



Escola Superior de Ciências Marinhas e Costeiras

Monografia para obtenção do grau de licenciatura em Oceanografia

Estudo da dinâmica da erosão na zona de restauração de mangal no bairro Icidua, Quelimane, província da Zambézia.



Autora: Recilda Hilário Mavie



Escola Superior de Ciências Marinhas e Costeiras

Monografia para obtenção do grau de licenciatura em Oceanografia.

Estudo da dinâmica da erosão na zona de restauração de mangal no bairro Icidua, Quelimane, província da Zambézia.

Autor:

Recilda Hilário Mavie

Supervisor:

Msc. Noca Bernardo Furaca da Silva

Quelimane, Fevereiro de 2018

Agradecimentos

Expresso a minha infinita gratidão em primeiro lugar ao senhor meu Deus que me concedeu o dom da vida para poder aqui chegar hoje e alcançar o objectivo de me formar.

Em segundo lugar agradecer aos meus pais Sr. Hilário e Sra. Hermenegilda, irmãos e todos familiares pelo apoio financeiro, moral e incentivos sem vocês eu não teria conseguido.

A todos docentes da Escola Superior Ciências Marinhas e Costeiras agradeço pelos ensinamentos durante a fase estudantil, e em especial ao meu orientador Dr. Noca Bernardo da Silva pela sua dedicação, orientação e constante disponibilidade para me auxiliar durante o trabalho o meu muitíssimo obrigada.

Expresso também o meu maior agradecimento ao meu parceiro Custódio Banze, as amigas Hornélia Mavie, Olinda Rufo, Ana Dimas, Carlota Covane pelo apoio incondicional e por terem acompanhado o passo a passo desta longa caminhada, vocês foram um grande suporte.

Por último agradeço a todos os colegas de turma de Oceanografia 2014, que durante estes quatro anos permitiram me conhecer novas etnias, dividir alegrias e tristezas que levarei como uma doce lembrança para toda vida.

Declaração de Honra

Declaro por minha honra que o conteúdo desta tese de licenciatura em Oceanografia com o título Estudo da dinâmica da erosão na zona de restauração do mangal em Icidua, Quelimane, província da Zambézia é da autoria da autora, fruto de muita dedicação e esforço com a assistência do orientador, excepto o que está correctamente referenciado. Salientar que a presente tese nunca foi apresentada na sua essência para a obtenção de qualquer título ou outro título similar.

Autora:

Recilda Hilário Mavie

Quelimane, Fevereiro 2018

Dedicatória

A minha dedicatória é especialmente para os meus pais, que tudo fizeram para ver sua filha formada.

Pai, Mãe.....

A vossa filha conseguiu.

Resumo

Desde a antiguidade, o homem desmata indiscriminadamente o mangal com objectivo de cultivo, visando produzir seu próprio sustento expondo desta forma o solo á acção destrutiva da chuva, do vento e pela acção hidrodinâmica quando da utilização de práticas inadequadas. O desgaste progressivo dos solos resulta na perda da camada rica do solo causada pela erosão, provocando prejuízos incalculáveis. O presente trabalho foi feito no campo de restauração do mangal no bairro Icidua, situada na cidade de Quelimane, província da Zambézia, esta área é dominada pelas mares semidiurnas, composto por solos argilosos onde a espécie da *Avicennia Marina* tem facilidade de crescer . Tendo em conta os problemas enfrentados nesta região o trabalho focalizou-se no estudo da dinâmica da erosão no campo de restauração, em avaliar o avanço da erosão e em identificar as principais causas da erosão neste local. Para melhor desenvolvimento deste trabalho foram usadas imagens de satélite fornecidas pelo Google Earth dos anos 2002 a 2017, realizou-se igualmente uma colheita de dados no local do estudo que durou 12 horas, obtiveram se durante esta colheita, dados da corrente absoluta da mare, turbidez, ondas e mares. Os resultados obtidos mostram que na dinâmica da erosão no campo de restauração as estações 1 e 4 apresentaram menor avanço da linha da costa diferentemente das estações 2 e 3 que apresentaram um avanço significativo chegando a ultrapassar os 3 metros escolhidos para as observações no campo. O método usado para o monitoramento da erosão nesta área de restauração do mangal mostrou se eficaz tendo apresentado acima de 90% de acerto em todos estações. A área apresenta a máxima velocidade das correntes no período da vazante que chegam a atingir 75cm/s, momento este que ocorre a máxima turbidez da água. As estações 1 e 4 são as que apresentam maior cobertura do mangal desta forma a erosão nesta área levará muito mais tempo para atingir a área que o mangal esta a ser restaurado, e para o caso das estações 2 e 3 que não possuem nenhuma cobertura do mangal nota se que, em menos tempo esta área irá erodir pois nestas áreas os processos erosivos se intensificam provocado maior desgaste do solo.

Palavras-chaves: Dinâmica da erosão, restauração do mangal, correntes de maré, *avicennia marina*

Abstract

From antiquity, the man indiscriminately deforests the mangrove for cultivation purposes, aiming at his own sustenance, exposing, in this way, the soil to the destructive action of rain, wind and hydrodynamic action when using it inappropriately. The gradual deterioration of soil results in the loss of the rich soil layer caused by erosion, causing untold damages. This work was carried out in the mangrove reforestation field in Icidua located in Quelimane city, Zambézia province, this area is dominated by semi-diurnal tides, composed of clay soils that contribute to the existence of the species *Avicenna Marina*. Considering the difficulties faced in that area, the current work focused on studying the erosion dynamics in the reforestation field, evaluate the erosion advance as well as finding out what are the main causes of this erosion. During the research many observers occurred for better development of this work, were used satellite images of 2002 to 2017 provided by Google Earth, equally happened a harvest of data in the study area which lasted 12 hours. We obtained during this campaign data of the absolute current of tides, turbidity, waves and tides information. The results obtained show that in the erosion dynamics station 1 and station 4 had less advance of the coastline, different from station 2 and station 3 that presented a greater advance reaching to exceed the 3 meters chosen for observations. The method used to monitor erosion in this reforestation field of mangrove showed effective having introduced above 90% acceptance in all stations. The area has the maximum speed of currents during the ebb tide that achieves 75cm / s of flow. Stations 1 and 4 are that covered by mangrove it protects this area from erosion, this area will take a lot of time to erode unlike stations 2 and 3 which is not covered by mangrove, the erosion rate will be higher, by the way will take less time to erode as in these areas the erosive processes are intensified leading to greater soil wear.

