas	39
9. Anexo.....	41

1. Introdução

Onda é a transmissão de energia na superfície da água, o movimento dentro da onda é orbital e não há transporte nesse momento, o transporte ocorre quando a batimetria do terreno diminui, a onda perde estabilidade e quebra na zona de surfe. Estas funcionam como os maiores agentes erosivos das costas, associadas às oscilações das marés, modelam a costa ininterruptamente ao passo que são ferramentas dos factores condicionantes á erosão marinha (thornby,op.cit.).(Sousa, 2007). O comportamento das ondas é um parâmetro determinante no planeamento e construção de obras costeiras como portos, obras de protecção da linha de costa, dentre outras estruturas costeiras (USACE, 1992).(Sousa, 2007).

A diminuição da profundidade local, característica de ambientes costeiros, gera um atrito entre as ondas e o fundo, este atrito provoca a alteração da direcção de propagação da onda, fenómeno conhecido como refacção. Outros processos que alteram a direcção das ondas: difracção (fenómeno em que a energia da onda é transferida lateralmente ao longo de uma crista de onda quando encontra uma barreira como um quebra-mar, ou promontório), reflexão (ocorre quando a onda atinge praias com gradientes elevados, ou quando atinge o moro de protecção, (HOEFEL, 1998),(BEAL, 2013).

A avaliação da altura, período e direcção de incidência das ondas sobre a linha de costa é fundamental para a caracterização geomorfológica da praia. (Sonu e Van Beek 1971) estabeleceram que os perfis de verão e de inverno seriam denominados, respectivamente, perfis de tempo bom e de tempestade (*storm*) devido à ausência de ritmicidade climática nas regiões de baixa latitude. Período de tempestade é um período característico de grande energia e pela passagem de frente fria.

A Praia do Tofo apresenta características rurais, natural e dominada por ondas com uma amplitude media de maré inferior a 3 metros (Hoguane, 2007), protegida por maciços recifes de coral existentes a alguns metros *onshore*. Segundo Francisco (2008) este espaço caracteriza-se por ser uma praia oceânica maioritariamente arenosa e com dunas, apresentando algumas rochas, vegetação pioneira (rasteira), vegetação antropogenica e arbórea e apresenta um comportamento sazonal, isto é, sofre mais erosão no Inverno do que no Verão.

O estudo da onda de grande amplitude na praia de Inhambane é possível se fazer num tempo assim como espaço longo para se perceber melhor o lugar adequado consoante o seu período para a prática das actividades, tem sido feito combinações fotográficas através das imagens baixadas do Google Earth pró, e sinalização dos locais inseguros ao longo da praia.

O estudo feito no local servirá como base para os estudos vindouro, sendo um local de grande interesse para o município, e os turistas na prática de actividades desportivas assim para o momento de lazer. É de se esperar que este estudo possa ajudar positivamente sendo uma ferramenta aos demais trabalhos da literatura sobre o tema e no desenvolvimento do conhecimento científico no país. O estudo poderá também contribuir para adopção de medidas para a redução da incidência das ondas de grande amplitude neste local.

2. Objectivos

2.1. Geral:

- Estudar o comportamento das Ondas de grande Amplitude na praia de Tofo em Inhambane.

2.2. Específicos:

- Analisar a distribuição das alturas das ondas na praia de Tofo;
- Identificar os impactos das ondas de grande amplitude na praia de Tofo;
- Propôr medida de redução de influência das ondas de grande amplitude na praia de Tofo.

3. Revisão da literatura

3.1. Processos costeiros

3.1.1. Ondas

Ondas são perturbações causadas pelo movimento de energia na superfície de um corpo de água, provocada principalmente pela acção do vento. A actuação dessa variável atmosférica sobre a superfície do mar determina as características da onda (altura, período, comprimento, etc.), considerando os aspectos como a magnitude, duração e a distância de actuação dos ventos. A interacção das ondas com a morfologia do fundo tende a modificar e transformar as ondas incidentes em águas rasas. O conhecimento do processo físico da geração, propagação e deformação das ondas é essencial e deve preceder qualquer tentativa de entender a complexa acção das ondas que resulta no transporte de sedimentos que ocorre na zona de arrebentação de uma determinada praia (ARAÚJO, 2001).

A refacção ocorre quando as ondas são deformadas pela configuração da batimetria podendo causar convergências ou divergência de energias e alcançam a linha da costa paralelamente, ou seja, o trem de ondas se ajusta à batimetria da costa, por exemplo, ondas longas de pequena amplitude que viajam com mesma velocidade na água, em uma determinada profundidade, mas de acordo com as mudanças da profundidade do local, sua direcção de viagem pode mudar (Pond e Pickard, 1983) e as isóbaras se ajustam à linha de costa a medida que diminui a profundidade resultando em ortogonais (Sousa, 2007).

A forma da arrebentação da onda resulta da interacção de factores como a altura e comprimento da onda e a declividade da praia. Galvin (1968 apud Hoefel op. Cit.) classificou a quebra de ondas em:

Arrebentação progressiva ou deslizamento (*spilling breaker*) é característica de praias com baixa declividade a onda desliza sobre o perfil praiial e tem a energia dissipada através de uma larga faixa.

Arrebentação mergulhante (*plunging breaker*) é observada em praias com declividade que varia de moderada a alta. As ondas formam um tubo e quebram na costa, tem sua energia dissipada sobre uma pequena parte do perfil de praia.

Arrebentação ascendente (*suringbreaker*) ocorre em praias com declividade bastante alta, onde a onda praticamente não quebra, ela ascende sobre a face de praia, interagindo com o refluxo das ondas anteriores.

Arrebentação frontal (*collapsingbreaker*) é a quebra intermediária entre a arrebentação mergulhante e ascendente, desta forma torna-se difícil de serem identificadas, sua ocorrência se dá em praias com declividade abruptas.

Classificação das ondas.

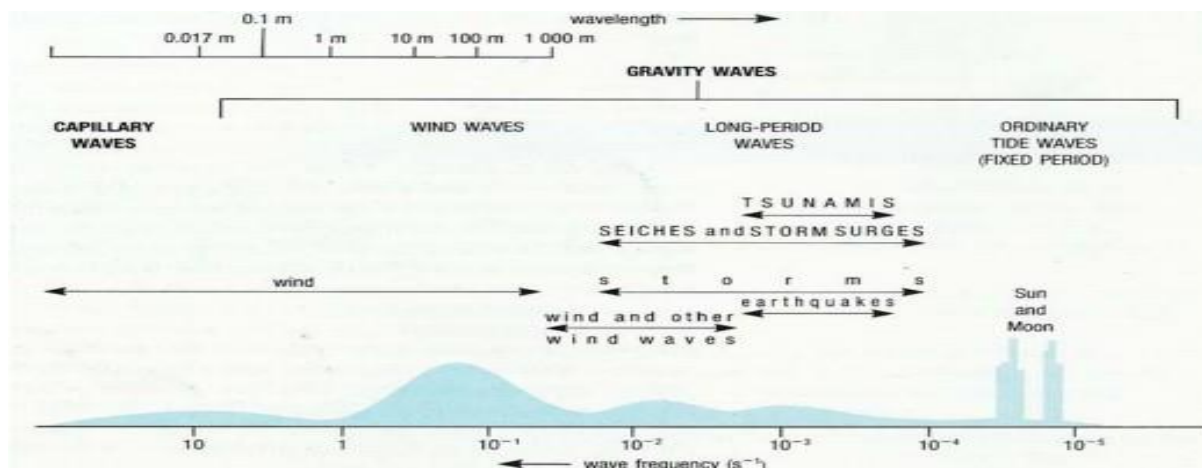


Figura 1: Tipos de ondas superficiais mostrando as relações entre comprimento de onda, frequência da onda, a natureza das forçantes e a quantidade relativa de energia em cada tipo de onda.

3. 1. 2. Clima de ondas

(Araújo et al., 2003) analisaram o estado de mar a partir de dados colectados por uma bóia localizada a 35km da lha de Florianopolis e a 80m de profundidade. O inverno é a estação mais energética na região, provavelmente devido à ocorrência de ventos mais intensos associados a um alto número de frentes frias. Apesar disso, a media da altura significativa entre os estações não apresenta muitas variações. As condições ambientais que favorecem seus desenvolvimentos incluem clima de onda de energia moderada, mas temporalmente viável, e sedimento de granulometria média à grossa (HOEFEL, 1998). A principal variável indutora dos processos costeiros de curto e de médio prazo é o clima de ondas, responsável pelo transporte nos sentidos

longitudinal e transversal à linha de costa, o clima de ondas é determinado pela acção dos ventos originados no Atlântico Sul (MUEHE, 1998).

3. 1.3. Altura significativa da onda

É comum representar as alturas de um registo de ondas usando o conceito de altura significativa ($H_{1/3}$), que consiste em fazer a média do terço das maiores alturas ondas. Ondas altas, muito esbeltas e de curto período, caracterizadas de condições de alta energia (ou seja, tempestades ou passagem de sistemas frontais), propiciam a migração de grandes volumes de sedimentos em direcção ao mar, depositando-os na zonas de surfe sob forma de bancos longitudinais. Com o decaimento dos níveis energéticos, a incidência de ondas mais baixa e menos esbeltas transportaria novamente os sedimentos em direcção a praia, fazendo os bancos migrarem até soldarem-se a mesma (condições de tempo bom), (Stewart 2005). (Hoefel, 1998).

