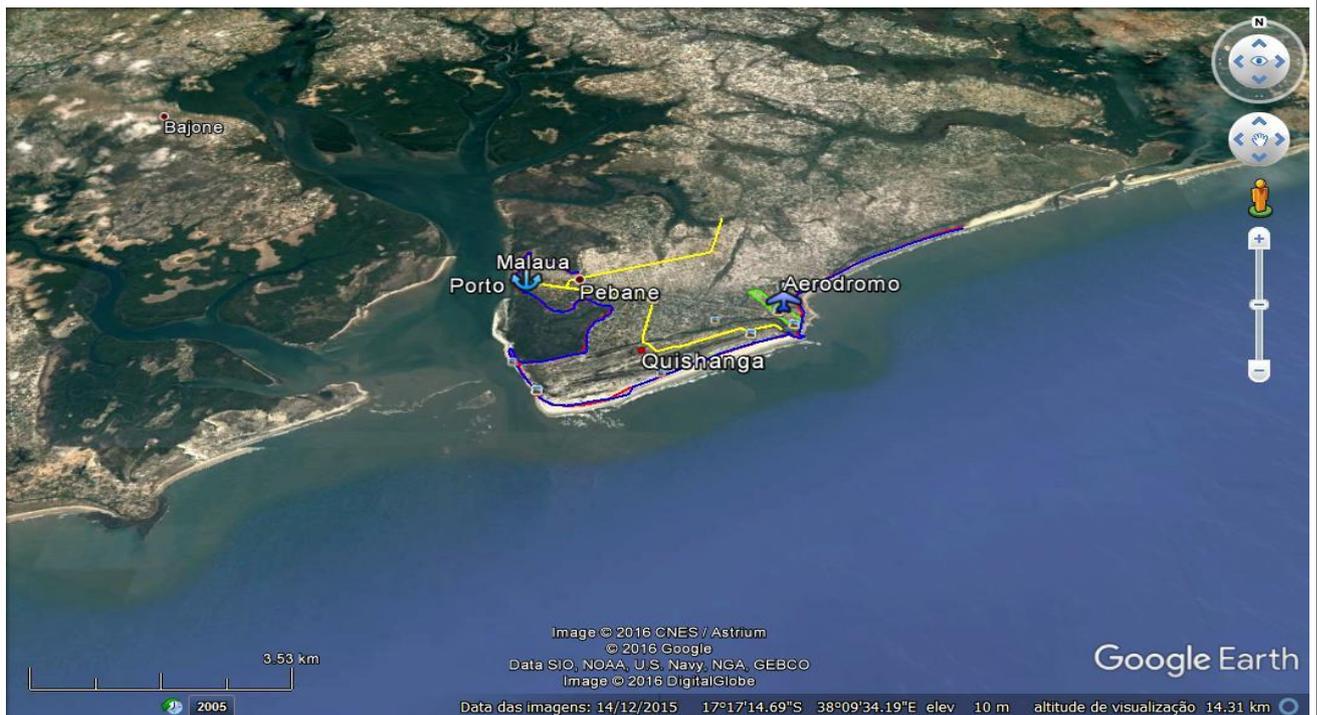




Escola Superior de Ciências Marinhas e Costeiras

Monografia Para a Obtenção do Grau de Licenciatura em Oceanografia

Estudo da variação da linha de costa nos bairros de Malaua, Quichanga e Macuacuane no distrito de Pebane.



Autora:

Sónia Albasine Duarte Lahade

Quelimane, Agosto de 2018



Escola Superior de Ciências Marinhas e Costeiras

“Monografia para a Obtenção de Grau de Licenciatura Oceanografia”

**Estudo da variação da linha de costa nos bairros de Malaua,
Quichanga e Macuacuane no distrito de Pebane**

Autora:

Sónia Albasine Duarte Lahade

Supervisor:

MSc. Noca B. Furaca da Silva

Agradecimentos

Ninguém é tão sábio e tão completo ao ponto de não precisar da ajuda de outrem e é por isso que primeiramente, agradeço a Deus que permitiu que tudo isso acontecesse, ao longo da minha vida, e não somente nesses anos como universitária, mas que em todos os momentos é o maior mestre que alguém pode conhecer.

Um agradecimento sincero e profundo vai direccionado aos meus avos Cândida Namagoa e Paulo da Conceição Trocinho sem vocês nada seria possível.

Ao mestre Noca Bernardo Furaca pela supervisão e confiança depositada, apoio para a realização deste trabalho e que desde sempre mostrou disponibilidade em ajudar e pela simpatia e paciência que marcou uma grande diferença ate que este trabalho tornasse-se realmente bom;

A Direcção Provincial de Terra Ambiente e Desenvolvimento Rural da Zambézia (DEPTADER) pelo material fornecido;

Não poderia deixar de agradecer a minha segunda mãe Adelaide Cândida da conceição Trocinho, meus tios (Sane, Esmeralda, Clementina, Angelca, Sacramento e Octávio), meus primos, sobrinhos que nunca deixaram faltar nada, que sempre estiveram presente em todos os momentos da minha vida, ai vai o meu muito obrigado;

Ao meu irmão Leonel Albasine Duarte Lahade, que me deu apoio, incentivo nas horas difíceis, de desânimo e cansaço;

A todos os docentes, colegas da Escola Superior de Ciências Marinhas e costeiras (ESCMC), pelos conhecimentos fornecidos durante a minha formação profissional;

Cacilda da Gloria António Chivindze minha melhor amiga, minha cúmplice, minha companheira em todos os momentos e irmã na amizade que fez parte da minha formação e que vai continuar presente em minha vida com certeza;

Baridjane Francisco Brujane, que apesar de todas as dificuldades me fortaleceu e sempre esteve na torcida durante esse percurso, e que pra me foi muito importante;

A todos que aqui não foram mencionados, por tudo e por nada, endereço o meu total agradecimento. Muito Obrigado!

Dedicatória

Dedico este trabalho a senhora:

Minha mãe Cecília Paulo Trocinho (em memória), que me viu brotar mas não me viu crescer

O senhor é o meu pastor, nada me faltará.

Salmo 23:1

Declaração de honra

Eu, Sónia Albasine Duarte Lahade, declaro que esta Monografia para obtenção do grau de licenciatura em Oceanografia, intitulada Estudo da Variação da Linha de Costa nos Bairros Malaua, Quishanga e Macuacuane, é fruto do trabalho da minha autoria e nunca foi apresentado e não será apresentado em qualquer outra Universidade para a obtenção de nenhum grau académico.

Sónia Albasine Duarte Lahade

Resumo

A alteração da linha de costa é um problema que vêm sendo observado na maioria dos pontos da zona costeira. Esta evolução pode acontecer ao processo de deposição ou erosão. Quando se trata de deposição acaba por contribuir na diminuição da profundidade do canal, ao passo que se para a erosão contribui na diminuição da parte terrestre. No distrito de Pebane, o maior impacto negativo é o processo de erosão que está ameaçando o Aeródromo local, uma Estação do Farol do INAHINA. Com o propósito de avaliar a velocidade do processo de erosão, foram comparadas duas imagens de satélite (2005 e 2015) desta região e determinada uma extensão que foi erodida durante o período em análise. Para além disso, foram obtidos dados referentes a precipitação, mares, correntes de mares e ondas para identificar o principal agente causador da erosão na região. Resultados encontrados indicam que na região próximo ao porto a linha de costa esta sofrer um recuo (deposição) na ordem de 2884mm/ano; na zona onde fica localizado o Logde Pebane Fish a linha de costa está estática (erosão igual a deposição); na região a sudeste do Aeródromo, regista-se o avanço (erosão) da linha de costa a uma velocidade de 5191mm/ano. A erosão verificada a sudeste do Aeródromo é causada pelas descargas pluviométricas, ao passo que a deposição verificada no nordeste em frente ao porto e o balanço sedimentar verificado no logde esta relacionado com as ondas e correntes. Se não forem tomadas medidas de mitigação a pista do Aeródromo será atingido em 2024. Sugere-se que se criem valas de drenagem ao longo da zona que está erodir para direccionar a água da chuva de modo a diminuir no processo de erosão e que sejam construídos esquemas e estruturas para a dissipação de energia e para a diminuição da energia das ondas e da corrente maré.

Palavras-Chaves: Erosão, Deposição, Pebane.

Abstract

Changing the coastline is a problem that has been observed in most points in the coastal zone. This evolution can happen due to the processes of deposition or erosion. When it comes to deposition it has just contributed to the reduction of the depth of the channel, whereas if for erosion it contributes to the decrease of the terrestrial part. In the Pebane district, the biggest negative impact is the erosion process that is threatened by the local Aerodrome, an INAHINA Lighthouse Station. In order to evaluate the speed of the erosion process, two satellite images (2005 and 2015) of this region were compared and an extension was determined that was eroded during the period under analysis. In addition, data on precipitation, seas, sea currents and waves were obtained to identify the main causative agent of erosion in the region. In addition, the local community was consulted on the causes of erosion through an inquiry. Results found indicate that in the region near the port, the coastline is subject to a setback of 2884 mm / year; in the area where the Logde Pebane Fish is located the coastline is static (erosion equals deposition); in the region in front of the Aerodrome, the advance (erosion) of the coast line is recorded at a speed of 5191mm / year. The erosion observed in front of the Aerodrome is caused by the pluviometry discharges, whereas the deposition verified in the port side and the sedimentary balance verified in the log is related to the waves and currents. If no mitigation measures are taken the runway of the Aerodrome will be reached in 2024. It is suggested that drainage ditches be created along the eroding zone to direct rainwater in order to decrease in the erosion process and to be constructed schemes and structures for the dissipation of energy and for the reduction of wave energy and the tidal current.

Key words: Erosion, deposition, Pebane.

Lista de abreviatura

- CL-----Correntes litorâneas;
- DEPTADER-----Direcção Provincial de Terra Ambiente e Desenvolvimento Rural da Zambézia;
- ESCMC----- Escola Superior de Ciências Marinhas e Costeiras;
- INAHINA-----Instituto Nacional de Hidrografia;
- INCOIS-----Serviços de Meteorologia Marítima no canal de Moçambique monitorados pelo Governo da Índia;
- INE-----Instituto Nacional de Estatística;
- LC-----Linha de costa;
- MTS-----Mecanismos de transporte de sedimentos.