Key words: Erosion dynamics, mangrove reforestation, tidal currents, *Avicenna Marina*

Listas de Figuras

Figura 1: Área de estudo.	15
Figura 2: Imagem da alteracao da linha da costa 2002 a 2017	18
Figura 3: Variação da Linha da costa Icidua	19
Figura 4: Ilustra o Gráfico da velocidade das correntes em função da maré	20
Figura 5: Gráfico da turbidez em função da maré	21
Figura 6: Gráfico da variação da onda em função da maré.	21
Figura 7: Distribuição do tipo de solo a cada estação analisada em função a cobertura da vegetação do mangal	23
Figura 8: Ilustra o gráfico da tendência da distância erodida de 5 de Maio a 19 de Outubro de 2017.....	24
Figura 9: Tempo necessário para a erosão atingir a zona de restauração	25

Índice

Agradecimentos.....	i
Declaração de Honra	ii
Dedicatória.....	iii
Abstract.....	v
Listas de Figuras	vi
CAPITULO I	1
1.0 Introdução	1
1.1 Problematização.....	2
1.2 Justificativa.....	3
1.3 Objectivos	3
1.3.1 Objectivo Geral.....	3
1.3.2 Objectivos específicos.....	3
CAPITULO II	4
2.0 Revisão Bibliográfica	4
2.1 Erosão	4
2.2 Tipos de erosão.....	4
2.2.1 Causas da erosão:.....	6
2.3 Estuários.....	7
2.3.1 Tipos de Estuários.....	7
Estuários Bem Misturados	7
Estuário Parcialmente Misturado	8
Estuários Altamente Estratificados	8
Estuários de Cunha Salina.....	8
2.4 Processos que ocorrem no estuário.....	9
2.4.1 Marés.....	9
2.4.2 Correntes de Marés num Estuário.....	10
2.4.3 Transporte de sedimentos	11
2.4.4 Diminuições no Fornecimento Sedimentar	12
2.5 Mangal	13
2.5.1 Distribuição e Ocorrência de Mangais em Moçambique	13
2.5.2 Importância dos Mangais	13
CAPITULO III.....	14

3.0 Metodologia	14
3.1 Áreas de estudo.....	14
3.2 Materiais Usados	15
3.3 Métodos	16
3.3.1 Avaliar o avanço da erosão no campo de restauração.....	16
3.3.2 Identificação as principais causas da erosão.....	16
3.3.3 Avaliação do crescimento das plantas na zona de restauração face a dinâmica da erosão	17
CAPITULO IV	18
4.0 Resultados e Discussão	18
4.1 Determinação da dinâmica da erosão no campo de restauração.....	18
4.2 Identificação as principais causas da erosão	19
4.3 Avaliação do crescimento das plantas na zona de restauração face a dinâmica da erosão	22
CAPITULO VI.....	25
5.0 Conclusão.....	25
6.0 Referências Bibliografias	26

CAPITULO I

1.0 Introdução

As áreas costeiras localizadas na interface entre a terra e o mar, mostram-se ser ecossistemas únicos e poderosos, os quais reúnem importantes condições para alojar uma imensa biodiversidade, não só no que diz respeito à fauna e flora, mas a actividades que lá se podem desenvolver (económicas, lazer, entre outras). Daí decorreram sérias pressões a todo um espaço complexo e heterogéneo que comprometeram o desenvolvimento sustentável do mesmo

(MAGALHAES, 2001) Define erosão como sendo um processo mecânico que age em superfície e profundidade, em certos tipos de solo e sob determinadas condições físicas, naturalmente relevantes, tornando – se críticas pela acção do homem. Traduz - se na degradação, transporte e deposição do solo, subsolo e rochas em decomposição pelas águas, vento ou geleiras.

A este fenómeno estão associadas várias causas, algumas naturais, mas a grande maioria como resultado das acções do Homem, desde a subida do nível médio das águas, motivadas pelas alterações climáticas; o insuficiente balanço sedimentar que põe em causa a deriva litoral, através das construções de barragens, a exploração de inertes fluviais ou as dragagens portuárias e, por fim, as obras de defesa do litoral (desenvolvidas para proteger a população e bens), as quais se constituem como estruturas rígidas e se responsabilizam pela aceleração do recuo da linha da costa (FERREIRA, 2014).

As permanentes pressões antrópicas foram colocando em causa o equilíbrio natural das zonas costeiras o que se traduziu, para além de outras consequências, numa forte erosão costeira e na respectiva alteração do comportamento da linha da costa.

Aproximadamente 20% da rede de costas de todo o planeta são formadas por praias arenosas. Destas, 70% se encontram em predominante processo de erosão, 20% em processo de programação e os 10% restantes estão em equilíbrio relativo. (SOUZA C. , 2009)

As razões para a predominância da erosão na linha da costa do mundo pode estar relacionada à elevação do nível do mar que observou se no último século.