3.1.4. Marés e Correntes

A maré pode ser definida como a subida e descida periódica dos níveis marinhos e de outros corpos de água ligados aos oceanos (marés e lagunas), causadas principalmente pela atracção do Sol e da Lua. A acção das marés tem um papel relevante na morfodinâmica e hidrodinâmica costeira, ampliando a área de ataque das ondas e gerando correntes em estuários, canais lagunares e em águas rasas próximas à costa (MORAIS *et al.* 2006). (GUERRA, 2014).

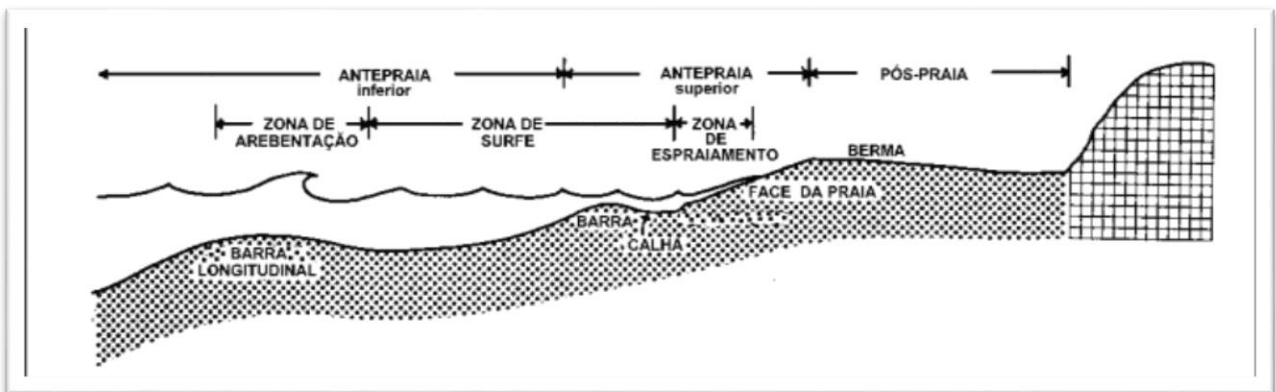


Figura2-Limites praias propostos por Davis (1985), e modificação realizada por Albino.

Fonte: Albino, 1999

Essas áreas são fortemente submetidas à constante influência das ondas e marés, onde a intensidade de acção destas determina as feições ali existentes. As faixas de praia formam depósitos de sedimentos alongados em grande parte das linhas de costa do planeta e são limitadas pelas linhas de preia-mar e baixa-mar, exibindo assim larguras variadas (thornbury, 1954)(Sousa, 2007).

De acordo com a ECOPLAM (2001) existe uma forte relação entre o nível das marés e a altura das ondas significantes, sendo as ondas mais elevadas nos períodos de maré enchente. Um estudo feito onde foi observado que as ondas de ENE e EN apresentaram períodos maiores, da ordem de 11,0 s, características de ondas do tipo *Swell*, e as ondas de leste e ESE, períodos próximos de 5,0 s, caracterizando estas ondas como do tipo *Sea* (W.F, 2006).

Quando as ondas atingem a costa geram diversos tipos de correntes, as quais, juntamente com a acção das ondas, irão trabalhar ininterruptamente, erodindo, transportando e depositando os sedimentos que ali se encontram. As correntes são geradas a partir de dissipação de parte da energia da onda incidente na zona de surf, e seus padrões de circulação são definidos em função do ângulo de incidência das ondas relativamente à linha de praia. As correntes podem ocorrer de forma longitudinal ao longo da costa ou transversal à costa (DA SILVA, 2010).

3.1.4.1. Correntes litorâneas

As correntes litorâneas definem o sentido do transporte dos sedimentos ao longo da linha de costa e, conseqüentemente, actuam na construção de litorais dependentes dessa deriva. Essas correntes resultam da influência da própria quebra de ondas (zona de surfe), tanto no sentido longitudinal como no sentido transversal (correntes de ressaca e de retorno) (PASKOFF, 1985).(GUERRA, 2014).

3.1.4.2. Correntes longitudinais

As correntes longitudinais são formadas pelas ondas que quebram obliquamente sobre a praia e são geralmente confinadas a zona de surfe, sendo as principais correntes no movimento de sedimentos. O ângulo de incidência das ondas na praia propicia a movimentação de água e material em suspensão numa trajectória em *zig-zag* (*swashe backwash*), resultando em um transporte paralelo à costa, (Allen, 1972). A direcção, velocidade e volume desse transporte

longitudinal dependem, entre outros factores, do declive da praia, ângulo de quebra da onda, isto é, o ângulo entre a crista da onda e a linha de praia e da altura e período da onda, sendo o ângulo e a altura da onda os parâmetros predominantes (MORAIS, 1996; MUEHE, 1995), (GUERRA, 2014).

3.1.4.3. Correntes de retorno

As correntes de retorno correspondem ao movimento de retorno das águas acumuladas na costa pelos sucessivos trens de ondas, ocorrendo em áreas de convergência de fluxo horizontal da zona de surfe alimentados pelas correntes da deriva litorânea (SHORT, 1985). Essas correntes ocorrem em tipos intermediários de praia, dominada principalmente por circulação na zona de surfe e topografia rítmica. Apesar de representarem um risco para os banhistas inexperientes, as correntes de retorno podem ter grande influência no processo de transporte de sedimentos para o largo em determinados segmentos litorâneos (Wright e Short, 1983) (GUERRA, 2014).

3. Agentes oceanográficos costeiros

Ondas superficiais de gravidade ocorrem constantemente nos oceanos, sendo geradas pela acção dos ventos sobre o mar, podendo propagar-se livremente em todas as direcções. Existem quatro factores principais necessários para ocorrer o processo de geração das ondas: velocidade do vento, duração (tempo), pista de vento (*fetch*) e manutenção da direcção do vento.

3.1. Refracção

Este processo consiste na mudança da direcção e intensidade da velocidade da onda e do comprimento de onda. As ondas ao se propagarem por águas pouco profundas sofrem refracção, mudando de direcção, de velocidade e de comprimento de onda, comprimento entre as cristas na direcção perpendicular a costa, e velocidade. Quando a onda entra na zona de refracção, inicialmente a sua amplitude diminui, depois amplitudes aumentam.

3.2. A lei da variação da amplitude

Aplica-se o princípio de conservação do fluxo de energia:

$E U_g \cos(\theta) = Const = E_0 U_{g0} \cos(\theta_0)$, Substituindo as expressões da velocidade de grupo (U_g) e da energia (E), temos:

$$\frac{1}{2} \rho g a^2 \cdot \frac{\partial \sigma}{\partial k} \cos(\theta) = \text{Const} = E \frac{1}{2} \rho g a_0^2 \cdot \frac{\partial \sigma}{\partial k_0} \cos(\theta_0) \Rightarrow$$

$$\Rightarrow a^2 \cdot \frac{\partial \sigma}{\partial k} \cos(\theta) = a_0^2 \cdot \frac{\partial \sigma}{\partial k_0} \cos(\theta_0) \Rightarrow$$

$$\Rightarrow a = a_0 \left[\frac{\partial k}{\partial k_0} \cdot \frac{\cos(\theta_0)}{\cos(\theta)} \right]^{\frac{1}{2}}$$

Relação entre as amplitudes de onda no alto mar e na costa. A amplitude na costa é determinada a partir da amplitude no alto mar.

$\left[\frac{\partial k}{\partial k_0} \cdot \frac{\cos(\theta_0)}{\cos(\theta)} \right]^{\frac{1}{2}}$ É o factor de ampliação da amplitude quando a onda se propaga de águas mais profundas para águas pouco profundas, significa que:

Em geral tem-se que $\theta_0 > \theta$ daí que $\cos(\theta_0) < \cos(\theta)$ o que significa que maior ampliação nas amplitudes é verificada nas ondas que se aproximam perpendicularmente à costa, isto é, $\theta_0 = \theta = 0$. Aquelas que se aproximam obliquamente à costa observam menor ampliação nas amplitudes. Em particular, aquelas que se deslocam paralelamente à costa não sofrem nenhuma ampliação nas amplitudes.

O que significa que quando a onda entra na zona de refração, inicialmente a sua amplitude diminui, depois as amplitudes aumentam.

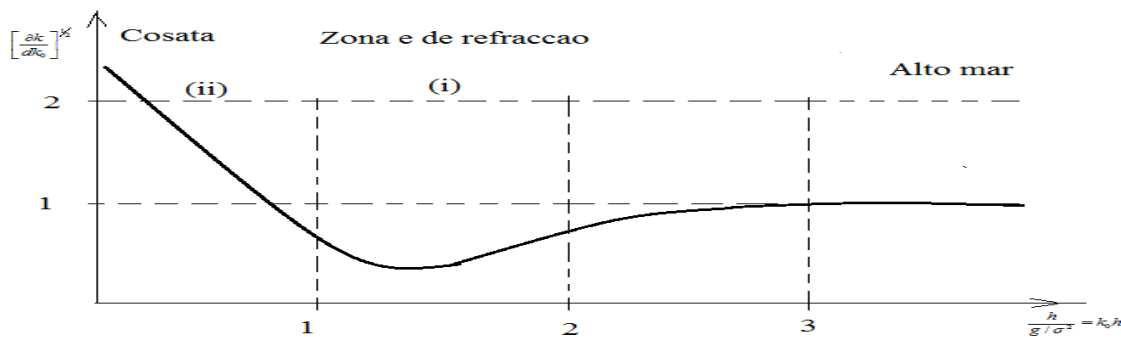


Figura 3-Representação esquemática de ampliação de amplitudes na zona de refração.