Listas de figuras

Figura 1: Formas de transporte de sedimentos por arraste, saltação e deslizamento	10
Figura 2: Gráfico ilustrativo da relação entre velocidade de corrente, transporte e deposição.....	11
Figura 3: Área de estudo.	13
Figura 4: Ilustra o mapeamento das linhas de costa nos anos 2005 e 2015-Pebane.	16
Figura 5: Mapeamento da linha de costa 2005 e 2015 faixa A.	17
Figura 6: Mapeamento da linha de costa 2005e 2015 faixa B	18
Figura 7: Mapeamento da linha de costa faixa C	19
Figura 8: ilustra a precipitação em diferentes meses e anos.	20
Figura 9: Ilustra velocidade da corrente e altura das ondas em função da maré dia 21 de Março de 2015.....	21
Figura 10: Esquema de sistema de drenagem para redução da erosão no bairro de Macacuane.	22
Figura 11: Construção de estruturas para dissipação da energia quebra corrente marés.	23
Figura 12: Modelo de estrutura para dissipação de energia das ondas e diminuição da corrente de maré.....	23
Figura 13: Diagrama de Hjulstron.....	25
Figura 14: Factores aliados a alteração da linha de costa.	33

Lista de Tabelas

Tabela 1: Ilustra a granulometria dos sedimentos	9
--	---

Índice

Agradecimentos.....	i
Dedicatória	ii
Declaração de honra	iii
Resumo.....	iv
Abstract	v
Lista de abreviatura	vi
Listas de figuras	vii
Lista de Tabelas.....	viii
1. Introdução.....	1
1.1. Objectivos.....	3
1.1.1. Objectivo geral	3
1.1.2. Objectivos específicos.....	3
2. Fundamentação teórica.....	4
2.1. Linha da costa.....	4
2.1.1. Causas da alteração da linha da costa.....	4
2.1.2. Consequências da alteração da linha de costa.....	4
2.2. Erosão	5
2.3. Tipos de Erosão	5
2.3.1. Erosão geológica ou natural	5
2.3.2. Erosão acelerada.....	5
2.4. Agentes de Erosão	5
2.4.1. Água	5
2.4.2. Vento	6
2.4.3. Temperatura	6
2.4.4. Acção biológica.....	6
2.5. Causas da erosão.....	6
2.5.1. Topografia do Terreno	6
2.6. Consequências da erosão	7
2.7. Praia.....	7
2.7.1. Correntes litorâneas.....	7
2.8. Deposição	8

2.9.	Sedimentos.....	8
2.9.1.	Tipos de sedimentos nas praias	8
3.	Mecanismos de transporte de sedimentos	9
4.	Diagrama simplificado da relação entre as velocidades de deposição, transporte e erosão.....	10
5.	Estuários	11
6.	Material e Métodos.....	12
6.1.	Descrição da área de estudo.....	12
6.2.	Matérias	13
6.3.	Métodos	13
6.3.1.	Avaliação do avanço/recuo da linha de costa no período de 2005 a 2015	13
6.3.2.	Identificação dos factores relacionados com erosão e deposição.....	14
6.3.3.	Definição de estratégia para diminuição da Erosão	15
7.	Resultados	16
7.1.	Avaliação do avanço/recuo da linha de costa no período de 2005 a 2015	16
7.2.	Identificar os factores relacionados com erosão e deposição	20
8.	Definição de estratégias para diminuição da Erosão.....	21
9.	Discussões	24
10.	Conclusão	27
11.	Recomendações	28
12.	Referências Bibliográficas	29
13.	Anexos.....	32
13.1.	Anexo 1: Identificar os factores relacionados com erosão e deposição Questionário sobre o Mapeamento das comunidades de Malaua, Quichanga, Macuacuane e Morremone.....	32
13.2.	Anexo 2: Resultados do inquérito sobre os factores que impulsionam a alteração da Linha de Costa no Bairro de Malaua e Quishanga.....	33

1. Introdução

O conceito de linha de costa é extremamente amplo e sua delimitação não é simples. Do ponto de vista físico, a linha de costa corresponde simplesmente ao limite entre o continente e a porção adjacente ao mar, onde não há efectiva acção marinha, concretizado pela presença de falésias, no limite entre a vegetação e a praia (Fernando e Albertasse, 2012). Este limite é variável a todas as escalas quer seja espaciais ou temporais, podendo sofrer avanço, recuo, bem como mostrar-se estável (Fernando e Albertasse, 2012).

O recuo da linha de costa consiste no desaparecimento das zonas costeiras devido ao avanço do mar, neste processo nota-se a desagregação e remoção do solo ou fragmentos e partículas de rochas (Souza, 2010). Vários factores são referidos como os grandes causadores da erosão, tais como as ondas, as correntes de marés, o vento, as descargas pluviométricas e algumas actividades humanas como os grandes causadores da erosão. Neste processo várias consequências têm sido referidas como o caso da perda de terra, habitações, estradas e que por certa forma acaba contribuindo para negativamente para o desenvolvimento de uma comunidade (Barro, 2001).

Em Moçambique a erosão se faz sentir em quase toda a região costeira, com maior destaque nas províncias da Zambézia e Sofala, destaca-se a água como agente erosivo, cujo início do processo se dá através do desprendimento das partículas do solo pelo impacto das gotas de chuva na superfície e pelo escoamento superficial (Filho, 2000).

A erosão situa-se entre os mais sérios problemas que o homem vem enfrentando na actualidade, principalmente pelo aumento constante e progressivo das áreas atingidas, sejam elas urbanas ou rurais, além das alterações nos recursos hídricos (Filho, 2000)

O distrito de Pebane faz parte das regiões do País que estão a sofrer o processo de erosão e deposição. Algumas dessas zonas destacam-se os Bairros Malaua, Quishanga e Macuacuane. Nos três bairros registam-se processos distintos. O grande problema está nos bairros onde se regista a erosão (Malaua e Macuacuane), este processo têm contribuindo para a intrusão salina nas zonas de cultivo assim como a perda de terras, habitações e o perigo que já está a causar o aeródromo local e mais tarde o Hospital local.

O presente trabalho determinou a velocidade de propagação do processo de erosão e deposição nos referidos bairros e apresenta os futuros impactos que a erosão pode vir a causar num futuro. A maioria dos estudos realizados sobre variação da linha de costa foram feitos através da colocação de marcos ao longo da linha de costa, mas no presente estudo foi baseado na interpretação das imagens

de satélite que foram validadas com uma observação do campo, e uma análise de parâmetros meteorológicos e oceanográficos.

Os resultados deste trabalho constituem uma informação valiosa para o governo local de ponto de vista na tomada de decisão para diminuir os impactos negativos futuros desta erosão. Para além disso, constitui uma informação valiosa para a comunidade científica visto que este se trata de um trabalho pioneiro no distrito.

1.1. Objectivos

1.1.1. Objectivo geral

- ❖ Estudar a variação da linha de costa nos bairros de Malaua, Quichanga e Macuacuane no distrito de Pebane.

1.1.2. Objectivos específicos

- ❖ Avaliar o avanço/recuo da linha de costa no período de 2005 a 2015;
- ❖ Identificar as causas aliadas a deposição e os processos de erosão;
- ❖ Definir estratégias para a diminuição da Erosão.

2. Fundamentação teórica

2.1. Linha da costa

Linha de costa é a uma estreita faixa de contacto da terra com o mar na qual a acção dos processos costeiros se faz sentir de forma mais acentuada e potencialmente mais crítica à medida que efeitos erosivos ou construcionais podem alterar sensivelmente a configuração da linha de costa (Santos *et al.*, 2014).

2.1.1. Causas da alteração da linha da costa

As linhas de costa não são áreas estáticas, mas extremamente dinâmicas. Elas estão normalmente em constantes mudanças, em resposta as forças naturais e a actividades humanas. Estas forças e actividades movimentam continuamente a linha de conta, muitas vezes na mesma direcção, mas frequentemente em direcções opostas e como resultado a forma da linha de costa altera (Gregório *et al.*, 2001).

A areia e outros materiais são movidos para praia ou para fora delas por correntes e ondas. Movimentos sazonais dos materiais criam usualmente amplas praias no verão, substituídas por estreitas praias no inverno, em um verdadeiro ciclo anual. Em termos de escala, a linha de costa move-se na tentativa de atingir um equilíbrio com as forças que actuam sobre elas (Mazzer e Dillenburg, 2009).

A variação da linha de costa actual responde pelas tendências sedimentar de um segmento costeiro, devido aos processos costeiros actuantes e a influência antrópicas sobre a zona costeira (Jesus, 2016).

2.1.2. Consequências da alteração da linha de costa

A alteração da linha de costa pode entre outros casos provocar a transgressão e a regressão da linha de costa. Este facto resulta normalmente em constantes mudanças da linha de costa, em resposta as forcas naturais e da acção antropogénica (Mazzer e Dillenburg, 2009).

A transgressão marinha pode levar a uma subida do nível médio das águas e, consequentemente, ao avanço do mar relativamente à linha de costa, ultrapassando o território onde se encontrava anteriormente a faixa litoral. Já na regressão, a linha de costa verifica-se um menor volume de água. Esta situação pode levar ao recuo do mar relativamente à linha de costa, aumentando o território correspondente à faixa litoral (Júnior e Angulo, 2002).

2.2. Erosão

A erosão consiste no processo de desprendimento e transporte das partículas do solo, combinado de todos os processos degradacionais terrestres, incluindo intemperismo, transporte, acção mecânica e química da água corrente, vento, gelo etc, (Abdon, 2004).

O termo erosão pode ser definido como um conjunto de processos pelos quais os materiais terrosos e rochosos da crosta terrestre são degradados, desgastados ou dissolvidos e transportados pela ação dos agentes erosivos como água, vento e gelo. Esse processo ocorre naturalmente na superfície terrestre ao longo do tempo geológico, sendo responsável pela esculturação do relevo da terra. Entretanto, alguns terrenos possuem uma configuração da paisagem com maior ou menor suscetibilidade erosiva. Essas suscetibilidades podem ser potencializadas pela maneira como o homem utiliza estes terrenos (Salomão, 1989).

Pastore (1986) conceitua o fenómeno da erosão sendo um processo geral através do qual os materiais terrosos ou rochosos da crosta terrestre são desagregados, dissolvidos ou desgastados, e transportados de um ponto a outro por agentes naturais, tais como rios, marés, vento e chuva.

2.3. Tipos de Erosão

2.3.1. Erosão geológica ou natural

Ocorre sob condição natural, ou seja, sem interferência do homem. Sua principal característica é que sua intensidade é sempre menor do que a intensidade com que os solos se formam.

2.3.2. Erosão acelerada

Ocorre sob condições de interferência do homem. Neste caso, quase sempre a intensidade da erosão é muito grande/acelerada, sendo altamente prejudicial por ocorrer num período de tempo muito, curto (Silva, 1995).