Em Moçambique, o cenário da erosão dos solos constitui um dos problemas ambientais que é agravado pelos níveis elevados de pobreza em que vive a maioria da população rural do país. (MOIAMBO, 2015). O efeito combinado da falta de recursos e a necessidade de satisfação das exigências básicas de sobrevivência conduzem à sobre exploração ou utilização indevida dos recursos disponíveis com implicações graves para o ambiente.

Para a concretização do estudo e cumprimento dos objectivos foram feitas visitas constantes ao local de estudo, revisão bibliográfica de estudos e projectos anteriores que constam nas referências bibliográficas, e também com dados relativos a medição de correntes, de mare, e mais ainda com auxílio de imagens de satélite.

1.1 Problematização

Actualmente, as áreas mais rebaixadas localizadas próximas ao mar ou as lagunas já sofrem com inundações em função da transposição de ondas e pela subida do lençol freático, por sua vez a subida do lençol freático é causada não apenas pelas chuvas, mas por efeito das oscilações das marés lunar e meteorológica (MUEHE, 2008).

No bairro Icídua, verifica-se esse fenómeno, que afecta negativamente os residentes daquele bairro. As chuvas ao atingir o solo em grande quantidade provocam deslizamento, infiltração e mudanças na consistência do terreno.

A mudança na consistência do solo é um dos concorrente para a ocorrência da erosão naquele bairro. As actividades desenvolvidas pelas comunidades do bairro Icídua como o corte do mangal para o uso doméstico contribui também para o aumento da erosão, o corte do mangal faz com que o solo perca sua consistência, pois a água que antes era absorvida pelas raízes das árvores e plantas passa a infiltrar se no solo e está infiltração causa a instabilidade do solo e consequentemente a erosão.

O bairro Icídua está a ser restaurado e a poucos metros está a desenvolver uma erosão que não se sabe até que ponto pode atingir a zona de habitação e se as plantas colocadas na zona de restauração estarão em condições para combater a mesma erosão que ali se desenvolve.

1.2 Justificativa

No âmbito do desenvolvimento do projecto *Monitoramento do mangal* financiado pela USAID, houve um interesse de descobrir e detalhar os factores que levam a zona de restauração de mangal no bairro Icidua a erodir, visto que o projecto só teve como maior objectivo o plantio de novas plantas (mudas) para combater esta erosão. O facto da população do bairro Icidua sofrer directamente com a erosão constituiu uma grande motivação para dar continuidade com o estudo.

Este estudo poderá servir como mediador da erosão costeira e poderá também ter grande ênfase no combate da erosão e possivelmente melhorar a qualidade no padrão de desenvolvimento das plantas, pode também servir como referência para futuros estudos em estuários similares.

O trabalho tem como intuito identificar as causas da erosão que ocorre no local, sendo a população local o maior beneficiado pelo projecto visto que a erosão prejudica a mesma na produção agrícola, a maior parte da informação que será usada no projecto será baseada na colheita de dados no campo.

1.3 Objectivos

1.3.1 Objectivo Geral

Estudo da dinâmica de erosão no campo de restauração do mangal no bairro Icídua

1.3.2 Objectivos específicos

- Avaliar o avanço da erosão no campo de restauração;
- Identificar as principais causas da erosão;
- Avaliar o crescimento das plantas na zona de restauração face a dinâmica da erosão;

CAPITULO II

2.0 Revisão Bibliográfica

2.1 Erosão

A erosão é um processo que consiste no desprendimento e transporte das partículas do solo, constituindo-se na principal causa da degradação dos solos. Existem duas formas de erosão: erosão geológica, a qual é oriunda de fenômenos naturais, actuando como agente benéfico para a formação do próprio solo; erosão acelerada, a qual é provocada pelo homem, devido a destruição do equilíbrio das condições naturais, sendo comumente caracterizada como erosão (BERTONI, 1999).

2.2 Tipos de erosão

A erosão é classificada pelo agente actuante, podendo esse agente ser o vento, água ou geleira. Quanto às formas de desgastar o solo tem-se a erosão *superficial e a subterrânea*.

A *erosão superficial* pode ocorrer em estágios distintos, a erosão por embate acontece durante o contanto entre a energia de impacto e o agente em direcção ao solo, além de desintegrar parcialmente os agregados naturais, libertam as partículas finas, projectando-as para fora do maciço.

A *erosão hídrica* pode manifestar-se de três formas principais: erosão laminar, em sulcos ou voçorocas. A erosão laminar caracteriza-se pelo desgaste e arraste uniforme e suave em toda a extensão sujeita ao agente. A matéria orgânica e as partículas de argila são as primeiras porções do solo a se desprenderem, sendo as partes mais ricas e com maiores quantidades de nutrientes para as plantas. Apesar de ser de difícil observação ela pode ser constatada pelo decréscimo de produção das culturas, pelo aparecimento de raízes ou mesmo marcas no caule das plantas, onde o solo tenha sido arrastado.

Em superfície, a erosão depende da acção da precipitação e do escoamento superficial difuso. Segundo (CHRISTOFELETTI, 1999) a erosão pode subdividir-se em quatro partes essenciais que são:

*Erosão por gravidade*_ Acontece quando ocorre o transporte e deposição de sedimentos da superfície em virtude da acção da gravidade, com a queda de partículas e rochas. Nota-se principalmente em regiões montanhosas com alta declividade.

Erosão fluvial- aquela erosão causada pela acção das águas dos rios sobre as superfícies de cursos de água e de encostas. Atuam também no desgaste do solo durante enchentes periódicas. Tem tendência de intensificar-se com a retirada da vegetação localizada nas margens dos rios.

Erosão pluvial- aquela que ocorre em razão da acção da água da chuva, que desgasta a superfície e transporta sedimentos. Este processo atua também na lavagem dos solos e também, quando as águas da chuva encontram um solo sem vegetação, passam a ser responsáveis pela formação de graves tipos de erosão.