Ao incidir obliquamente sobre uma batimetria irregular o trem de ondas encontra variações na profundidade, segmentos de ondas que propagam em áreas mais rasas apresentam velocidades

menores comparados aos que propagam em áreas mais profundas, tal facto resulta na mudança da direcção de propagação de onda. Neste processo os raios de onda tendem a convergir ao passarem por áreas rasas como bancos e recifes e a divergir ao passarem por regiões mais profundas (Komar, 1976). A refração é um processo de grande relevância na distribuição de energia ao longo da costa, pois além de alterar a direcção de propagação, causa também mudanças na altura da onda devido ao efeito de convergência ou divergência de energia (Alfredini e Arasaki, 2009).

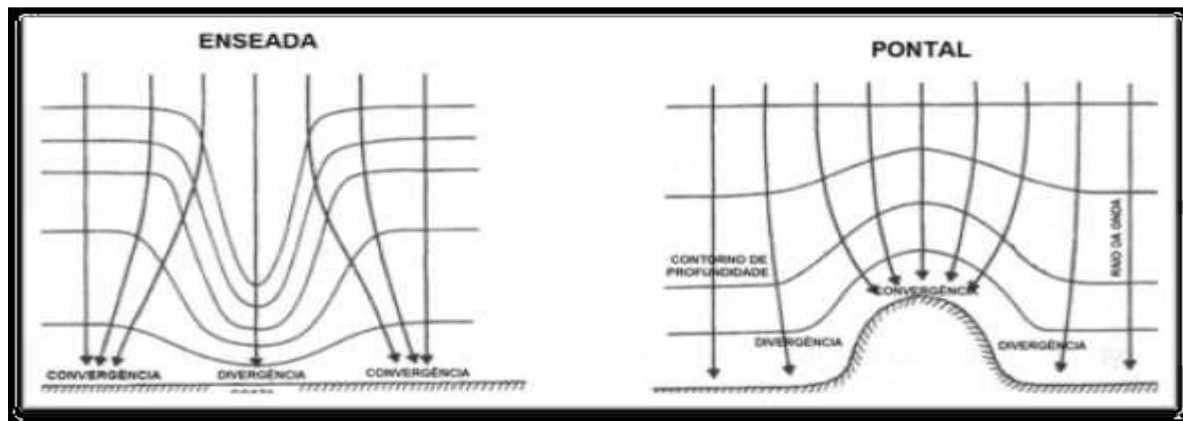


Figura4-Regiões com convergência e divergência de ondas. Fonte: Adaptado de KOMAR (1976).

Devido a refração, em que a direcção de propagação da onda muda e tende a incidir perpendicularmente na costa e a amplitude da onda aumenta na aproximação a costa teremos que:

- ✓ Os cabos tende a ser locais de acumulação de energia, logo locais de nível de água elevado;
- ✓ As baías são locais de dispersão de energia, logo locais de nível de água baixo;
- ✓ Desenvolve se correntes costeiras, sendo que as principais correntes se orientam de locais de maior energia (cabos) para locais de menor energia (baías) e designam se por correntes de deriva litorânea.
- ✓ A acumulação de água nas baías origina outro tipo de correntes, da costa para o mar, designadas por correntes de retorno. Estas correntes são repentinas, momentâneas e fortes, e são as principais causas de afogamentos nas praias.

- ✓ A volta de ilha forma se duas zonas de concentração de energia, uma na face adjacente e outra na face oposta a direcção de propagação de ondas, e as faces laterais são locais de menor energia. E, dos locais de concentração de energia geram-se correntes de deriva litorânea para locais de menor energia.

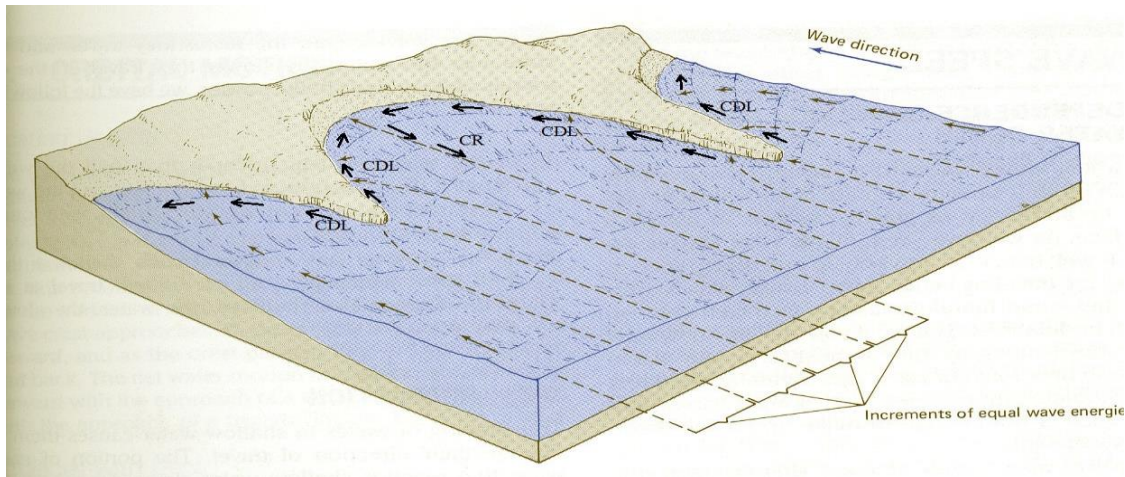


Figura5- Representação esquemática da refração em cabos e baías, CDL- correntes de deriva litorânea e CR- correntes de retorno.

3.3.Difracção

Este fenómeno acontece normalmente quando as ondas encontram um obstáculo (quebra-mar, ilhas, etc.). A energia é transmitida lateralmente ao longo da crista até à denominada área de sombra.

As ondas oceânicas chegam de uma entrada de uma marina, esta entrada ira actuar como uma fonte de onda para a mesma área da marina. Quando a abertura de entrada é larga comparando com o comprimento de onda, grande quantidade de energia da onda entrara na marina na mesma direcção da propagação da onda, mas, perto dos lados da abertura da entrada, alguma energia da onda será difractada na área de sombra, atrás das paredes da marina (Pond e Pickard 1989).

E quando a abertura da entrada, em uma parede ou recife no mar, é estreita a energia da onda ira se espalhar na área da marina como ondas difractadas na forma de arcos circulares centrados na abertura da marina(piccoli, 2005).

3.4. Reflexão

Este fenómeno depende das características físicas e da geometria do obstáculo. Quando a onda atinge uma superfície impermeável, choca com ela e segue uma nova direcção, diz-se que a onda foi reflectida.

3.5. Rebentação

À medida que a onda se propaga para zonas menos profundas, a fricção do fundo começa a tornar mais lento o movimento orbital do fundo da onda, mantendo a parte de cima a sua velocidade inicial. As ondas começam a inclinar-se para a frente e quando esta inclinação atinge um valor máximo, a onda rebenta.

4. Terminologia de Praias

Uma praia define-se como sendo a acumulação de sedimentos não consolidados (cascalho, areia, argila, Silte) que se estende da linha de maré baixa até a mudanças fisiográfica da superfície da terra adentro, tais como, o penhasco (*cliffs*) ou campos de dunas onde se estabelecem vegetações. Um estudo realizado na Espanha, Bretonet al. (1996), verificou que em muitas praias metropolitanas, uma grande soma de capital e desperdiçada na tomada de acções na zona costeira sem conhecimento prévio do local, em geral, essas acções têm carácter empírico embaçado em tentativas ou erro (Sousa, 2007).

4.1. Zonas hidrodinâmicas

O sistema costeiro é subdividido de acordo com a influencia das ondas em:

Zona de arrebenção (shodling zone) é a área onde as ondas se tornam instáveis e quebram, gerando as zonas de surfe e espraimento;

Zona de surfe (surf zona) é a parte onde incidem as ondas resultantes da quebra na zona de arrebenção;

Zona de espraimento (swash zone) é a área onde ocorre a subida e descida da água na praia.