2.4. Agentes de Erosão

2.4.1. Água

É o agente, que considerado isoladamente é o mais importante, tanto podendo agir como desagregante ou como transportador de partículas do solo. A água age na forma de chuva, cursos de água, enxurradas, ondas ou qualquer outra forma de água em movimento (Silva, 1995).

2.4.2. Vento

Dependendo de sua velocidade e quantidade de material em suspensão, o vento apresenta, capacidade de transportar grande volume de solo, podendo inclusive desagregar rochas, através de acções abrasivas (Silva, 1995).

2.4.3. Temperatura

A variação de temperatura é particularmente importante na erosão geológica. Quando há mudança de temperatura, os efeitos são intensos porém em camadas superficiais das rochas, já quando ocorre variações lentas entre verão e inverno os efeitos são menos intensos, porém, atingem profundidades muito maiores (Silva, 1995).

2.4.4. Acção biológica

Pode causar erosão pouco significativa. Seu efeito principal é condicionar outros agentes.

Como exemplos tem-se as formigas e as minhocas que provocam o aumento da aeração e oxidação, acelerando o processo de decomposição de rochas resistentes, facilitando o transporte das partículas pelos agentes água e vento (Silva, 1995).

2.5. Causas da erosão

Para Marcondes (2005) são múltiplos os factores indutores de erosão costeira. Embora alguns desses factores sejam (ou possam ser considerados) naturais, a maior parte é consequência directa ou indirecta de actividades antrópicas. Os principais factores responsáveis pela erosão costeira e consequente recuo da linha de costa são:

- Elevação do nível do mar;
- Diminuição da quantidade de sedimentos fornecidos ao litoral;
- Degradação antropogénica das estruturas naturais;
- Obras pesadas de engenharia costeira.

A chuva segundo Souza (2009) é um dos factores climáticos de maior importância na erosão dos solos. O volume e a velocidade da enxurrada dependem da intensidade, duração e frequência da chuva, sendo a intensidade o factor pluviométrico mais importante. Marcondes (2005) advoga que a erosão hídrica do solo é influenciada pelos seguintes factores:

2.5.1. Topografia do Terreno

A declividade do terreno influencia tanto na velocidade como no volume de água da enxurrada. - Quanto maior o declive, maior a velocidade e o volume da enxurrada, provocando maior erosão. Dessa forma, a velocidade de escoamento duplica se a declividade for quadruplicada,

quadruplicando também a capacidade erosiva da água e aumentando de 32 vezes a quantidade de material que poderá ser arrastado e de 64 vezes o tamanho das partículas que poderão serem transportadas. O comprimento de rampa tem bastante influência sobre a erosão do solo. À medida que aumenta o comprimento de rampa aumenta a velocidade adquirida pelas águas que escorrem, aumentando sua capacidade de transporte de partículas do solo e, conseqüentemente, a quantidade de terra arrastada pela erosão (Silva, 1995).

2.6. Conseqüências da erosão

Fazem parte das conseqüências da erosão:

- ❖ Aumento do declive das praias e diminuição da sua extensão;
- ❖ O desaparecimento de praia;
- ❖ A salinização dos aquíferos costeiros e o assoreamento de lagunas e estuários;
- ❖ Desaparecimento das dunas.

2.7. Praia

A praia é definida como uma acumulação de sedimento inconsolidado (Areia ou Cascalho) que estende do limite médio de maré baixa até alguma mudança fisiográfica como um Rochedo, campo de dunas ou uma vegetação permanente (Komar citado por Marcondes, 2005).

2.7.1. Correntes litorâneas

Para Ribeiro e Lúcio (2010) as correntes litorâneas são verificadas próximas à costa com são geradas pelas ondas que chegam na praia. Essas correntes são as responsáveis pela movimentação de grandes quantidades de sedimentos. Está movimentação de areia configura um dos processos mais significativos de transporte de sedimentos em costas arenosas. Sabemos que as ondas, responsáveis pelas correntes, podem variar em sentido e em energia com os quais chegam na costa. Como resultado, temos iguais variações no sentido e na força das correntes, conseqüentemente alterações na capacidade e na direcção do transporte de sedimentos, (Zasso, 2007).

Este processo de deslocamento de material sedimentar na linha de costa, presente em toda costa sul catarinense e gaúcha provocado pela energia das ondas também é chamado deriva litorânea de sedimentos. Sendo a movimentação lateral de sedimentos de modo geral resposta à actividade das ondas que incidem obliquamente à linha de costa, incidência bastante comum na linha da costa em questão (Zasso, 2007).

2.8. Deposição

Marcelino (2009) define deposição como um fenómeno ou processo conducente à acumulação de materiais (limon, argila, areia, cascalho, matéria orgânica, etc.), transportados por água corrente, vento, gelo, etc., de que resultam os sedimentos e posteriormente as rochas sedimentares.

A deposição dos materiais ocorre quando o meio transportador deixa de ter energia suficiente para os transportar – os materiais mais maiores e mais densos, como os seixos e cascalho, são os primeiros a serem depositados enquanto os materiais mais finos, como a argila, são os últimos (Barro, 2001).

Estes processos são bastante complexos e ocorrem naturalmente e são responsáveis pela conformação da crosta terrestre, (Marcelino, 2009). Entre os que tornam possível a deposição, estão a água, o vento, a gravidade, o gelo e agentes biológicos, como a acção antrópica.

2.9. Sedimentos

Sedimentos são partículas sólidas inconsolidadas, de material inorgânico ou orgânico, de variados tamanhos e que são acumulados em bacias deposicionais (Dias, 2004).

Segundo Marcelino (2009) a deposição acontece quando as forças exercidas pela acção do escoamento das águas já não conseguem manter o transporte do sedimento em suspensão ou rolando pelo leito, então estas partículas depositam-se no leito, nas margens ou em outros locais específicos. Pode ser entendida como a etapa final da movimentação do sedimento, que se iniciou com o processo erosivo.

2.9.1. Tipos de sedimentos nas praias

Para Okomato (2009) as praias são formadas por sedimentos inconsolidados, delimitadas de um lado pela região onde a passagem das ondas não mais movimenta os sedimentos do assoalho marinho, profundidade esta denominada base da onda.

O processo de transporte de sedimentos nas praias tem uma importância fundamental na determinação do processo de recuperação da zona costeira (Baldock *et al.*, citado por Okomato 2009). O sedimento de uma praia pode ser composto de qualquer material que seja disponível em quantidades significantes e que possuam características apropriadas (Okomato 2009). As características dos sedimentos estão relacionadas ao tamanho das suas partículas, como ilustra a tabela abaixo:

Tabela 1: Ilustra a granulometria dos sedimentos

Classificação	Phi (ϕ)	(mm)
Área muito grossa	-1 a 0	2 a 1
Areia grossa	0 a 1	1 a 0,5
Areia media	1 a 2	0,5 a 0,25
Areia fina	2 a 3	0,25 a 0,125
Areia muito fina	3 a 4	0,125 a 0,062
Silte	4 a 8	0,062 a 0,00394
Argila	8 a 12	0,00394 a 0,0002

Fonte: Modificado de CETESB (2003)

3. Mecanismos de transporte de sedimentos

O mecanismo de transporte de sedimento tem origem na erosão da bacia e na erosão do leito e nas margens dos rios. As partículas erodidas que chegam ao rio podem ser transportadas em suspensão no meio líquido ou pelo leito. Mas também sofrem resistência de atrito, o que resulta numa velocidade menor que aquelas em suspensão (Menezes, 2011).

A suspensão inclui tanto partículas provenientes do próprio leito como a chamada carga de lavagem ou carga de finos que é uma espécie de “pano de fundo de sedimentos” provenientes da bacia bem à montante (Menezes, 2011).

Silva e Volpato, (2010) dividem o transporte de sedimentos em três grupos:

- ❖ **Arrasto:** são partículas que rolam ou escorregam longitudinalmente nos cursos de água, entrando em contacto com o leito praticamente todo o tempo;
- ❖ **Saltitante:** são as partículas que pulam ao longo do curso de água por efeito da correnteza ou pelo impacto de outras partículas. O impulso inicial que arremessa uma partícula na correnteza pode se dever ao impacto de uma na outra, o rolamento de uma por sobre a outra ou o fluxo de água sobre a superfície curva de uma partícula, criando assim pressão negativa;
- ❖ **Suspensão:** são os sedimentos suportados pelas componentes verticais das velocidades do fluxo turbulento, enquanto estão sendo transportados pelas componentes horizontais dessas velocidades, sendo suficientemente pequenas para permanecerem em suspensão, subindo e descendo na corrente acima do leito. Geralmente esse grupo de sedimento representa a

maior quantidade de carga sólida do curso d'água, podendo corresponder a 99% de toda carga sólida (Marcelino, 2009).

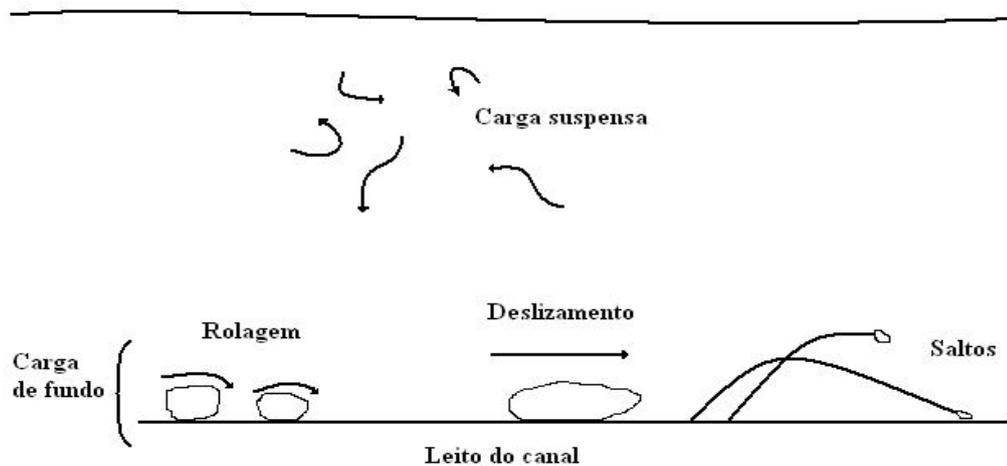


Figura 1: Formas de transporte de sedimentos por arraste, saltação e deslizamento **Fonte:** (Marcelino, 2009)

4. Diagrama simplificado da relação entre as velocidades de deposição, transporte e erosão

De acordo com Souza (2009), ao longo do curso de um rio realizam-se simultaneamente os três tipos de ação geológica, nomeadamente a erosão, o transporte e a deposição.

O mesmo autor diz ainda que a intensidade de erosão provocada pela carga sólida do rio depende da quantidade de detritos transportados e da sua competência. A quantidade de detritos transportados está relacionada com a velocidade da corrente (Christofolletti, 1979).