Erosão costeira é um fenómeno de proporções globais que vem se agravando com o aumento do nível dos mares provocado pelo aquecimento do planeta e o consequente degelo das regiões polares. Em muitos lugares, a taxa de recuo da costa e da degradação ambiental é rápida, quando comparada com as alterações ocorridas no passado, nas mesmas áreas e para períodos equivalentes. A intensificação da taxa de degradação das zonas costeiras é actualmente traduzida maioritariamente pelos efeitos da erosão costeira. A erosão costeira é um problema grave e visível ao longo da costa Moçambicana, em muitas zonas a taxa de recuo da costa verifica-se pela degradação ambiental com consequentes perdas económicas. Embora os processos de alteração natural estejam a ocorrer já desde os tempos primórdios da formação dos oceanos, actualmente tem-se verificado que a acção humana tem contribuído com a maior percentagem para a degradação das zonas costeiras. (LANGA, 2003)

Diversos factores podem acelerar e multiplicar os efeitos destes impactos, especialmente quando interferem no fluxo de sedimentos e no equilíbrio dinâmico da linha da costa e seus processos. Dentre estes factores de interferência humana podemos destacar as construções irregulares em praias, campos de dunas, margens de rio, encostas e bordas de tabuleiros, a fixação e desmonte

de dunas, e a construção de portos quebra-mares e grandes obras de engenharia sem o devido cuidado de não interromper o fluxo sedimentar costeiro (CAMPOS, 2003).

2.2.1 Causas da erosão:

São múltiplos os factores indutores da erosão costeira e consequente alteração da linha de costa dentre vários (SUGUIO, 2003) destaca duas causas da erosão nas zonas costeiras:

a) Causa naturais da erosão costeira:

- Dinâmica de circulação costeira (centro de divergência de células de deriva litorânea foco estável);
- Aporte de sedimentos naturalmente ineficiente (continente, praia e fundo marinho adjacente);
- Presença de irregularidades na linha da costa (promontórios rochosos e cabos; ilhas; rios);
- Fenómeno climático-meteorológicos anómalos (ciclones extratropicais; “El Nino”) e inversões da deriva litorânea (mudanças climáticas);
- Efeitos atuais da elevação do nível relativo do mar durante o último século (30 cm);
- Balanço sedimentar actual negativo por processos naturais individuais ou combinados;

b) Causas antrópicas da erosão costeira

- Urbanização da orla (destruição de dunas; impermeabilização de terraços marinhos);
- Implantação de estruturas rígidas ou flexíveis, paralelas ou transversais;
- Armadilhas de sedimentos associados a implantação de estruturas artificiais;
- Extracção de areias fluviais e dragagem em canais de mare e na plataforma continental;
- Conversão de terrenos naturais em urbanização (mudanças na drenagem e no aporte sedimentar) e
- Balanço sedimentar negativo por intervenções antrópicas

2.3 Estuários

Segundo (EMERY, 1982) define Estuário como sendo um corpo de água costeiro semi-confinado com ligação livre ao oceano, estendendo-se rio acima até o limite da influência das marés, sendo que em seu interior a água do mar é imensuravelmente diluída pela água doce oriunda da drenagem continental.

Estuários são feições costeiras bastante dinâmicas no tempo e no espaço, com origem associada à elevação do nível do mar e inundação de vales na zona costeira. Durante uma transgressão marinha, os estuários migram para montante inundando novas áreas, especialmente os vales fluviais. Entretanto, quando o nível do mar para de subir, ou quando o balanço de sedimentos no contexto estuarino se torna positivo, os estuários passam a ser assoreados. Normalmente, este assoreamento inicia-se na área mais interna e rasa, próxima à embocadura fluvial, o que reduz a área estuarina. A deposição de material sólido dentro do estuário provoca modificações morfológicas, que de acordo com o modelo de (DYER K. R., 1997) podem variar no tempo.

2.3.1 Tipos de Estuários

Classificação dos Estuários de Acordo com as Propriedades da água:

Segundo (PRITCHARD, 1952) há que considerar as variações da salinidade e temperatura para a variação da densidade, sendo a salinidade o factor mais determinante devido as grandes diferenças de salinidade entre a água do rio e a água do mar. Ele classificou os estuários em quatro grupos nomeadamente: Verticalmente misturado ou bem misturado, ligeiramente estratificados ou parcialmente misturados, altamente estratificados e estuários de cunha salina.

Estuários Bem Misturados

São geralmente rasos e a água é misturada verticalmente tornando-se homogêneos da superfície ao fundo em qualquer local do estuário. A salinidade aumenta com a distância ao longo do estuário do montante a boca. A mistura é principalmente causada por ondas de maré com energia suficiente para que o grau de turbulência quebre completamente a estratificação vertical da salinidade. (PRITCHARD, 1952).

Estuário Parcialmente Misturado

Estes estuários são geralmente rasos com a salinidade a aumentar de montante até a boca em todas as profundidades. Formam-se essencialmente duas camadas com a camada superficial menos salina que a camada do fundo em qualquer posição ao longo do estuário, e com uma camada de mistura entre elas. Em ambas as camadas existe uma mistura vertical de água doce e salgada, existindo variação longitudinal de salinidade nas duas camadas

Estuários Altamente Estratificados

Nestes estuários, que englobam maior parte das bacias profundas, a camada superficial aumenta em salinidade, de zero (aproximadamente) à montante do rio até um valor aproximado ao valor da salinidade do mar, na boca. A água profunda tem quase uma salinidade uniforme ao longo do curso do estuário, nestes estuários existe um forte halo clina entre a camada superficial e a camada profunda, particularmente a montante onde podem ocorrer gradientes verticais de salinidade de 10 a 20 PSU por metro, no verão durante o período do escoamento do rio.