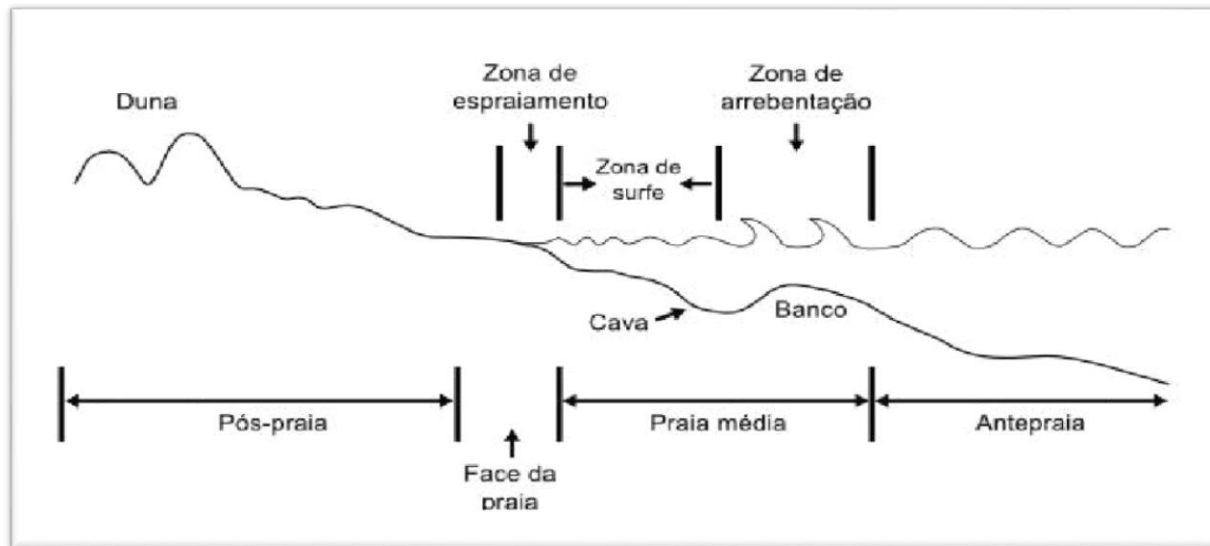


Figura 6- Terminologia acerca da hidrodinâmica e morfologia praia. **Fonte:** HOEFEL (1998)

As praias arenosas 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. Mudanças na forma do perfil praiial estão estritamente condicionadas pela interação onda-sedimento. Os incrementos na energia das ondas provocam alterações a distribuição dos sedimentos ao longo do perfil praiial, fazendo com que o mesmo modele sua forma e atinja seu equilíbrio, ajustando-se aquela condição hidrodinâmica (PASOLINI, 2005) (OKAMOTO, 2009). Os ambientes praiiais se caracterizam por sua acentuada dinâmica de resposta em relação a eventos e processos costeiros actantes. Tais processos são entre outros, o clima de ondas (altura, período, e ângulo de incidência) e suas variações sazonais; o grau de exposição da praia em relação à entrada de ondas de maior energia; as correntes litorâneas e células de balanço e equilíbrio sedimentar (Oliveira, 2009).

A batimetria do fundo define a intensidade da transformação das ondas que vem de águas profundas e seu comportamento em regiões costeiras. Os processos morfodinâmicos que actam na linha de costa são representados por acções naturais físicas, químicas e biológicas, que exercem grande influência na modelagem costeira, seja através da acção destrutiva (erosão) em determinados locais ou da acção construtiva em outros (deposição). Os processos físicos responsáveis pela modificação da linha de costa são basicamente gerados pela acção das ondas e correntes costeiras ou pela acção das marés (BAPTISTA NETO et al., 2004).

4.2.Zonas costeiras

A zona costeira define-se como sendo a porção de terra influenciada do mar até ao limite das águas de um certo território. (KAY e ALDER 1999, 2005), (GOBO 2011) descrevem que a zona costeira é a região de limite entre a terra seca e oceânica adjacente, onde os processos oceânicos afectam os processos terrestres e vice-versa. Segundo (REGGEIRO *et al.*2005), a dinâmica das zonas costeiras é conduzida pela interacção das forças ambientais e sua morfologia numa escala espacial e temporal. As respostas temporais variam de dezenas de segundos (ciclo de ondas) à variações directa ou indirectamente em termos biofísicos pelo mar (ondas, marés, ventos, salinidade e outros) e estende-se para o lado inter-anuais e, as espaciais vão de poucos centímetros (*ripples*) na porção sub-aérea da praia a centenas de quilómetros para a porção sub-aquosa.

5. Metodologia

5.1. Localização geográfica da área de estudo

A praia do Tofo localiza-se na costa sudoeste de Moçambique entre os paralelos 23°51'38,45''S - 23°47'97''S e meridianos 35°33'02.98''E-35°33'19,74''E. Sendo limitado ao Este pelo oceano Indico, ao Oeste pelo Município de Inhambane, ao Sul pelo Distrito de Jangamo e ao Norte pela Ponta da Barra.

A praia de Tofo é uma praia semi-encaixada, uma vez que se encontra abrigada por um promontório apresentando uma forma assimétrica, sendo constituída por uma zona de sombra próxima do promontório, protegida da acção directa das ondas e fortemente curvada, e a outra extremidade relativamente rectilínea (Zacarias, 2013). O clima de Inhamabne é tropical húmido, na faixa costeira, e tropical seco, no interior, caracterizado por duas épocas do ano, a seca e das chuvas. A estação chuvosa e quente vai de Novembro a Abril e a seca e fresca de Maio a Outubro (INHAMBANE, 2012). A Praia do Tofo é vítima da erosão costeira, esta é causada pelas ondas, o vento, a maré e o Homem. Sendo as ondas o principal agente erosivo com alturas significativas máximas (altura de arrebentação) que variam dos 0.6 aos 4.5 metros, rebentam entre 0.5 aos 5.5 metros de profundidade e dissipam em media 340 a 30000 Joules de energia (Francisco, 2008).

Província de Inhambane

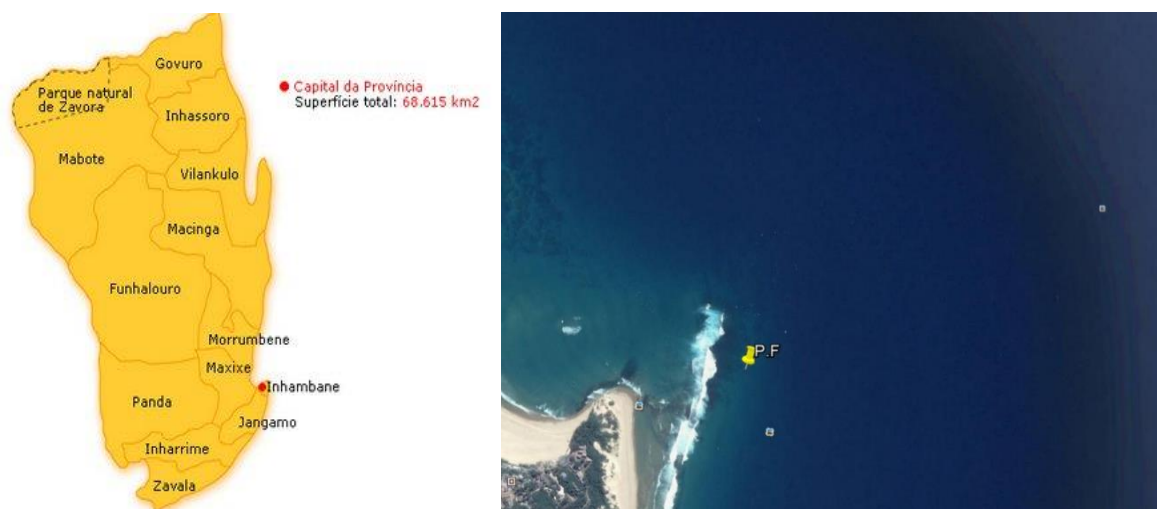
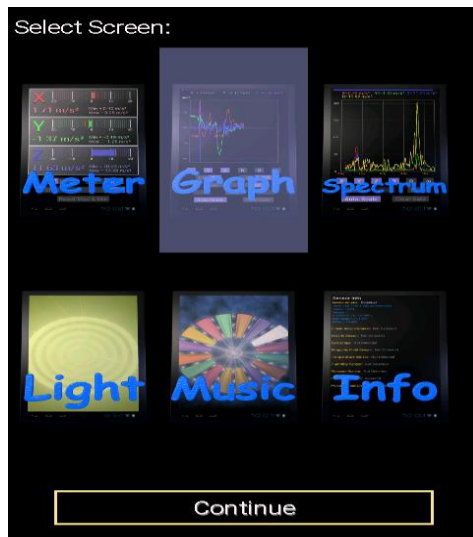


Figura7-Mapa da área de estudo. **Fonte:** Google Earth Pro.

5.2. Material

Para a realização deste trabalho foi usado os seguintes materiais:

- a) **Accelerometer Meter, versão 1.32 “celular”**-é um instrumento usado para obter os dados das alturas da onda, onde foi escolhido um ponto referencial prosseguiu se com ancoramento do peso.



(I) – Programa accelerometer

- b) **GPS Coodinates, versão 3.3**-é um instrumento que foi usado para a obtenção de coordenadas geográficas nos pontos em que se realizou o estudo.

- c) **Telemóvel Samsung GalaxyJ120H**- o instrumento onde instalou se o programa accelerometer para poder se fazer a colheita de dados.

- d) **Plásticos**- foram usados para a protecção do telemóvel para com água, e onde colocou se a tigela para melhor segurança.

- e) **Peso**- foi usado para manter a tigela fixa num ponto durante a medição.

- f) **Corda**- o instrumento que possibilitou a ligação do peso com a tigela.

- g) **Tigela**- é um instrumento que desempenhou o papel de bóia (flutuação) para o acompanhamento das ondas, onde foi colocado o telemóvel.

h)Tabela de maré (INAHINA) - para planificar as horas da ida do campo.