No (diagrama de Hjulström) estão representadas curvas experimentais que tentam explicar a influência da velocidade da corrente e da dimensão dos materiais nos fenómenos de erosão, de transporte e de deposição.

O gráfico abaixo descreve a relação entre a velocidade da erosão, o transporte e a deposição das partículas erodidas. A linha curva rotulada "velocidade de erosão" descreve a velocidade necessária para arrastar partículas do leito da corrente. A curva de velocidade de erosão é desenhada como uma linha grossa porque as partículas de erosão tendem a ser influenciadas por uma variedade de factores que mudam de fluxo para fluxo. Além disso, note-se que no arrastar de limo e argila precisa de velocidades maiores, em seguida, maiores partículas de areia. Esta situação ocorre porque o limo e a argila têm a capacidade de formar limites coesivos entre as partículas. Devido à

ligação, são necessárias velocidades de fluxo maiores para quebrar as ligações e mover essas partículas. O gráfico também indica que o transporte de partículas requer menor velocidade de fluxo e erosão. Isto é especialmente verdadeiro para as partículas de limo e argila. Finalmente, a linha rotulada "velocidade de deposição" mostra a que velocidades de determinadas partículas de tamanho caem do transporte e são depositadas.

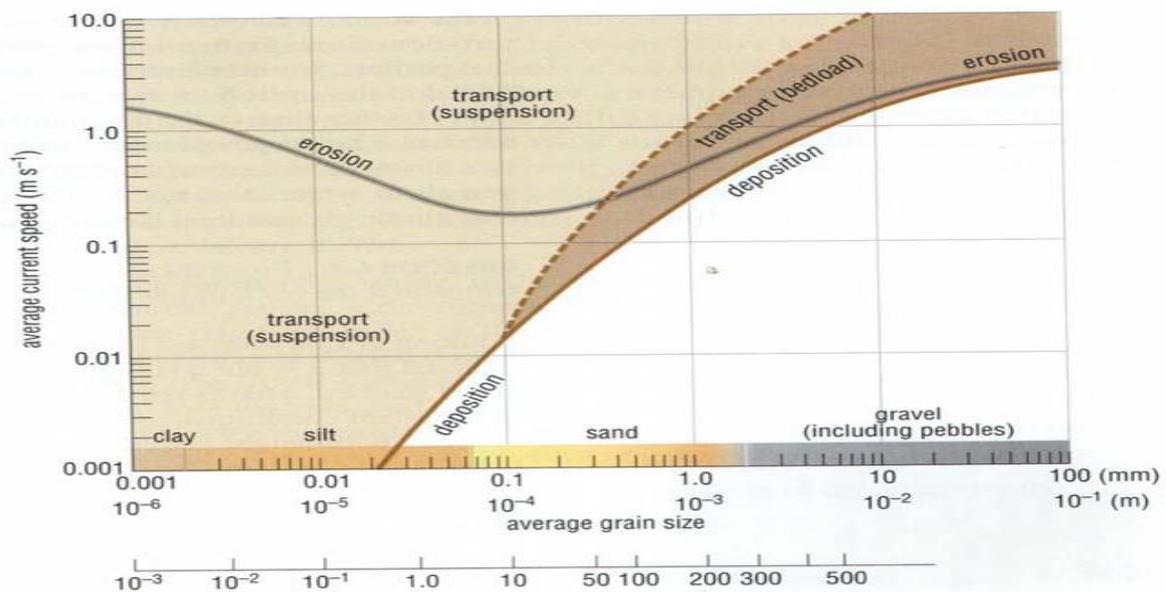


Figura 2: Gráfico ilustrativo da relação entre velocidade de corrente, transporte e deposição. **Fonte:** Hjulström (1935)

5. Estuários

Estuários são corpos de água costeiros, semi-confinados, onde ocorre a mistura de água doce, proveniente do continente, com água salgada do oceano. Os estuários são feições efêmeras em escala geológica, por ser um ambiente protegido e, assim, propenso à deposição, (Margarida & António, 2003).

6. Material e Métodos

6.1. Descrição da área de estudo

O distrito de Pebane localiza-se ao nordeste da província da Zambézia, sendo limitada a norte pelo Distrito de Gilé, a sul pelo Oceano Índico e o distrito de Maganja da Costa, a Oeste pelo distrito de Ile, e a Este pelo distrito de Moma com uma superfície de 10.086km². É um distrito de desenvolvimento baseada na actividade agrícola e da pesca. O clima dominante “tropical chuvoso de savana (AW)”, com duas estações distintas, a estação chuvosa e a seca. A precipitação média anual está na ordem de 1.286mm (MAE, 2005).

A maior queda pluviométrica ocorre no período compreendido entre Dezembro de um ano a Abril do ano seguinte (75 a 80%), variando significativamente na quantidade e na distribuição quer num mesmo ano, quer de ano para ano. As precipitações são fortemente influenciadas pela proximidade do mar (MAE, 2005).

Geomorfologicamente o distrito é denominado pela planície sedimentar de cobertura arenosa na faixa costeira e pelos sedimentos consolidados do soco do pré-câmbrico no interior, sendo ambas unidades interpretadas pelas linhas de drenagem natural onde ocorrem os sedimentos mais recentes-estuarino-marinhos na faixa costeira e aluvionares no interior. A faixa costeira compreende ainda solos arenosos amarelos, esbranquiçado e localmente modificados pelo hidromorfismo. Mais para o interior, predominam solos residuais do soco pré-câmbrico derivados de rochas ácidas e básicas (MAE, 2005).



Figura 3: Área de estudo.

6.2. Matérias

Para o presente trabalho foram usadas imagens de satélite Landsat (2005 e 2015) validadas com uma observação de campo no Distrito de Pebane e análises de dados referentes a precipitação, marés, correntes de marés e ondas. No trabalho de campo foi usado GPS Astra320 para a validação do resultado.

6.3. Métodos

6.3.1. Avaliação do avanço/recuo da linha de costa no período de 2005 a 2015

Foram usadas duas imagens de satélite Landsat dos anos de 2005 e 2015 através do Google Earth. As imagens foram digitalizadas através da ferramenta de *addpath* (para as linhas de costa). Na digitalização, foram sobrepostas as duas imagens e medidas a distancias que separa as duas linhas, através da ferramenta *ruller*.

Foi calculada a taxa de erosão ou deposição (milímetros por ano) através da equação 1.

$$v = \frac{\Delta S}{\Delta t} \quad [\text{Equação 1}]$$

Onde:

V – é a velocidade de erosão;

ΔS – é a Distância erodida e;

Δt – é tempo passado (período em estudo)

As linhas foram transferidas e visualizadas através do ArcMap. Para a visualização no arcmap a imagem digitalizada no Google earth e gravada na extensão kml. No arcmap a imagem digitalizada foi aberta através do arctollbox na qual foi convertida na forma de layer.

Foi também efectuado um *Track* usando o GPS na qual consistiu em caminhar com o GPS no limite da linha de costa de Malaua, quishanga e Macuacuane.

Para os polígonos foi usado para digitalizar o mangal, machambas, habitações e o estuário. Após a digitalização a imagem digitalizada foi gravada em formato/kml e posteriormente usada no *ArcMap* do *ArcGIS* onde foi transformado de/kml para o *layer* do *ArcMap*.

6.3.2. Identificação dos factores relacionados com erosão e deposição

Para a identificação das causas relacionadas com a erosão e deposição foram obtidos dados das médias mensais da precipitação do ano 2015 no Instituto Nacional de Meteorologia, Delegação de Quelimane. Os dados da precipitação do ano 2013 foram obtidos nos Serviços Distritais de Actividades Económicas do distrito de Pebane. Ao passo que para os dados da precipitação do ano 2005 foram obtidos na plataforma <https://m.accuweather.com/en/mz/pebene/246651/weather-forecast/246651> A escolha dos dados da precipitação nos referidos anos esteve relacionada com o facto de serem usadas as imagens de satélites referentes a este período.

Foram obtidos dados maré na plataforma www.tabuademares.com/af/mozambique/pebane para o dia 21 de Março de 2015. A escolha desta data esteve relacionada com o facto de ser um dos dias que se regista a maior amplitude de maré do ano.

Os dados das ondas e correntes de Maré foram obtidos na plataforma INCOIS (<http://ww.incois.gov.in/portal/index.jsp>) dos Serviços de Meteorologia Marítima no canal de Moçambique monitorados pelo Governo da Índia. Para estes parâmetros foram escolhidos os dados para o dia 21 de Março de 2015.

Foi auscultada a comunidade local a partir do inquérito que envolveu as comunidades de Malaua, Quishanga e Macuacuane com enfoque nas causas aliadas a erosão (*ver anexo 1*). Os resultados do inquérito foram ilustrados em forma de um gráfico circular (*Vide em anexo 2*).

6.3.3. Definição de estratégia para diminuição da Erosão

Na definição das estratégias de diminuição da Erosão levou-se em conta as características do local, os aspectos geológicos (tipo de solo), morfológico (inclinação) e físicos (chuvas, inundação de mares acção das ondas). Mais para tal houve a necessidade de identifica o principal agente causador da erosão em cada local.

Baseando-se na revisão da literatura e em função dos agentes causadores da erosão foram identificados sistemas e estruturas para diminuição da erosão.

7. Resultados

Os resultados obtidos durante a pesquisa são descritos abaixo, de acordo os Objectivos traçados para o presente trabalho.

7.1. Avaliação do avanço/recuo da linha de costa no período de 2005 a 2015

O mapa da figura 4 ilustra as linhas de costa de 2005 e 2015 onde podemos observar zonas que estão a ocorrer os processos de erosão e deposição. Como ilustra na faixa A está acontecer o processo de deposição, ao passo que para a faixa B ocorrem os dois processos e C ocorre o processo de erosão. As imagens bem destacadas podem ser observadas nas figuras 4, 5 e 6.



Figura 4: Ilustra o mapeamento das linhas de costa nos anos 2005 e 2015-Pebane.

De acordo com o mapa da figura 5 - faixa (A) a linha de costa sofreu um avanço (deposição) de 2884mm/ano este facto pode estar associado a deposição dos sedimentos fluviais que se fazem sentir naquela região visto que é um local onde os residentes cultivam os seus produtos.