Estuários de Cunha Salina

Como diz o nome, a água salina penetra em forma de cunha por baixo da água do rio. Esta situação é típica de rios com elevados caudais. O estuário de cunha salina tem características comuns aos estuários estratificados. Existe um gradiente horizontal de salinidade no fundo e um pronunciado gradiente vertical de salinidade. Outra característica deste tipo de estuários é que a cunha salina migra estuário acima e estuário abaixo com enchentes e vazantes, algumas vezes por muitos quilómetros. Esta classificação é baseada na interacção dos fenómenos mais importantes que ocorrem no sistema: escoamento fluvial, acção das marés, mistura e dispersão de salinidade, estruturas geométricas do canal e respectivas características dispersivas, porém este critério tem a limitação de não disponibilizar informação de quão o estuário está misturado sem se recorrer a amostragem do parâmetro indicador da estratificação e mistura ao longo de todo o estuário (VASSELE, 2004). A objectividade deste critério só é possível através da definição de parâmetros analíticos que permitem estimar a variação relativa da salinidade, quer a circulação interna que permitem estabelecer intervalos de valores que enquadram cada uma das classes definidas por este critério.

2.4 Processos que ocorrem no estuário

2.4.1 Marés

Maré é a oscilação vertical da superfície do mar ou outra grande massa de água sobre a terra, causada primariamente pelas diferenças na atracção gravitacional da lua e, em menor extensão, do Sol sobre os diversos pontos da terra. A oscilação da maré é consequência, basicamente, da Lei da Gravitação Universal de Newton, segundo a qual as matérias se atraem na razão directa de suas massas e na razão inversa do quadrado da distância que as separa (DUARTE, 1996).

A subida e decida cíclica do nível do mar produz uma onda que se desloca da boca do estuário para a montante. O estudo da propagação da onda de mare pode ser usado para estimar as características da geometria do estuário. A propagação da onda de mares depende da geometria do estuário e da descarga das águas do rio.

Em águas pouco profundas, podem se distinguir três tipos de propagação de ondas de mare: onda estacionária, progressiva e mista. Nos estuários, a onda de mare e do tipo mista, o que significa que não é puramente estacionária nem progressiva. Uma onda estacionária requer um corpo de água semifechado onde a onda de mare é totalmente reflectida. Uma onda progressiva apenas ocorre num canal profundo e de fricção desprezível. No caso de estuários de planície costeira, a forma de funil do estuário é a causa mais importante da diferença da face, sendo a fricção a causa de menor efeito. A convergência dos bancos de areia e o fundo causa uma reflexão parcial de onda de maré. (GROEN, 1993).

Quanto ao período das oscilações, existem mares semidiurnas com a duração de 12. 24h, diurnas com cerca de 24h de duração e de período longo (cerca de 14 dias). Porém, resultando a acção da maré das características das ondas incidentes provenientes do oceano, em estados de agitação gerando diferentes alturas de ondas em marés consecutivas, devese considerar uma sobreposição de ondas incidentes, desde que a relação entre a amplitude e da onda não seja suficientemente grande para introduzir efeitos não lineares.

Sendo a maré um movimento de elevado período de massas hídricas existentes à superfície da terra, os estudos dos efeitos hidrodinâmicos resultantes da onda de maré num estuário podem ser representados recorrendo a teorias de ondas longas.

A propagação da maré define-se como a distância que uma partícula fluida percorre ao longo do eixo principal do Estuário, no intervalo de tempo entre a preia-mar e baixa-mar ou vice-versa.

A acção da maré pode ser decomposta em dois efeitos distintos:

- Prisma de maré- traduzido pela capacidade da massa de água salgada, que penetra ciclicamente no estuário, em transportar sal, poluentes e partículas de suspensão;
- Oscilação das correntes de maré- responsável por dois fenómenos distintos:
 - Dispersão da salinidade e dos poluentes devido aos gradientes da velocidade nas secções transversais, à difusão turbulenta;
 - Mistura vertical, pois o avanço e rumo da cunha salina fornece a energia cinética necessária para quebrar a interface água doce/água salgada, permitindo a mistura turbulenta destas duas camadas;

2.4.2 Correntes de Marés num Estuário

Para (NHAPULO, 2000) corrente é movimento vertical da água, e as correntes de maré são o movimento periódico do fluxo horizontal no movimento vertical da água. As correntes presentes na zona costeira dizem respeito às correntes geradas por ondas e correntes geradas por marés, além dessas existem as correntes de ar.

As correntes de maré são determinadas pelo gradiente horizontal do nível de água e não pelo valor absoluto deste nível em determinado local. Portanto, em estuários não é possível, nem de forma aproximada, obter uma relação única entre o nível de água e a velocidade média do escoamento, como realizado nos rios. (DYER, 1997)

As correntes de maré sugerem devido as oscilações periódicas das águas (enchente e vazante), estimuladas principalmente pelas forças de atracção gravitacional entre a terra, lua e o sol. Num estuário tem-se água fluvial doce e água marinha salgada, e o seu comportamento hidrodinâmico não é homogéneo na mesma vertical. As águas mais densas situam-se mais ao fundo por onde começará a corrente de enchente, que se propagará sucessivamente até a superfície o mesmo ocorre com a corrente de vazante, de modo que as inversões têm origem normalmente junto ao fundo. (SILVA, 2011)

2.4.3 Transporte de sedimentos

Designa-se processo sedimentológico a colocação em movimento de grãos de sedimentos, o transporte e a cessação destes, através da deposição do material sólido nas depressões da bacia Hidrográfica, em reservatórios, estuários, Baías e canais de navegação (SILVA, 2011).