5.3. Métodos

O trabalho de campo consistiu na realização por método de observação directa na praia de tofo no dia 06 de Janeiro de 2018, foi realizado neste dia por certas razões: sendo o dia em que o tipo de era maré morta, a existência de alguns turistas internacionais que ainda estavam a gozar o seu momento de lazer onde poderiam ajudar na parte do inquérito.

5.3.1. Analisar a distribuição das alturas das ondas na praia de Tofo.

Para a análise das alturas das ondas foi usado o celular Samsung GalaxyJ120H como instrumento, fez se o download do programa Accelerometer Meter e foi activado dai o dispositivo passou a ser o instrumento. De seguida, fez se a escolha de dois pontos (ponto A na vazante) e (ponto B na enchente) referenciais para ancorar o peso, o instrumento (celular) se encontrava na superfície da água para o acompanhamento das oscilações das ondas com uma duração de 10 minutos, alguns dados foram viciados por causa do peso ter sido vencido com a corrente tendo influenciado negativamente ao instrumento, dai que houve necessidade sofreram um corte para 45 segundos no ponto B e 25 segundos no ponto A.

5.3.2. Identificar os impactos das alturas ondas de grande amplitude na praia de Tofo.

Auscultação dos frequentadores da praia

Foram inquiridos 20 residentes e frequentadores da praia. A selecção dos inqueridos se baseou em método não probabilístico. O inquérito ajudou a saber sobre o historial da praia, os factores antropogenico, dificuldades que os frequentadores e os residentes e os mecanismos de como minimizar os problemas existentes no local. Os dados foram processados em Microsoft Office Excel 2007, os resultados da auscultação da comunidade foram confrontados com a revisão de literatura.

5.3.3. Propôr medida de redução da influência das ondas de grande amplitude na praia de tofo.

Para se propôr a medida de redução da influência das ondas de grande amplitude na praia de tofo região dos banhistas, tomou-se em conta os resultados dos objectivos anteriores como o caso das

alturas ondas, e com base nas obras de engenharia costeira (processo de difracção colocando o quebra-mar), considerou se também os resultados dos inquéritos onde fez se o zoneamento da praia a partir de uma imagem de Google Earth, e a delimitação por vista a identificação das zonas seguras.

6. Resultados e Discussão

6.1. Distribuição das alturas das ondas na praia de Tofo.

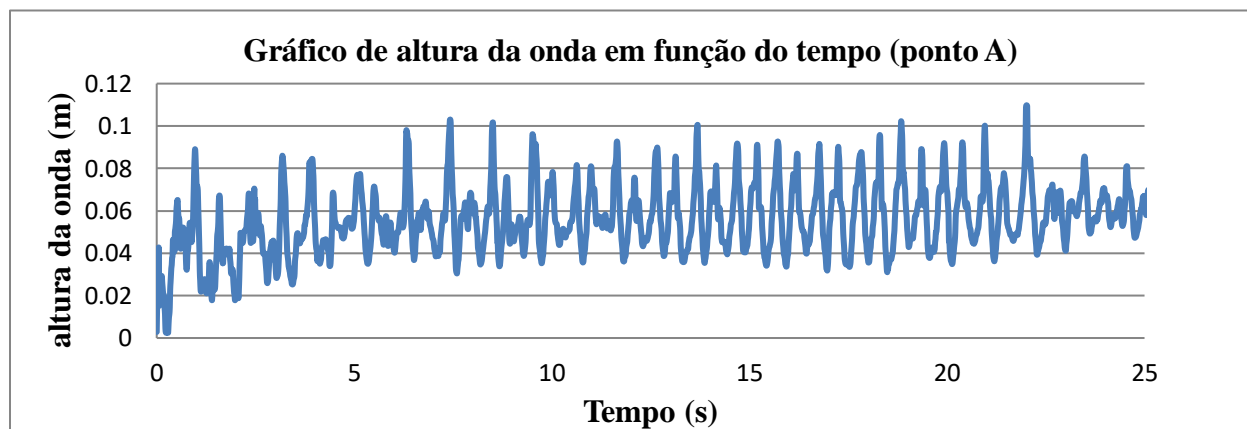


Figura 08: O Gráfico mostra a variação da altura da onda em função do tempo na praia de Tofo, dia 06 de Janeiro de 2018 as 11horas (ponto A).

O gráfico acima ilustra a variação da altura da onda em função do tempo na praia de tofo. A figura 08 tem a variação das alturas baixas com 0.006m no instante do tempo 0.3s, com as alturas medias de 0.06 m no instante do tempo de 11s e as altura máxima de 0.10m no tempo 22s. O estudo registou valores um pouco baixos por causa período em que se foi ao campo, sendo o período de maré morta.

De seguida mostra se as variações da alturas das ondas com boa visualização para melhor compreensão do dia 06 Janeiro de 2018 as 11horas (ponto A.)

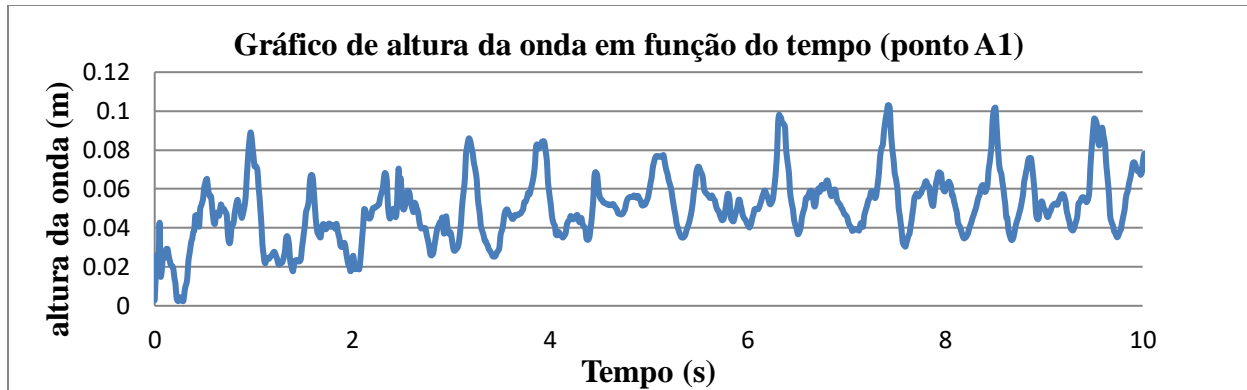


Figura 08.01: o gráfico mostra as alturas das ondas no instante do tempo 0 ate 10s.

Para figura 08.01, o gráfico espelha a variação da altura da onda num intervalo de tempo de 0-10 segundos, com a altura máxima de 0.10 m no instante do tempo de 7.4s, a sua altura media foi de 0.04 m no instante do tempo de 3.5s e com 0.006m de altura baixa no tempo 0.3s.

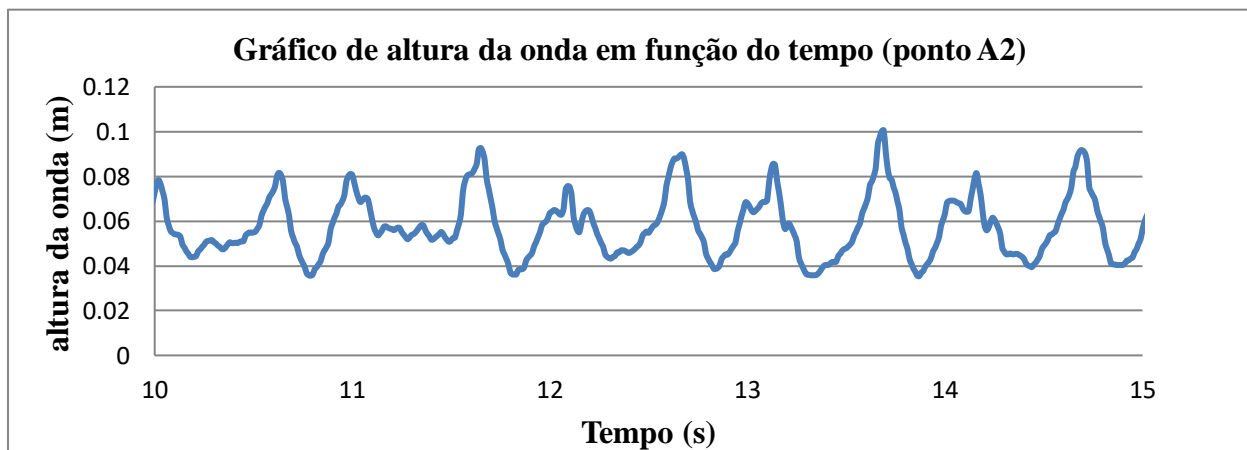
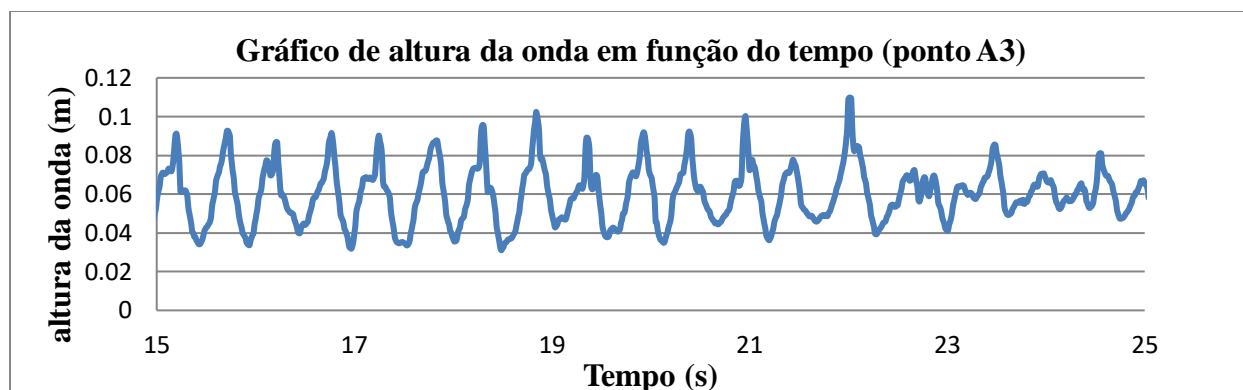


Figura 08.02: O gráfico mostra as oscilações no intervalo do tempo 10-15s.