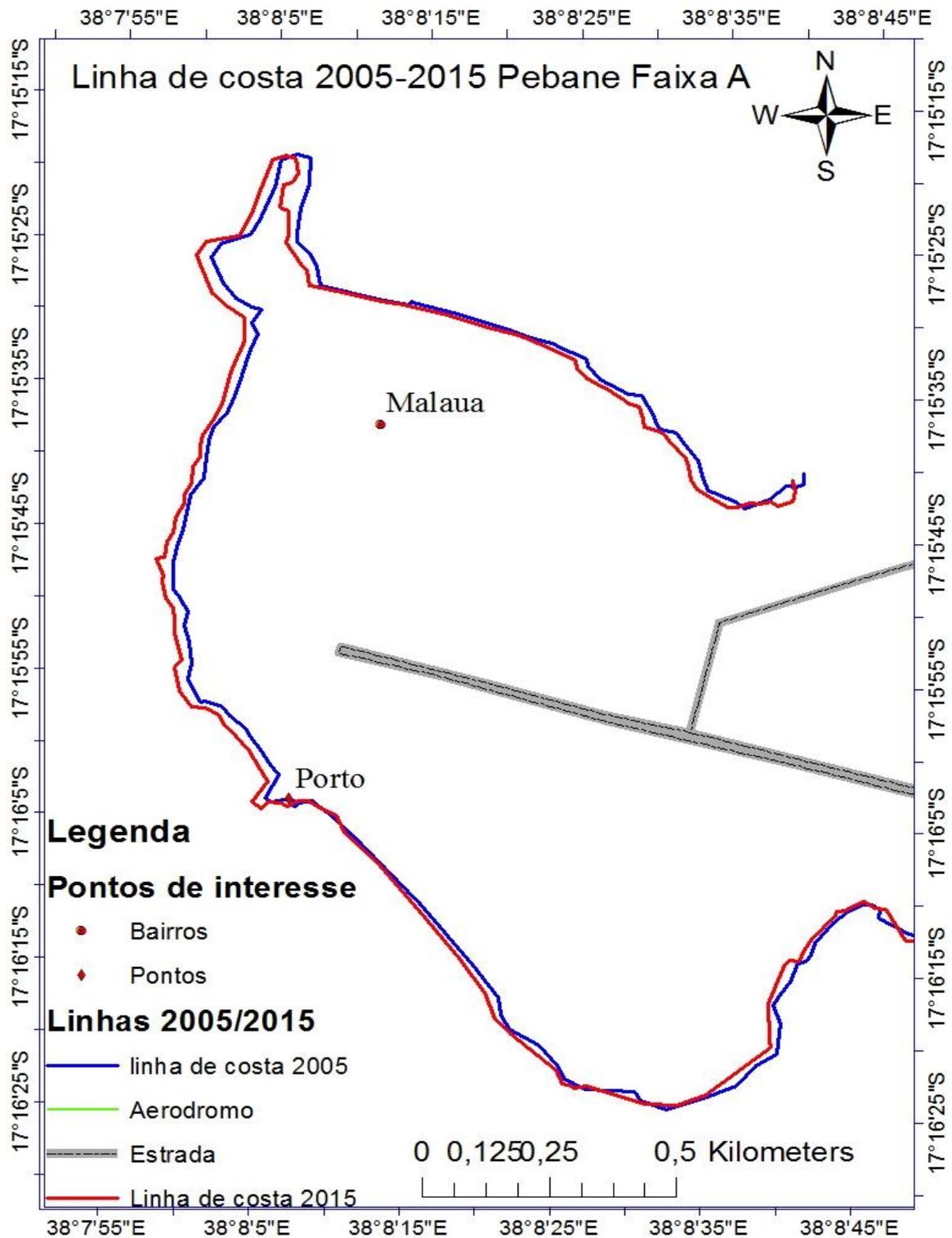


Figura 5: Mapeamento da linha de costa 2005 e 2015 faixa A.

O mapa da figura 6-faixa B está localizado o logde pebane fish a linha de costa apresenta uma sobreposição das duas linhas o que significa que o balanço sedimentar é equilibrado (a taxa de erosão e de deposição é quase igual). De acordo com os cálculos efectuados durante os 10 anos a região sudoeste do Logde Pebane Fish depositou cerca de 3340mm/ano e erodiu 3340mm/ano.

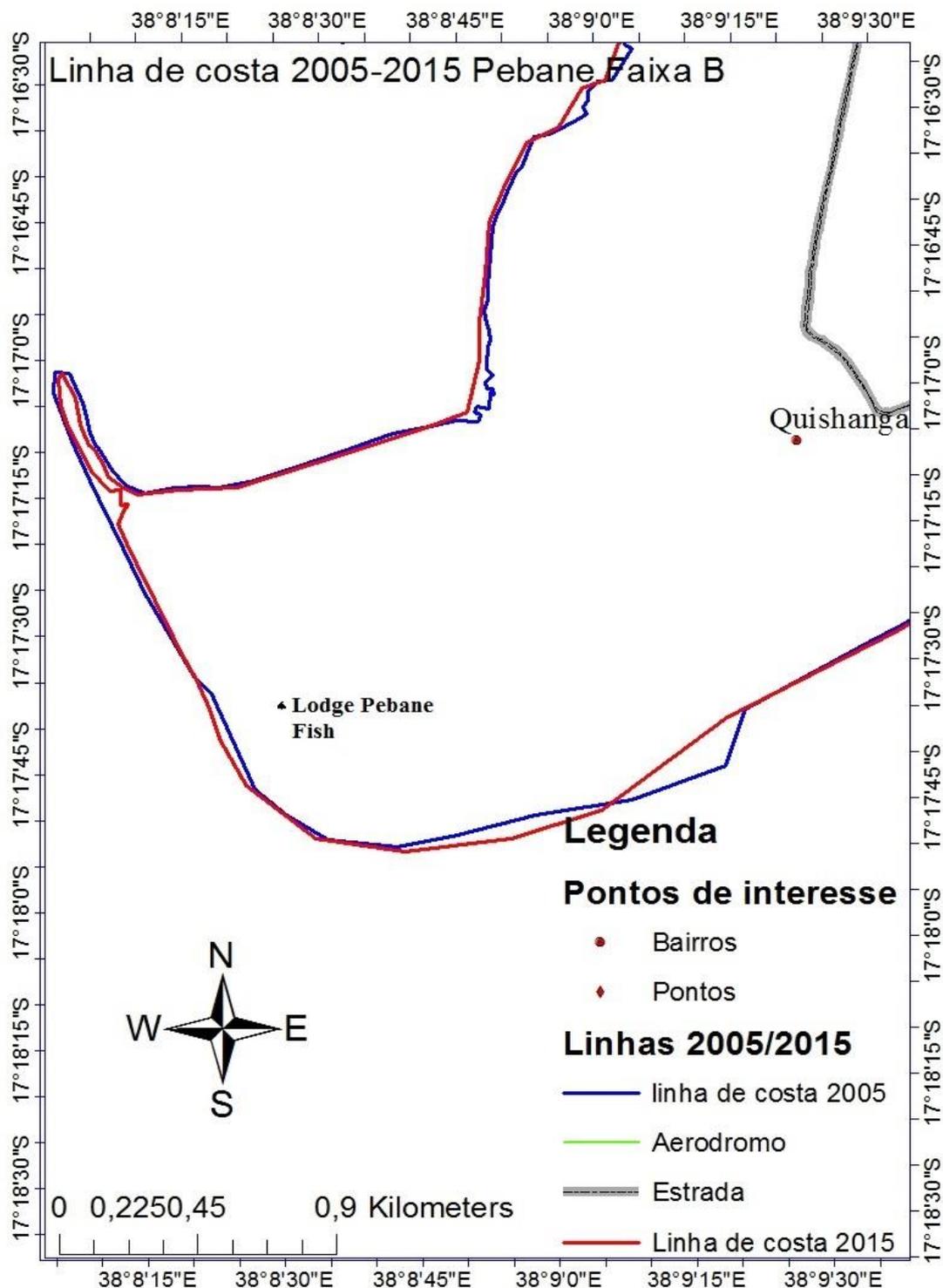


Figura 6: Mapeamento da linha de costa 2005e 2015 faixa B

O mapa da figura 7 - faixa C nota-se uma diferenciação das linhas com indicação de uma erosão acentuada em frente do Aeródromo de Pebane. Esta erosão de acordo com os cálculos efectuados pela equação 1 indicam que esta propaga-se com uma velocidade de 5191mm/ano e está direccionada a pista do aeródromo de Pebane, facto que está a causar preocupação para o governo local.