O processo morfológico consiste nas alterações das características geométricas em planta, perfil e na seção transversal do leito, como consequência da interrupção do equilíbrio dinâmico desses movimentos. A variação das posições e dimensões dos bancos de areia são exemplos deste processo (SOUZA C. R., 2005). O transporte de material sólido na coluna de água pode ser feito como carga de fundo ou em suspensão, dependendo do tamanho do sólido e das condições de fluxo.

A carga em suspensão pode também conter alguma carga de lavagem, composta por partículas menores e provenientes de uma fonte à montante, sem que tenham sido supridas pela erosão do leito (SILVA, 2011).

Os mecanismos de transporte dos sedimentos pela corrente, dependendo de suas propriedades físicas podem se classificar em três tipos principais:

O arrasto é o transporte de sedimentos que se efectua sempre em contacto com o leito. Este movimento se processa através de uma série alternada de deslocamentos no sentido do escoamento intercalados por períodos de repouso. Os deslocamentos ocorrem por rolamento, deslizamento ou arrastamento de uma partícula sobre a outra, de modo que haja um contacto quase permanente entre as partículas em movimento e as que compõem o leito. Os deslocamentos podem ser positivos, no sentido do escoamento, negativos, no sentido contrário, e nulo, quando a partícula se desloca transversalmente ao escoamento ou quando deixa de se deslocar, quando as tensões tangenciais no leito não são suficientes para manter a partícula em movimento.

A saltacão é a modalidade de transporte em que o grão é removido do leito no sentido vertical, atinge uma região onde as velocidades tendem a transportá-lo no sentido do deslocamento, mas retorna ao leito sob efeito do seu peso. Entretanto estes autores afirmam que outros pesquisadores consideram a saltacão do ponto de vista das quantidades transportadas, da morfologia de fundo e dependendo do “salto”, incorporadas ao transporte por arrasto.

A suspensão é a mobilidade de transporte em que os sedimentos em movimento são sustentados pelos componentes verticais ascendentes das correntes turbulentas e cujo peso próprio não é suficiente para depositá-lo. Como consequência, este movimento se caracteriza também por uma troca contínua de partículas através de camadas idealizadas do escoamento. (MADSON, 1993)

2.4.4 Diminuições no Fornecimento Sedimentar

A diminuição do fornecimento de sedimentos ao litoral está, na maior parte, directa ou indirectamente relacionada com as actividades antrópicas. À medida que a capacidade tecnológica do homem para intervir no ambiente em que vive vai aumentando, vai diminuindo, simultaneamente, a quantidade de areias que, por via fluvial, alimentam a deriva litoral. Assim, constata-se que a diminuição do fornecimento sedimentar ao litoral tem atingido a amplitude exponencialmente crescente ao longo deste século. (KRAUS, 1992)

Sedimentação

Para (MADSON, 1993)O fluxo de partículas ao longo dos estuários está condicionado por processos que influenciam directamente os mecanismos de distribuição de partículas e de contaminantes, tais como:

- A precipitação - produz a erosão, arrastamento e posterior deposição da matéria particulada no leito do estuário;
- A lateralização - responsável pela formação de áreas sujeitas à oscilação da maré (favorecendo a contaminação das zonas envolventes);
- A exportação - provoca um assoreamento da zona costeira e uma disseminação de poluentes;
- A dragagem - acção mecânica exterior que pode determinar a ressuspensão de partículas sedimentadas;

Geralmente, a distribuição de sedimentos num estuário segue o seguinte padrão:

- Areia – nos canais em contacto com o mar;
- Lodo (argila) – junto a depressões topográficas, encostas íngremes, vales glaciares, descargas de efluentes e em zonas de máxima turbidez;
- Silte / Argila – junto a áreas urbanizadas e em águas pouco profundas.

2.5 Mangal

O mangal é um ecossistema costeiro, situado nas regiões tropicais e subtropicais, ocorrendo junto a desembocadura de rios, estuários e lagunas costeiras, até onde houver influência de marés. Os mangais são ecossistemas de transição entre os ambientes oceânico e terrestre (NOVELLI, 1999). A importância desse ecossistema tem sido destacada por diversos autores, ao considerarem os mangais como ecossistemas altamente produtivos, devido à grande quantidade de matéria orgânica gerada neste ambiente e liberada para as águas costeiras na forma de detritos, compondo a base alimentar de várias espécies de caranguejos, camarões e peixes de valor comercial.

2.5.1 Distribuição e Ocorrência de Mangais em Moçambique

O mangal em Moçambique ocupa uma área estimada de 390 000 hectares, que se estendem ao longo dos 2.770 quilómetros de costa e geralmente ocorre ao longo de estuários, baías e lagunas. O mangal de Moçambique é o segundo em África, e o maior na região da África Oriental (FAO, Global forest assessment. Thematic study on mangroves, 2005).

Ao nível do país, o mangal está maioritariamente concentrado nas regiões Norte e Centro, onde grandes volumes da água doce são descarregados para o Oceano Índico, principalmente os rios Zambeze, Pungue, Save e Buzi no centro do país. O delta de Zambeze estende-se numa distância de 180 km ao longo da costa e 50 km para o interior e alberga de 50% dos mangais em Moçambique, sendo um dos mais extensos habitats de mangal em África, podendo atingir uma altura de 30 metros. No norte de Moçambique, os mangais são encontrados a partir do rio Rovuma em Cabo Delgado, até Angoche em Nampula, com áreas de notável desenvolvimento em Lumbo, Ibo-Quissanga e baía de Pemba. No sul do país, os mangais ocorrem com notável desenvolvimento em Morrumbene, baía de Inhambane, baía de Maputo, e na Ilha de Inhaca. Cerca de 8 espécies do mangal ocorrem em Moçambique, sendo as principais a *Avicennia marina*, *Rhizophora mucronata*, *Ceriops tagal*, *Bruguiera gymnorrhiza*, *Sonneratia alba*, *Lumniera racemosa* e *Xilocarpus granatum* (BARBOSA & CUAMBE, 2001).