O gráfico 08.02 ilustra a variação da altura da onda num período de 5 segundos, tendo como uma altura máxima 0.10 m aos 13 segundos, onde a media foi de 0.05 m de altura no tempo 12 segundos e com a altura baixa de 0.03 m no instante do tempo de 11 segundos.



O gráfico 08.03: mostra a variação da altura da onda no intervalo do tempo das 15 até 25s.

O gráfico 08.03, tem a variação da altura da onda com 0.10 m de altura máxima no instante de tempo de 22 segundos, este gráfico registou uma altura superior em relação aos outros gráficos no ponto A em centímetros, a altura média foi de 0.06 m no instante do tempo de 23 segundos.

Relacionando as alturas máximas e mínimas das ondas em todos gráficos do ponto a, nas alturas máximas não houve uma grande diferente somente foi de nove centímetros com o gráfico 08.03 e as nas baixas alturas encontramos no gráfico 08.02 com 0.03m a diferença com as outras alturas foi de três centímetros.

As alturas de ondas registadas no dia 06 de Janeiro de 2018 as 16horas (ponto B).

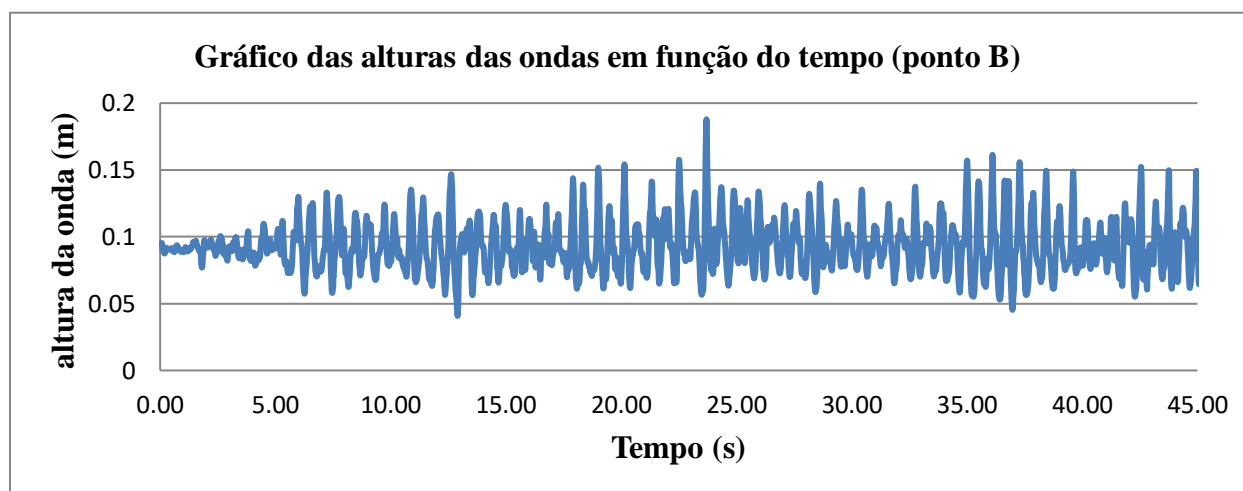
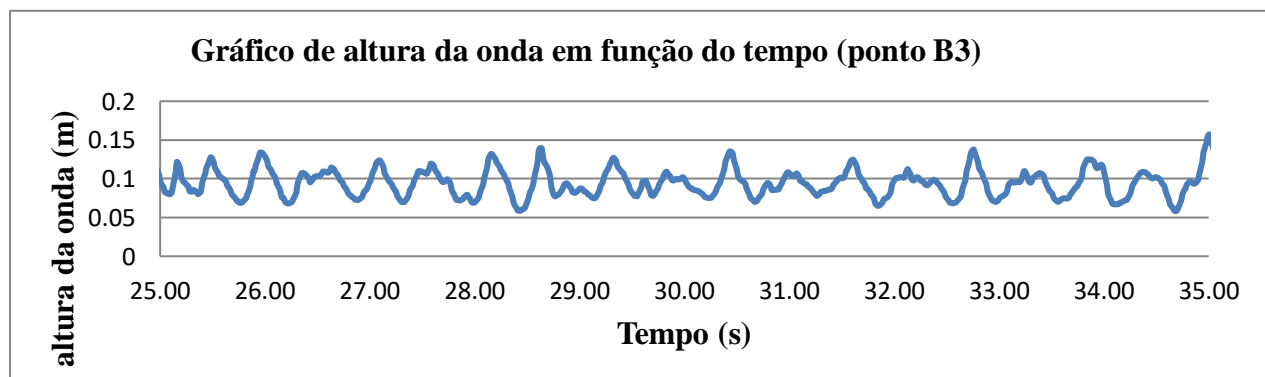
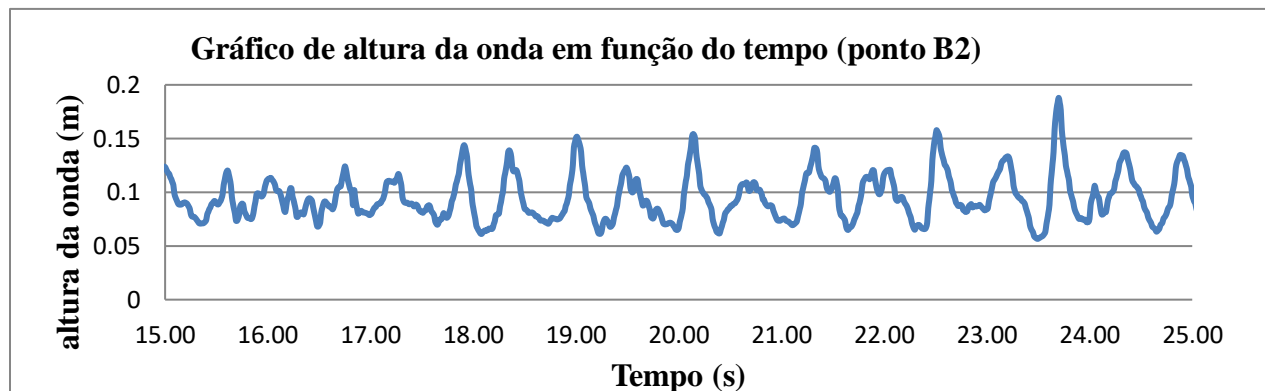
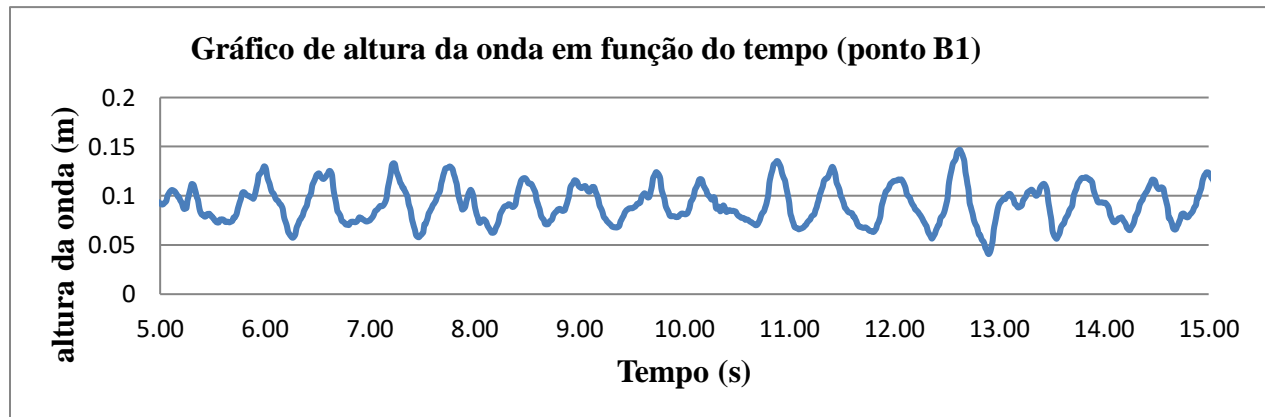
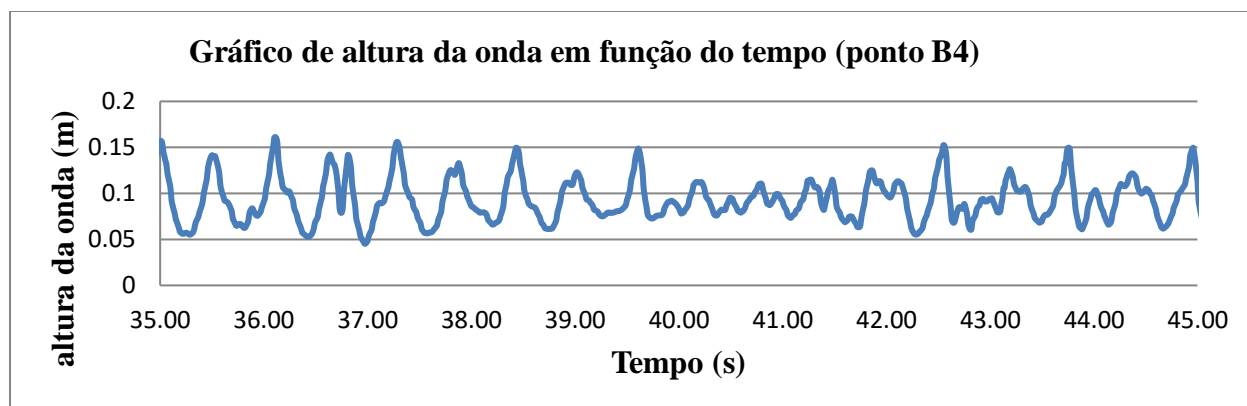