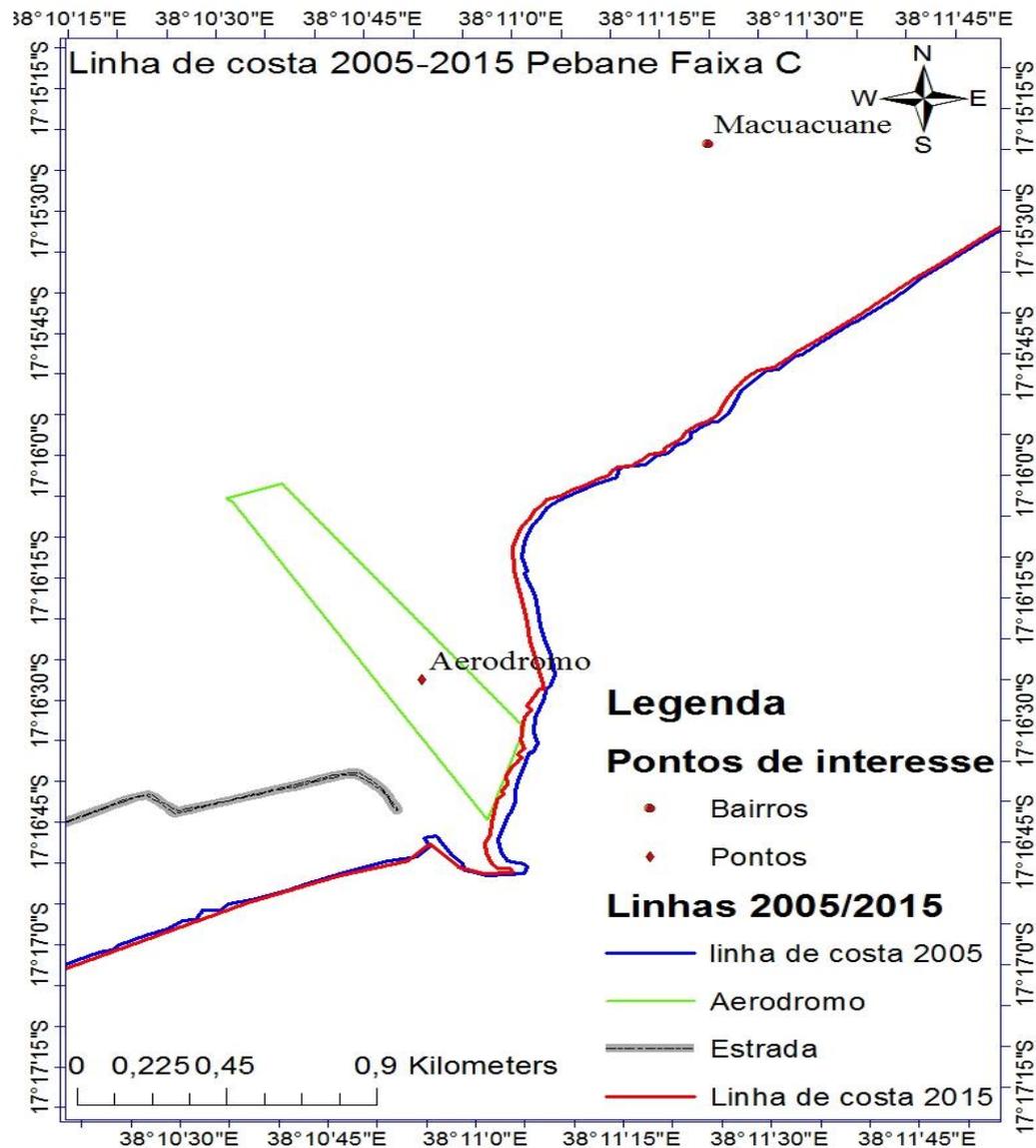


Figura 7: Mapeamento da linha de costa faixa C

7.2. Identificar os factores relacionados com erosão e deposição

O gráfico abaixo mostra a variação da precipitação entre os anos de 2005, 2013 e 2015. A partir do gráfico 8, pode se dizer que os anos 2013 e 2015 foram os de maior precipitação, atingindo cerca de 350 a 500 mm e o ano de menor precipitação foi 2005, com uma média anual de 100 mm. Esta diferença de precipitação pode ter influência directa na variação da linha de costa.

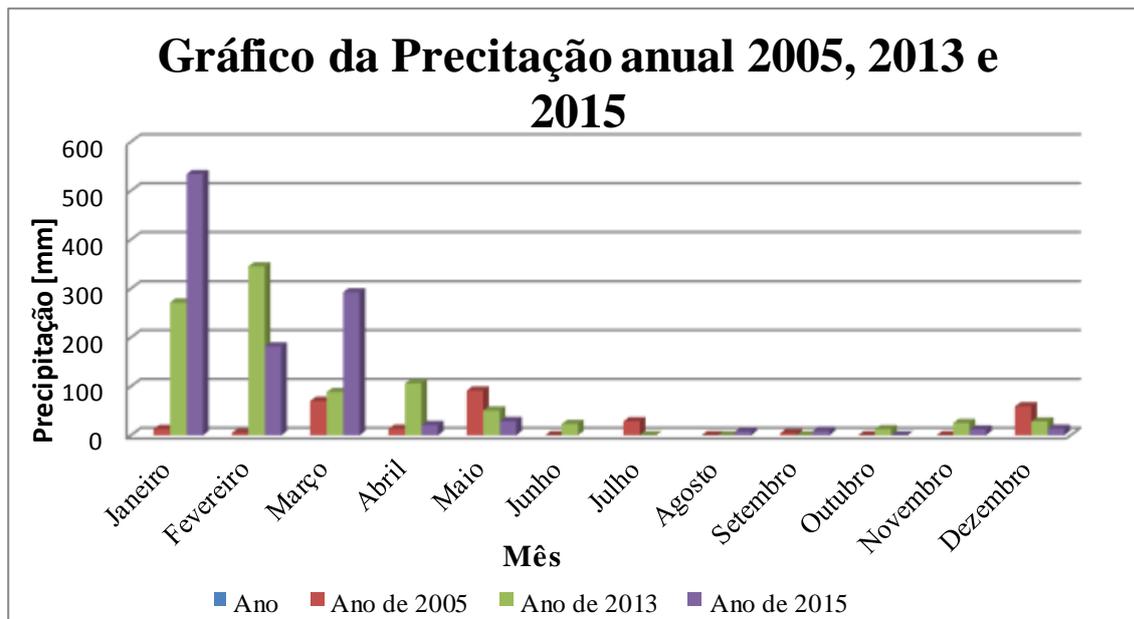


Figura 8: ilustra a precipitação em diferentes meses e anos.

No gráfico da figura 9 são representados os resultados das correntes de marés (lidas no eixo a esquerda), e o nível da maré (lidas no eixo a direita) em função do tempo na fase da maré num período de 19 horas. Nele se nota que nesta região regista-se marés semi-diurnas com diferença de altura na ordem de 5,3m. As correntes atingem cerca de 22cm/s na parte da boca do estuário de Pebane. A 10km da costa são registradas ondas de Swell com altura de 1,5m.

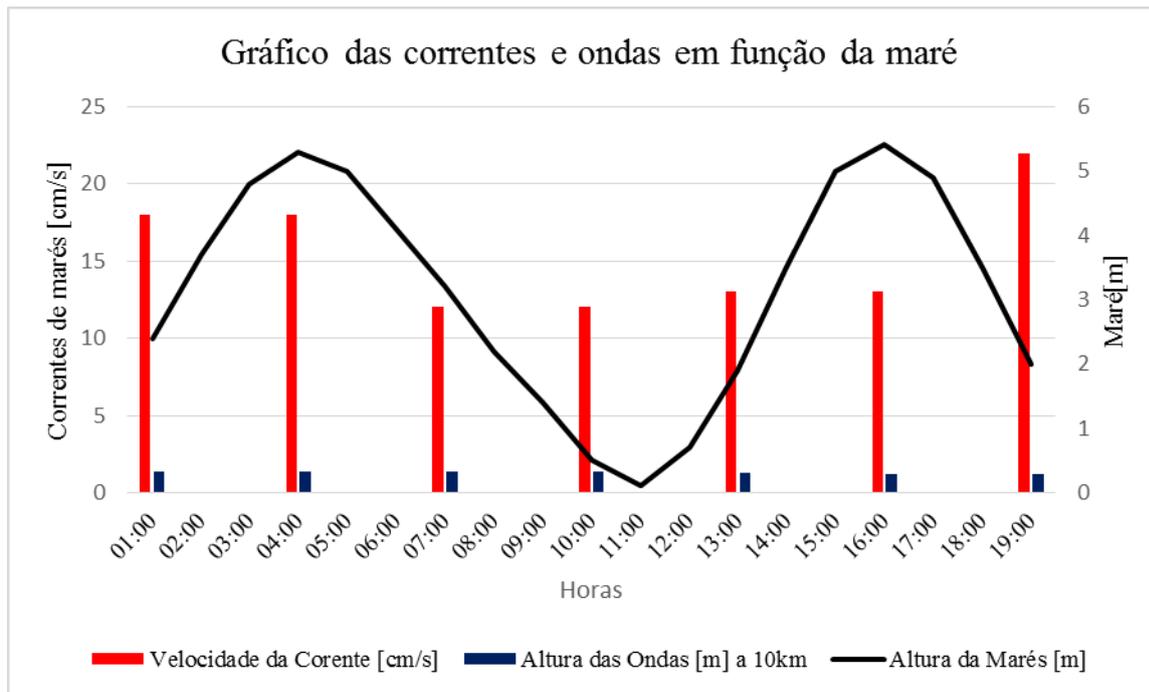


Figura 9: Ilustra velocidade da corrente e altura das ondas em função da maré dia 21 de Março de 2015

Os resultados da auscultação feita aos residentes dos bairros de Malaua e Quishanga, referentes ao ponto de vista das causas de erosão, 48 % destes consideram que o corte do mangal é o que mais contribui para a erosão (Vide em anexo 2).

8. Definição de estratégias para diminuição da Erosão

O problema de erosão resulta essencialmente de um conflito entre um processo natural, o recuo da linha de costa, e a actividade humana. As medidas de contenção da erosão aqui apresentadas, foram tomadas tendo em conta o tipo de erosão que se regista no local baseando se em referência de algumas experiências de sucesso.

Há que destacar que, em qualquer intervenção costeira, é necessário considerar a dinâmica marinha e principalmente as alterações, no ambiente, provocadas pelas próprias obras, para que não haja o comprometimento acelerado da vida útil da obra (Paula, 2012).

No local de estudo foram constatados três situações, a destacar:

- i. Erosão devido a descarga pluviométrica no bairro de Macuacuane

Dado que está erosão é causada devido a descarga pluviométrica é recomendável que sejam abertos canais de drenagem de tal modo que possam direccionar a água proveniente dos bairros para pontos

estratégicos. Não é tão pertinente que este sistema de drenagem seja de material convencional mas sim uma abertura de canais para direccionar a água principalmente no período chuvoso.



Figura 10: Esquema de sistema de drenagem para redução da erosão no bairro de Macacuane.

ii. Erosão e deposição a sudoeste do Lodge Pebane Fish

Para este local antes da definição da melhor estratégia para acabar com a erosão há necessidade de se efectuar um estudo oceanográfico com foco no processo de circulação das correntes que governam esta região, dados que num determinado período erode e noutro período sedimenta. O mais importante neste estudo seria a questão da estabilidade nesta região. Porque se for para criar condições de tal modo que apenas esteja a depositar pode vir a criar outros constrangimentos na navegação visto que esta zona está na entrada do canal que dá acesso ao porto de Pebane.

Numa primeira aparição seria a questão de colocação de estruturas que dissipam a energia das ondas vindo do oceano (principalmente na fase da enchente da maré) e a colocação de estruturas que suportam a força das correntes das marés na fase da vazante. Está claro que esta região é afectada pelos dois agentes, a corrente de maré e a energia das ondas.