2.5.2 Importância dos Mangais

As florestas de mangal estão entre os ecossistemas mais produtivos e biologicamente importantes do mundo, pois fornecem bens e serviços dos ecossistemas importantes para a sociedade humana e os sistemas costeiros e marinhos.

Existem quatro categorias de serviços ambientais, sendo que os mangais realizam quase todas elas a saber:

- **Regular os serviços** (processos naturais, como a protecção costeira, a regulação atmosfera e clima, controle de doenças humanas, processamento de água, controle de inundações e controle a erosão);
- **Serviços de aprovisionamento** (bens e produtos que incluem madeira e combustível lenhoso, processamento de pescado, a produção de sal, carvão, construção);
- **Serviços culturais** (benefícios não materiais, tais como valor estético, recreação/turismo, áreas sagradas, pomadas e medicamentos tradicionais);
- **Serviços de apoio** (processos naturais que mantem outros serviços dos ecossistemas, tais como reciclagem de nutrientes, a prestação de habitats de viveiro de peixes, sedimentos, armadilhas, a filtragem de água e tratamento de resíduos).

Os mangais ajudam também a proteger os recifes de coral, tapetes de ervas marinhas e rotas de navegação por aprisionamento de sedimentos transportados por erosão das terras altas. Esta é uma função chave na prevenção e redução da erosão costeira e fornece comunidades próximas a protecção contra os efeitos do vento, ondas e correntes de água. Eles apoiam a conservação da diversidade biológica, fornecendo habitats, áreas de desova, viveiros e nutrientes para um número de espécies marinhas e espécies pelágicas (FAO, 2007).

CAPITULO III

3.0 Metodologia

3.1 Áreas de estudo

O presente trabalho foi feito no campo de restauração do mangal no bairro Icidua, situada na cidade de Quelimane província da Zambézia. Nesta região é frequente a presença de marés semidiurnas, e normalmente é mais composto por solos argilosos que contribuem para a existência das espécies *Avicennia marina* que estão a ser desenvolvidas. É uma região com um clima chuvoso e principalmente seco, tendo apenas duas estações (Inverno e Verão). Em termos de precipitação regista se maiores níveis de precipitação nos meses de Dezembro a Março.

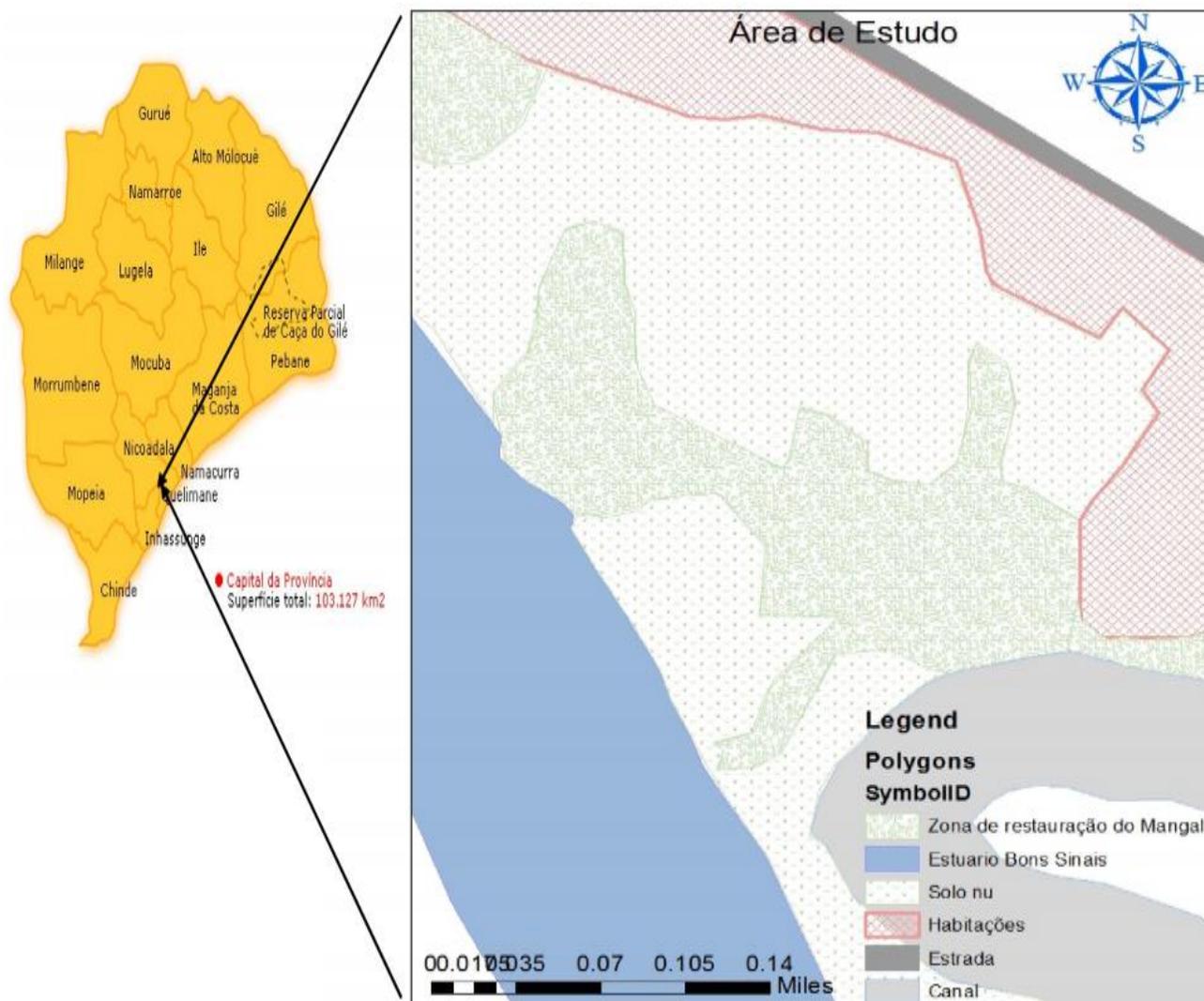


Figura 1: Área de estudo.