Figura 09: O Gráfico acima mostra a variação da altura da onda em função do tempo na praia de Tofo, dia 06 de Janeiro de 2018 as 16 horas (ponto B).

Alturas das ondas com melhor visualização com intervalo do tempo de 10s para cada gráfico, dia 06 de Janeiro de 2018 as 16horas (ponto B).

Nos primeiros 5 segundos da figura 09 houve o registo das alturas muito menores, ou quase calmo.





O gráfico 09 ilustra as variações das alturas das ondas em função do tempo, e de seguida mostra as variações com melhor visualização no intervalo de 10 segundos para cada gráfico.

O gráfico B1 mostra a variação da altura da onda de 5-15s. Neste gráfico registou a altura máxima de 0.15m no instante do tempo de 12s, a altura media foi de 0,1 m no tempo de 7s e com a altura baixa de 0.5m aos 13s.

Para o gráfico B2, a variação teve o pico máximo com 0,18m aproximadamente a 0.2m no tempo 23 segundos, a sua altura media foi de 0.09m, aos 16segundos e com menor altura de 0.05m no instante do tempo de 23segundos. No gráfico B3 obteve a altura máxima de 0.13m no instante do tempo de 28.6s, a sua altura media foi de 0.1m aos 29s e com 0.06 m de altura baixa no tempo 28.4 segundos. O gráfico B4, a variação teve o pico máximo com 0,15m no tempo 36 segundos, a sua altura media foi de 0.09m, aos 44segundos e com menor altura de 0.05m no instante do tempo de 37 segundos.

Relacionando as alturas máximas e mínimas das ondas no ponto B é, para as alturas máximas temos o ponto B2 a representar uma altura maior de 0.18m que dos outros pontos, enquanto, para as alturas baixas verificou se o ponto B3 com 0.06m.

No âmbito dos dois gráficos (ponto A e B), o gráfico com maior representatividade em termos das alturas altas é o gráfico 09 (ponto B) deu-se através da presença do efeito da maré, tendo contribuindo para o aumento das alturas das ondas em que se aproximava a enchente, diferentemente do gráfico 08, em que o pico mais alto da preia-mar mostra a tendência de decrescer porque estava perante a vazante. Mesmo com a existência destas alturas na praia, são

capaz de criar uma dificuldade ou risco aos banhistas por causa das ondas serem mas agressivas principalmente no ponto B, para o ponto A é uma área um pouco extensa que possibilita as ondas se quebrarem antes de atingir a área dos banhistas.

As praias são dominadas por ondas e compostas de sedimentos, entretanto a interferência da maré pode dar uma nova classificação à praia, (Short 2003) diz que as praias dominadas por ondas ocorrem onde as ondas são altas relacionadas à oscilação da maré, que é o caso da praia de Paracuru. Quando as ondas incidentes sobre a costa possuem maior altura significativa, elas são capazes de remover os grãos de areia menores deixando somente os maiores (mais grossos) e mais difíceis de carregar. Desta forma, a praia tende a se tornar mais inclinada, recebendo então a denominação de tombo ou reflectiva(Ozório, 2012).

6.2. Identificar os impactos das ondas de grande amplitude na praia de Tofo.

Auscultação dos frequentadores da praia

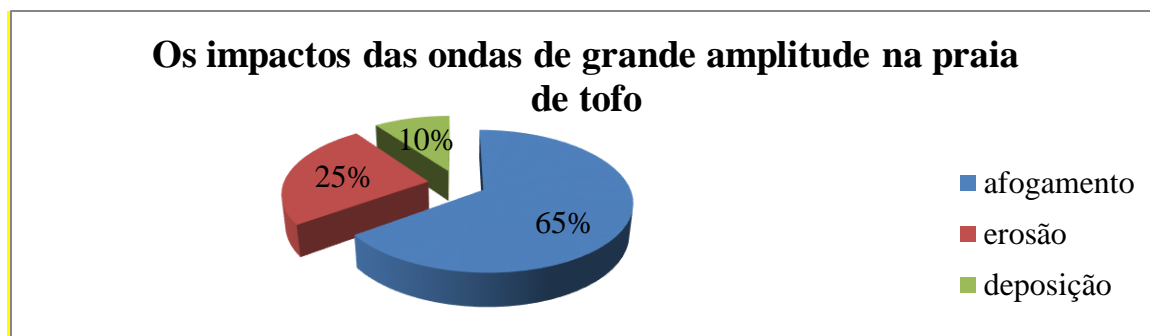


Figura 10: Gráfico referente aos impactos da onda de grande amplitude na praia de tofo.

Resultado da auscultação feita em relação aos impactos das ondas de grande amplitude, a maior percentagem apontam o afogamento com 65% em seguida a erosão com 25% e a deposição com 10%. O afogamento teve como principais causas: embriagues, a falta de experiencia na natação, ondas e a falta de exigência ou responsabilidade em termos de tomadas de cuidados por parte dos acompanhantes.

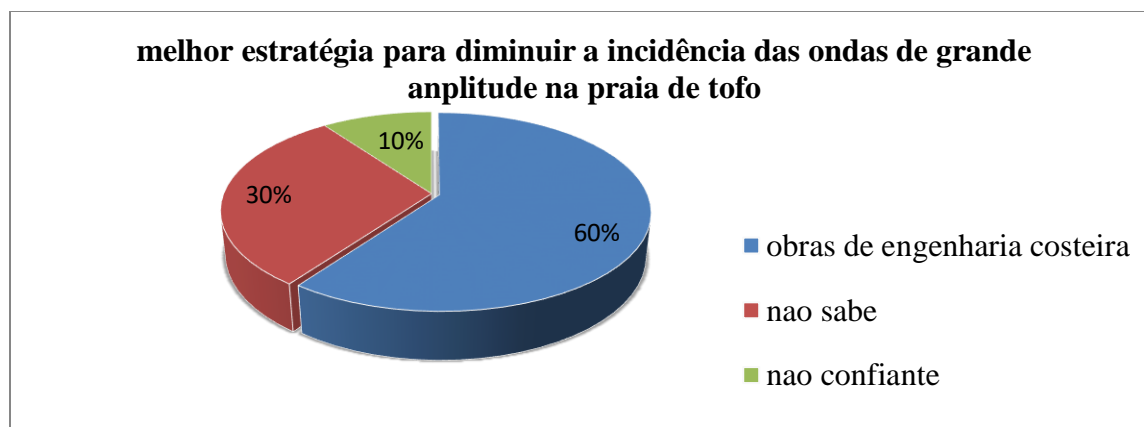


Figura 11: O gráfico acima ilustra sobre a melhor estratégia para a diminuição da incidência das ondas de grande amplitude na praia de tofo.

A maioria dos inquiridos teve como base melhor estratégia para a diminuição da incidência da onda de grande amplitude nesta praia com 60% a necessidade de existência das obras de engenharia costeira os (quebra-mares), os outros não vislumbraram uma solução tão viável assim sendo um lugar em que as pessoas praticam as suas actividades no momento de lazer com 30%, e com 10% são aqueles que não encontraram uma estratégia confiável em dar como um ponto de vista para a resolução do problema. E também sublinharam a necessidade de existência de um estabelecimento de serviços de vigia, busca e salvamento.

(Nelton, 2016) fez um estudo das causas do afogamento na praia de barra, em que identificou 3 principais causas do afogamento que são: ondas e correntes, embriagues e a inexperiência na natação, assim sendo, a necessidade de existir uma equipe de vigia, busca e salvamento na zona da praia como sendo um dos métodos de redução do afogamento.