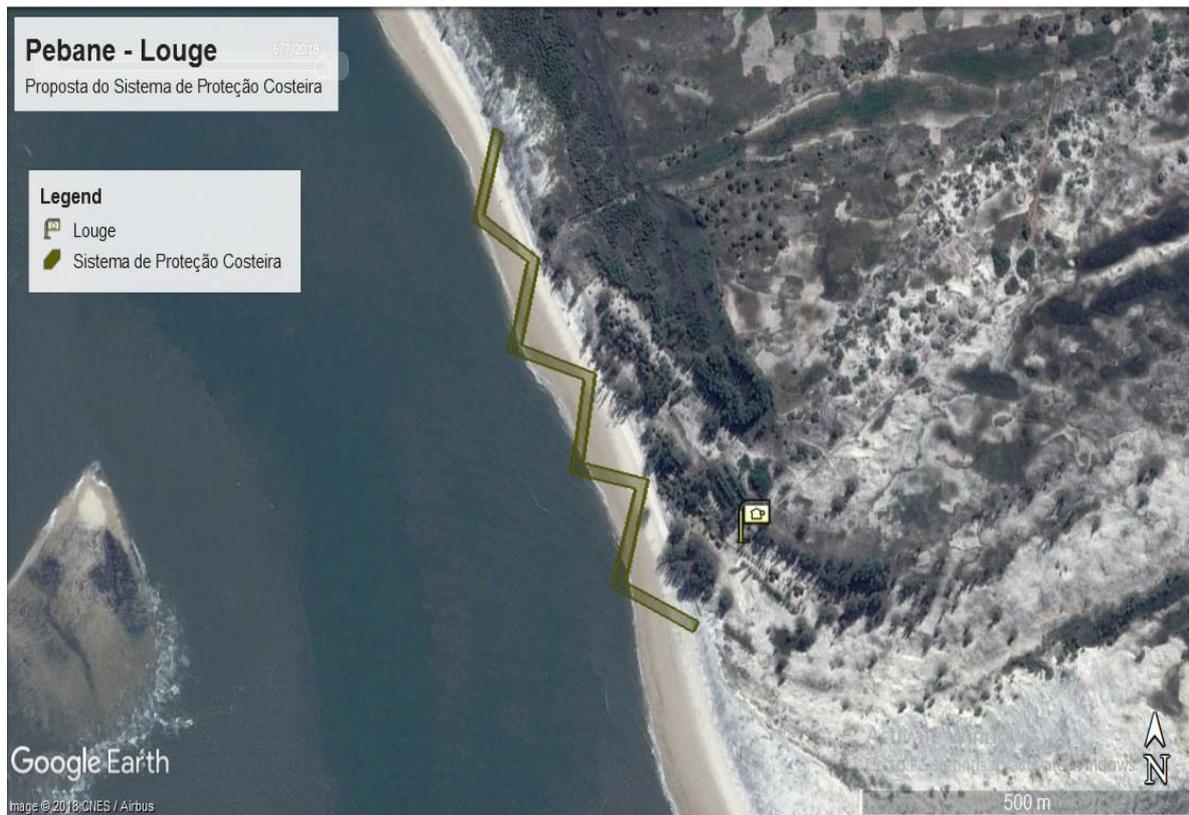


Figura 11: Construção de estruturas para dissipação da energia quebra corrente marés.



Figura 12: Modelo de estrutura para dissipação de energia das ondas e diminuição da corrente de maré. Fonte: <https://br.depositphotos.com/1690662220/stock-photo-sea-wave-protection-barrier.html>

9. Discussões

Através da figura 4 é possível observar que no período em estudo, há ocorrência dos processos de erosão e deposição. A clarificação destes processos é ilustrada nas figuras 5(deposição), figura 6 (ocorrem os dois processos) e figura 7(erosão).

O bairro Malaua é considerado como o bairro densamente povoado comparativamente aos outros bairros que fazem parte do estudo. Dada a maior densidade alguns terrenos próximos a linha da costa são transformados em terrenos para construção de habitações, principalmente no extremo norte e noroeste. A sudoeste do Bairro Malaua, observa-se a adaptação dos terrenos de mangal em campos de cultivo arroz ou Batata.

Estes processos fazem com que uma parte costeira seja transformada em parte continental. Aspectos de género já tinham sido reportados por MITADER (2015). Mas também a deposição verificada pode estar relacionada com a acumulação de processos dinâmicos sobre a linha da costa influenciada pelos sedimentos fluviais, como foi constatado por Almeida & Cruz (2013), visto que com os cálculos efectuados no período em estudo a deposição esta na ordem de 2884mm/ano.

Na figura 6, observa-se uma sobre posição das duas linhas o que significa que balanço sedimentar é equilibrado no período em estudo. Das análises feitas, este balanço pode estar relacionado aos processos da circulação das correntes, acção das ondas e o escoamento superficial das descargas pluviométricas. Este processo acontece a oeste do Lodge Pebane.

Processos como este já foram reportados por Souza e Luna (2010) num estudo feito em São Paulo, Brasil, no qual este processo acontece de forma natural, que poderia ser a curto período de tempo (semanas, meses, poucos anos) como a reversão ou geração de pequenas células de deriva litorânea em certos trechos da praia.

Dados observados das velocidades das correntes são suficientes para considerar que os sedimentos podem ser transportados com a velocidade da corrente que flui nesta região, de acordo com o diagrama de Hjulstron (1935)

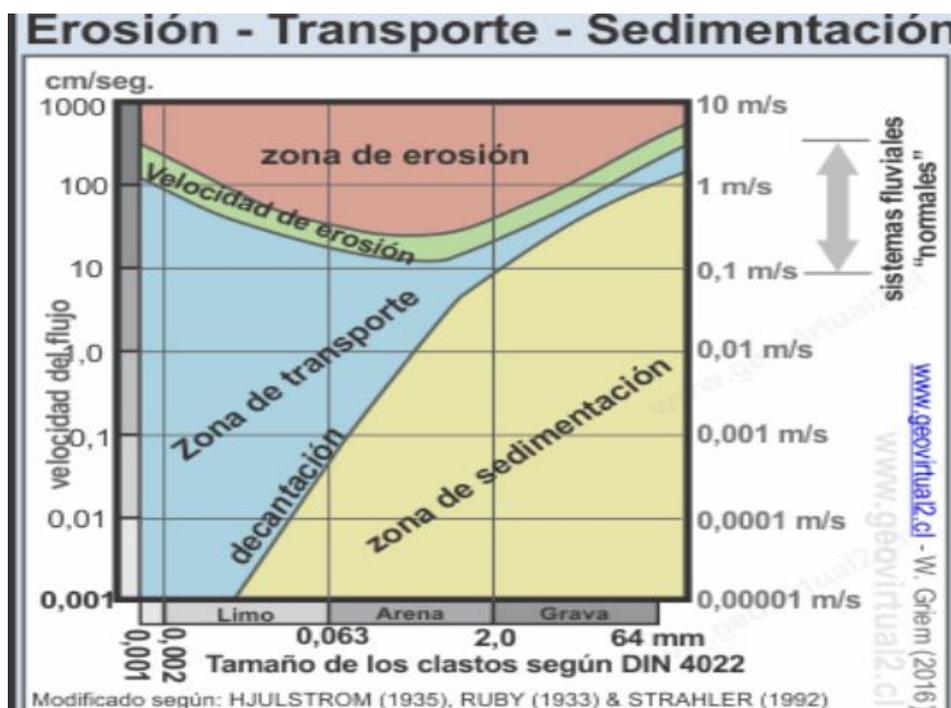


Figura 13: Diagrama de Hjulstrom Fonte: Hjulstrom (1935)

Nos valores da velocidade observados no dia 21 de Março de 2015 foi registado um 23,2cms/s. esta velocidade é suficientemente eficaz para transportar sedimentos arenosos.

Na figura 7 observa-se uma erosão acentuada. De acordo com os cálculos efectuados no período em estudo esta região está erodir a uma velocidade de 5191mm/ano. Com base nos dados da precipitação anual Avaliações feitas indicam que esta erosão é agravada pelas descargas pluviométricas. Um registo da precipitação feito para os anos 2005, 2013 e 2015 acompanhados da localização da linha da costa nos anos referidos. Indicam que existe uma relação directa entre a descarga pluviométrica e extensão erodida.

Dada ao maior declive observado na região as ondas e as correntes de maré podem ter menor contribuição na erosão desta região.

Dado ao tipo de presença de sedimentos arenoso (susceptíveis) ao arraste devido as descargas pluviométricas, Almeida & Cruz (2013), num estudo relacionado considera que o escoamento superficial devido as descargas pluviométricas pode ser um dos principais agentes responsável pela erosão.

Bertoni e Neto (1999) também consideram que a precipitação é um dos factores climáticos de maior importância na erosão. A capacidade da chuva em provocar erosão é dita erosividade, que é função

da intensidade, duração e frequência da chuva. Quanto maior a intensidade, maior as perdas por erosão.

De acordo com Pastana (1972) a chuva só é capaz de erodir algum tipo de solo dependendo da intensidade e quantidades da chuva e das condições da superfície do solo. Este facto foi observado no gráfico da figura 8 para os anos de 2013 e 2015 que apresentam valores anuais superiores a 900mm.

Uma das razões usadas para a criação de canais de drenagem para diminuir a erosão no bairro de Macuacuane esta relacionada com o facto de se observar no período chuvoso as águas não estarem direccionadas para um ponto de escoamento assim como por ser uma área com défice de vegetação devido as praticas agrícolas.

Segundo Filho (1999) a cobertura da vegetação é um factor importante de defesa natural que funciona como uma manta protectora, evitando a desagregação das partículas de solo que é a primeira fase da erosão. Entre os principais efeitos da cobertura vegetal destacam-se a protecção contra a dispersão e quebra da energia das águas de escoamento superficial, aumento da infiltração pela produção de poros no solo por acção das raízes e o aumento da capacidade de retenção de água pela estruturação do solo por efeito e da produção e incorporação de matéria orgânica.

Nnshyyama (1995) destaca que com a remoção da vegetação nativa, a substituição por outro tipo de cobertura não apresentara a mesma eficiência na prevenção dos processos erosivos, podendo ainda, favorecer a desenvolvimento do mesmo.

O esquema e as estruturas propostas para a dissipação de energia das ondas e diminuição da velocidade da corrente é uma das estratégias economicamente viável. E quando se trata de protecção costeira de acordo com Hoguane (2007) o recomendável é a montagem de estruturas que dissipam a energia das ondas assim como diminuem a velocidade da corrente sobre os factores que impulsionam a alteração da Linha de Costa no Bairro de Malaua e Quishanga.

10. Conclusão

Analisadas as imagens de satélites dos anos 2005 e 2015 e os dados de precipitação, correntes e marés referentes aos anos 2005, 2013 e 2015 da área em estudo os dados levaram-nos a seguinte conclusão:

- ❖ No Bairro Malaua a nordeste do porto a linha de costa avançou (deposição) 2884mm/ano, no período de 2005 a 2015. Este avanço está associado a deposição dos sedimentos fluviais e as técnicas agrícolas usadas para o cultivo dos seus produtos;
- ❖ No Bairro Quishanga onde fica localizado Pebane Fish Logde, no período 2005 a 2015 a linha de costa apresentou uma estabilidade periódica, isto é, erodiu 3340mm/ano e depositando 3340mm/ano;
- ❖ No Bairro Macuacuane a Sudeste do Aeródromo de Pebane a linha de costa sofreu uma erosão acentuada nos anos 2005 a 2015, e esta erosão propaga-se em direcção a pista do Aeródromo a uma velocidade de 5191mm/ano;
- ❖ O depósito e a remoção de sedimentos verificados a sudoeste de Pebane Fish Logde são influenciados pelas correntes de marés;
- ❖ A erosão verificada a Sudeste do Aeródromo é influenciada pelas descargas pluviométricas.