6.3. Propôr medidas de redução da influência das ondas de grande amplitude na praia de tofo.

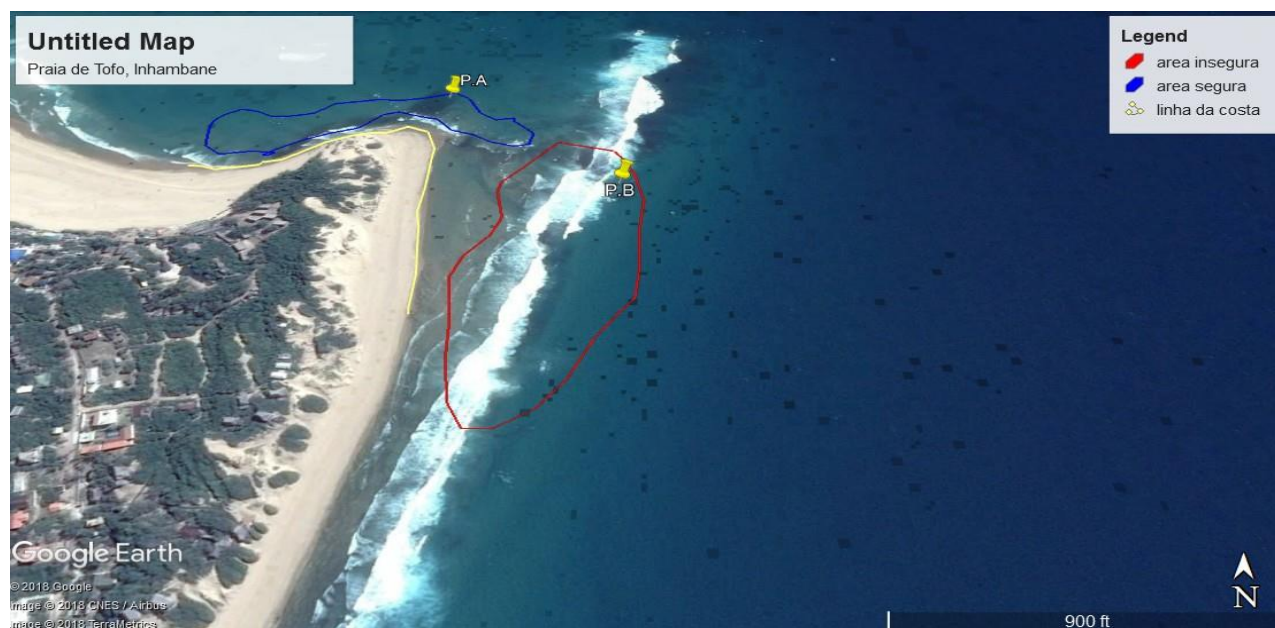


Figura 12: proposta de zoneamento na praia de tofo inhambane, em zonas seguras.

A figura 12 mostra a proposta do zoneamento na praia de tofo , no que concerne em localização das zonas seguras.

A proposta de zoneamento da praia de tofo Inhambane, baseou-se nos resultados dos inquéritos, a cor azul representa a área segura onde os banhistas praticam as suas actividades com segurança, sendo o local sem as escavações assim como a pobre-rocha e com registo de pequenas as alturas das ondas.

(Rosa, 2014) diz que há evidência de ocorrência das correntes na área pintada á cor vermelha, sendo o local inseguro para os banhistas, isso foi notório através das mudanças sofridas na face da praia caracterizadas pela formação de banco de areia paralelo a linha de costa deve se a processos físicos que ocorrem no local como marés, correntes de retorno e principalmente pela forte energia de dissipação das ondas provocando afogamento. E não só, esta área há existência pobre-rocha e de escavações ou buracos que colocam em risco os banhistas. Por falta da sinalização da área quando estamos perante a enchente a água tem a tendência de cobrir este

local, logo o perigo fica escondido aos banhistas que não tem conhecimento das condições que a área nos oferece.

A sinalização das áreas com buracos e a pobre-rocha para a tomada dos cuidados aos turistas que não tem conhecimento das mesmas, pode ser feita na zona da linha de costa (colocando chapas) ou na praia usando (as bóias de sinalização). No que concerne aos serviços de vigia, pude ver o trabalho deles junto com os fiscais, onde os de serviços sublinharam que o trabalho esta ser feito condignamente, apelam ainda mas aos utentes da praia a não se fazerem presente ao mergulho no estado de embriagues.

7. Conclusão e Recomendações

7.1. Conclusão

Dos resultados obtidos é possível concluir o seguinte:

- A variação das alturas das ondas obtidas no pico mínimo e máximo em todos os gráficos foi de 0.06m a 0.18 m respectivamente, registou se baixas alturas das ondas no gráfico 08 em relação ao gráfico 09, o que pode ser um pouco preocupante para certos banhistas com pouca experiencia.
- Em relação aos impactos das ondas de grande amplitude neste local são: afogamento, erosão e a deposição, obteve se o afogamento sendo um impacto com muita percentagem em termos da sua ocorrência.
- A melhor estratégia colocada como uma proposta é a construção de uma obra de engenharia destacada onde ira se registar ondas de menor amplitude e com menor energia incidente na costa. O zoneamento se baseou nos resultados dos objectivos anteriores com vista a identificar os locais seguros, temos o ponto A sendo a área segura para os banhistas, para o ponto B não é aconselhável por causa da existência de rifte.

7.2. Recomendações

Para os futuros trabalhos relacionados com este recomenda-se:

- Que se analise o transporte de sedimentos.
- Que se analise a variação da linha de costa usando fotografias aéreas de com melhor resolução tiradas no período da maré de sizigia.

Ao governo:

- A intensificação do serviço de vigia, busca e salvamento;
- Construção de quebra-mar para a redução das ondas de grande amplitude na praia.

8. Referencias bibliográficas

Albuquerque, M. G., Pinheiro, L. S., Morais, J., & Lima, A. (2006). As Características Morfodinâmicas Das Praias Da Barra Do Ceará, Futuro E Caponga – Ceará.

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

BEAL, M. E. (2013). Análise dos processos de difração e refração de ondas na praia de picarras, e suas consequências no transporte de sedimentos, utilizando modelagem numérica. ITAJAI.

Benedito, J. E. (2012). Análise da variação da linha de costa do Espírito Santo. Vitória.

Brito, A. D. (2012). Estudo da erosão no ambiente urbano, visando planejamento e controle ambiental no distrito Federal. Brasília.

Ferreira, I. G. (2014). A problemática da erosão costeira: o caso específico da praia do pedrógão.

Fortunato, A., Climaco, M., Oliveira, F., Oliveira, A., Sancho, F., & Feire, P. (2008). Dinâmica fisiográfica da orla costeira: estudo de reabilitação e proteção.

Gomes, A. S. (2003). Ondas Marinhas.

GUERRA, R. G. (2014). Vulnerabilidade costeira a eventos de alta energia no. Universidade Federal do Ceará litoral de Fortaleza, Ceará: Fortaleza.

Inhambane: Revista da Gestão Costeira Integrada.

INHAMBANE, R. D. (2012). Potencialidades e oportunidades de investimentos. Inhambane .

Maciel, O., Nunes, A., & Claudino, S. (2014). Recurso ao inquérito por questionário na avaliação do papel das tecnologias de informação no ensino de Geografia.

Menezes, G. M. (2011). Estudo da evolução da linha de costa entre o cabo Mondego e Aveiro (1958 - 2010).

Muehe, D. (2011). Erosão costeira - tendência ou eventos Extremos o litoral entre rio de janeiro e cabo frio, Brazil..

OKAMOTO, N. (2009). TRANSPORTE DE Sedimentos e estado morfodinamico da praia da curva de jurema, vitoria-es. VITORIA.

Oliveira, L. A. (2009). caracterizacao morfodinamica da praia do morro, guarapai-espírito santo. vitoria.

Ozório, R. J. (2012). A importância do conhecimento em oceanografia na formação dos guarda-vidas. Florianópolis.

Pereira, C. A. (2010). Riscos de Erosão para Diferentes Cenários de evolução do litoral de Aveiro.

Piccoli, F. P. (2005). interacao de ondas monocromaticas com batimetria fundo de recife artificial . vitoria.

Prata, P. M. (2005). Variação textural dos sedimentos da praia de camburi, vitória- ES. Vitória.

Silva, G. M. (2006). Orientação da linha de costa e dinâmica dos sistemas praia e duna: praia de Moçambique Florianópolis, SC. Porto Alegre.

Sousa, P. H. (2007). dinamica ambiental e transformacoes socioespaciais da Orla Maritima de paracuru-Ceara. universidade estadual do Ceara: fortaleza-ceara.

Zacarias, D. A. (2013). Avaliação da capacidade de carga turística para gestão de praias em Moçambique: o caso da Praia do Tofo .

9. Anexo

Inquérito para obtenção de informação relativa ao comportamento ondas de grande amplitude na praia de Tofo, cidade de Inhambane.

- 1.Número do Inquérito
- 2.Idade do inquerido
- 3.A quanto tempo reside/frequenta nesta praia?
- 4.Qual é a actividade que desenvolve nesta praia?
- 5.O que pode estar a causar esta onda de grande amplitude?
- 6.Tem informação se o Governo está a tentar procurar uma solução para resolver este problema?
- 7.O Município local já tentou criar ideias para combater este problema de ondas de grande amplitude?
- 8.Na sua opinião qual é a melhor estratégia para diminuir este problema das ondas de grande amplitude?