11. Recomendações

Instituições de investigação e Universidades

- ❖ Que se faça um estudo sobre variação da linha de costa numa série temporal maior de pelo menos 30 anos;

Ao Governo Distrital

- ❖ Que seja encontrada um financiamento para a construção das valas de drenagem na região do aeródromo a fim de desviar a água para locais específicos;

Ministério da Terra, Ambiente e Desenvolvimento Rural (MITADER)

- ❖ Que se projectem novas linhas de costa para os anos futuros usando modelos.

12. Referências Bibliográficas

- Abdon, M. d. (2004). *Os impactos ambientais no meio físico – erosão e assoreamento na bacia hidrográfica do rio taquari, em decorrência da pecuária*. São Carlos.
- Almeida, C., & Cruz, S. (2013). *Avaliação das taxas de variação da linha de costa através de imagens orbitais e levantamento GPS na praia de riacho doce Maceió - AL*. Alagoas.
- Barro, M. d. (2001). *Classificação de riscos, com destaque para os riscos de natureza geológica*. Basil: Porto Alegre.
- BERTONI, J., & NETO, L. (1999). *Conservação do Solo*. São Paulo.
- Christofolletti, A. (1979). *Análise de sistemas em geografia*. São Paulo: Editora Hucitec.
- CETESB. (2003). *Classificação granulométrica dos sedimentos*. Brasil: São Paulo.
- Dias, J. A. (2004). *A análise sedimentar e o conhecimento dos sistemas marinhos*. Baía.
- FILHO, G. (1999). *Controles de Erosão*. São Paulo.
- Filho, G. S. (2000). *Controles de erosão*. São Paulo: fundações & obras geotécnicas.
- Gregório, M. d., Melo, W. D., & Júnior, A. F. (2001). *Mudança da linha de costa à médio prazo no município do cabo santo agostinho, pernambuco brasil*.
- HJULSTROM, F. (1935). *Studies of the morphological activity of rivers as illustrated by the river Fyris:Uppsala*.
- Hogwane, A. M. (2007). *Perfil Diagnóstico da Zona Costeira de Moçambique*. Quelimane, Moçambique.
- <http://ww.incois.gov.in/portal/index.jsp>
- <https://br.depositphotos.com/1690662220/stock-photo-sea-wave-protection-barrier.html>
- <https://m.accuweather.com/en/mz/pebene/246651/weather-forecast/246651>
- Jesus, L. V. (2016). *Dinâmica das praias (Artistas e Atalaia) e da Linha de Costa contígua a desembocadura do Rio Sergipe, Aracaju*. São Cristóvão–SE: Universidade Federal de Sergipe.

- Jr, T., Fernando, J, & Albertasse, T. L. (2012). *Análise da Variação da linha de costa do Espírito Santo*. Victoria: Vitória I 2012 governo do estado do espírito santosecretaria de estado de economia e planejamento – sep Instituto Jones dos Santos Neves – IJSN.
- Junior, O. B., & Angulo, R. J. (2002). *Variações da linha de costa das praias do litoral sul do estado do Paraná, sul do Estado do Parana, no periodo de 1954 a 1997*. Sao Paulo: Universidade Federal do Paraná.
- MARCELINO, L. (2009). *Transporte de sedimentos em suspensão nos rios catarinenses*. Florianópolis, (SC).
- Marcondes, A. C. (2005). *Vulnerabilidade erosiva da Praia do Nenel, Bela (Ilha do Boi), Vitoria-ES*. Vitoria: Universidade Federal do Espírito.
- MARGARIDA, C. D., & ANTONIO, C. R. (2003). *Caracterização de estuários proposta de metodologia para a definição de domínios de integração espacial e temporal de variáveis*.
- Martins, L., & Ferreira, L. T. (Outubro de 2004). *Linha de Costa: Problemas e Estudos*.
- Mazzer, A., & Dillenburg, S. (2009). *Variações temporais da linha de costa em praias arenosas dominadas por ondas de sudeste da Ilha de Santa Catarina (Florianópolis, SC, Brasil)*. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
- Menezes, G. M. (2011). *Estudo da evolução da linha de costa entre o cabo Mondego e Aveiro (1958 - 2010)*.
- Ministerio da Administração Estatal. (2005). *perfil do distrito de Pebane provincia da Zambezia*. (p. 58). MAputo: Ministerio da administração estatal.
- Ministerio da Terra, A. e. (2015). *Estratégia e Plano de Acção Nacional para Restauração de Mangal - 2015-2020*. IUCN.
- NISHYYAMA, L. (1995). *Erosao dos solos*. Sao carlos, Sao Paulo.
- OKAMOTO, N. (2009). *Transporte de sedimentos e estado morfodinâmico da praia da curva de jurema. VITÓRIA - ES*. Vitoria.
- PASTANA, F. L. (Julho de 1972). *Relacao chuva - perda por erosao. Bolentim Cientifico*.
- PASTORE, E. (1986). *Contribuicao ao Tema Geotecnia e Meio Ambiente: Erosao. Mecanica dos Solos*. Porto Alegre.

Paula, D. P. (2012). *Erosão costeira e estruturas de proteção no litoral da* . Portugal: Universidade do Algarve-UALG.

Ribeiro, L., Bodevan, E., & Lúcio, P. (2010). *Direção de transporte sedimentar na desembocadura do rio itanhém, extremo sul da bahia. Aplicação do método de gao & collins e krigagem vetorial*. Sao Paulo.

SALOMAO, M. (1989). *Controle de erosao; bases conceituais e tecnicas diretrizes para o planejamento urbano regional: orientacoes para o controle de borcorocas urbanas*. Sao Paulo.

Santos, F. D., Lopes, A. M., Moniz, G., Ramos, L., & Taborda, R. (2014). *Gestão da Zona Costeira, o Desafio da Mudança*.

Silva, J. V., Menezes, C. T., & Volpato, S. B. (2010). *Projecto Convenio 1ª Vara Federal e Juizado Especial Federal Criminal da Subsecao Judiciaria de Criciuma e UNESC*. Criciuma.

Silva, M. S. (1995). *Estudos da Erosao*. PETROLINA - PE: Pesquisadora CPATSA-EMBRAPA.

Souza, C. R. (2009). *A Erosão Costeira e os Desafios da Gestão Costeira no Brasil*. Sao Paulo: Revista da Gestão Costeira Integrada.

Souza, C. R. (2010). *Variação da linha de costa e balanço sedimentar de longo período em praias sob risco muito alto de erosão do município de Caraguatatuba*. São Paulo,; Revista da Gestão Costeira Integrada.

Souza, C. R., & Luna, G. d. (2010). *Variação da linha de costa e balanço sedimentar de longo período em praias sob risco muito alto de erosão do município de Caraguatatuba(Litoral Norte de São Paulo, Brasil)*. Sao Paulo .

www.tabuademark.com/af/mozambique/pebane

ZASSO, L. A. (2007). *A alteração na deriva litorânea e no balanço de sedimentos em costas arenosas. Estudo de caso: molhes do rio mampituba e praias adjacentes* . Porto Alegre.

13. Anexos

13.1. Anexo 1: Identificar os factores relacionados com erosão e deposição Questionário sobre o Mapeamento das comunidades de Malaua, Quichanga, Macuacuane e Morremone

Nº Perguntas

- 1 Tem o conhecimento sobre mudanças climáticas:
- 2 Comunidade:
- 3 Tempo de residência:
- 4 Tipo de Actividade:
- 5 Tipo de cultura/tipo de pesca:
- 6 A quanto tempo pratica esta actividade:
- 7 Onde pratica actualmente:
- 8 Onde praticava anteriormente:
- 9 Nível de rendimento da actividade actualmente:
- 10 Nível de rendimento da actividade anteriormente:
- 11 O que se pode fazer para melhorar o rendimento:
- 12 Onde estava o mangal/ a vegetação:
- 13 O que causou a variação da vegetação?

13.2. Anexo 2: Resultados do inquérito sobre os factores que impulsionam a alteração da Linha de Costa no Bairro de Malaua e Quishanga

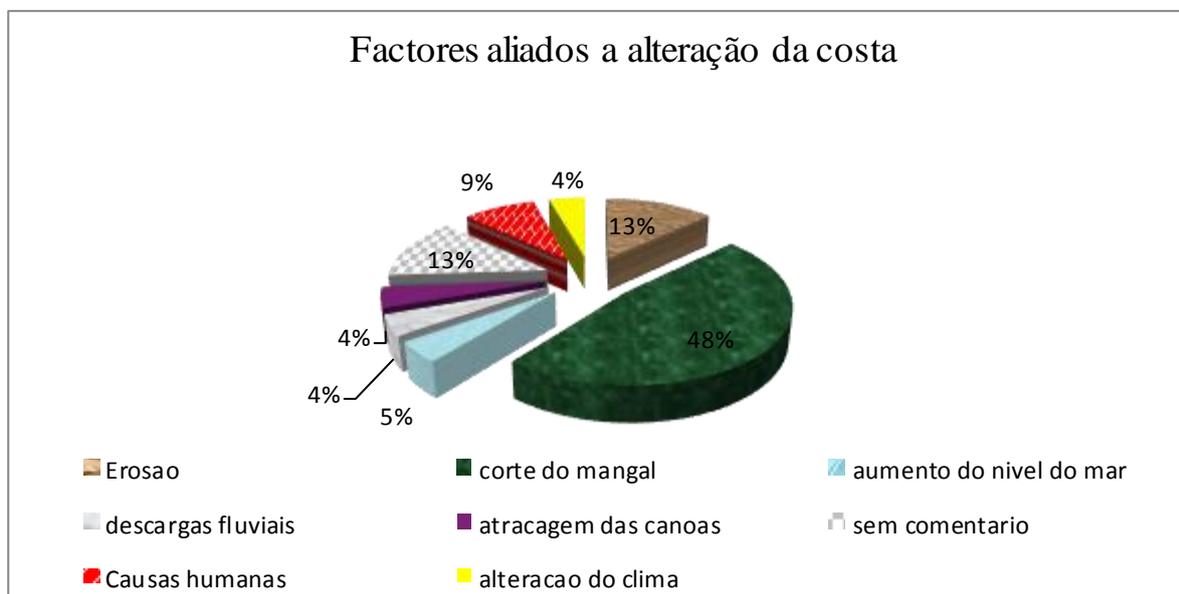


Figura 14: Factores aliados a alteração da linha de costa.