3.2 Materiais Usados

Tabela 1: Materiais Usados Para colecta de dados

Equipamento	Modelo	Serie	Precisão
GPS	Astro	220	0.01 ⁻²
Fita métrica	_____	_____	_____
Correntómetro	Seguard	1385	10 ⁻⁶ - 10 ⁻¹⁵
Peso, Boias e Cordas	_____	_____	_____
Embarcação(Canoa)			

Maquina fotográfica	Samsung	I9190XXUBNA1	8MP
---------------------	---------	--------------	-----

3.3 Métodos

3.3.1 Avaliar o avanço da erosão no campo de restauração

Para determina o da dinâmica da erosão no campo de restaura o, foi feito o monitoramento do mangal. Esta etapa consistiu em marcar quatro esta es com ajuda do GPS e nas mesmas esta es foram colocados 4 marcos, dois marcos na zona com interferência do mangal e dois marcos na zona sem interferência do mangal. Mediu-se 3 metros ao longo do limite do canal que d  acesso ao Estuário Bons Sinais até ao marco para controlar o processo da erosão face ao seu progresso. O monitoramento foi feito a cada fase de mare morta durante um período de seis meses com ajuda de uma fita métrica, para validar a teoria de que a erosão estava realmente a decorrer.

Imagens de satélite

Para auxiliar na determina o da dinâmica da erosão no campo de restaura o foram usadas imagens de satélite que tem como objetivo avaliar a varia o da linha da costa, as imagens de satélite apresentam grandes vantagens, uma delas que   a precisão e são de fácil acessibilidade.

Na identifica o da linha da costa através de imagens de satélite várias fei es podem ser utilizadas, pode-se tomar como exemplo a linha de água mais elevada (preamar), linha de vegeta o. (ANDERS & BYRNES, 1991)

Neste estudo as imagens de satélite foram usadas para obter uma compara o do avanço da linha da costa face a erosão, imagens de anos anteriores (2002, 2009, 2016, e 2017) ajudaram na observa o do quanto perdeu-se de terra (progresso da erosão). Foi usada a fonte Satélite Landsat com a máxima resolu o

3.3.2 Identifica o as principais causas da erosão

Para identificar as principais causas da erosão foi feita medi o das ondas e das correntes de mare. Entender o processo das ondas e das correntes de mares contribuiu positivamente para decifrar o quão as ondas e as marés contribuem para o agravamento da erosão na zona de

restauração. A mediação das componentes ondas e correntes de mare foi feita mediante o uso de um *Sea Guard* que foi ancorado na superfície (1 m) com auxílio de 3 bóias e um peso no leito, o instrumento foi configurado para colher informações num intervalo de 10 minutos e numa frequência de 1 Hz para mais precisão.

Os dados foram extraídos e processados através do software *seaguard Studio* no qual foram convertidos para a planilha *Microsoft Excel* para posterior produção de gráficos.

3.3.3 Avaliação do crescimento das plantas na zona de restauração face a dinâmica da erosão.

A avaliação do crescimento das plantas na zona de restauração foi baseada nos resultados obtidos da taxa de evolução da erosão em função da taxa do crescimento das plantas que foram restauradas.

CAPITULO IV

4.0 Resultados e Discussão

4.1 Determinação da dinâmica da erosão no campo de restauração

A figura abaixo ilustra a variação da linha da costa no local de estudo num período 15 anos, a imagem revela que a linha de costa variou significativamente durante este período onde perderam se 105 metros de terra.

Do ano 2002 para o ano 2009 a linha da costa variou em 45.9 metros, do ano 2009 para o ano 2016 a costa retraiu 46.86 metros e do ano 2016 para o ano 2017 perdeu se 12.72 metros de terra.



Figura 2: Imagem da alteracao da linha da costa 2002 a 2017

A figura 3 ilustra a variação da linha da costa nas 4 estações que foram marcadas para obtenção da mesma. De 20 de Maio a 16 de Outubro dia que terminaram as medições a estação 1 erodiu 2.17 metros, estação 4 erodiu 1.52 metros em relação aos 3 metros medidos da primeira linha da costa até onde foram colocados os marcos para cada estação, as medições da estação 2 e estação 3 terminaram na segunda quinzena do mês de Setembro pois a erosão já havia ultrapassado os 3

metros que foram determinados para análise da variação da linha da costa nesta área em estudo. Segundo estes fatos constatou-se que estação 2 e estação 3 apresentaram maior avanço na variação da linha da costa em relação a estação 1 e estação 4. Estas variações são justificadas pelo fato de que nas duas estações que apresentaram maior avanço da linha da costa o solo não está coberto por nenhuma vegetação do mangal que se difere da estação 1 e estação 4 zonas esta que são abrangidas pela restauração do mangal em Icidua. Factor este é também justificado pelo (MAZDA, 2006) alega que a presença do mangal pode também ocasionar um efeito retardador e amortecedor da energia propagada, devido a exposição e ao entrelaçado de seus caules ou raízes, o que pode funcionar como meio eficaz de protecção erosivo causado pelo escoamento alternativo de afluxos e refluxos induzidos pelas correntes de maré a cada fase da maré.

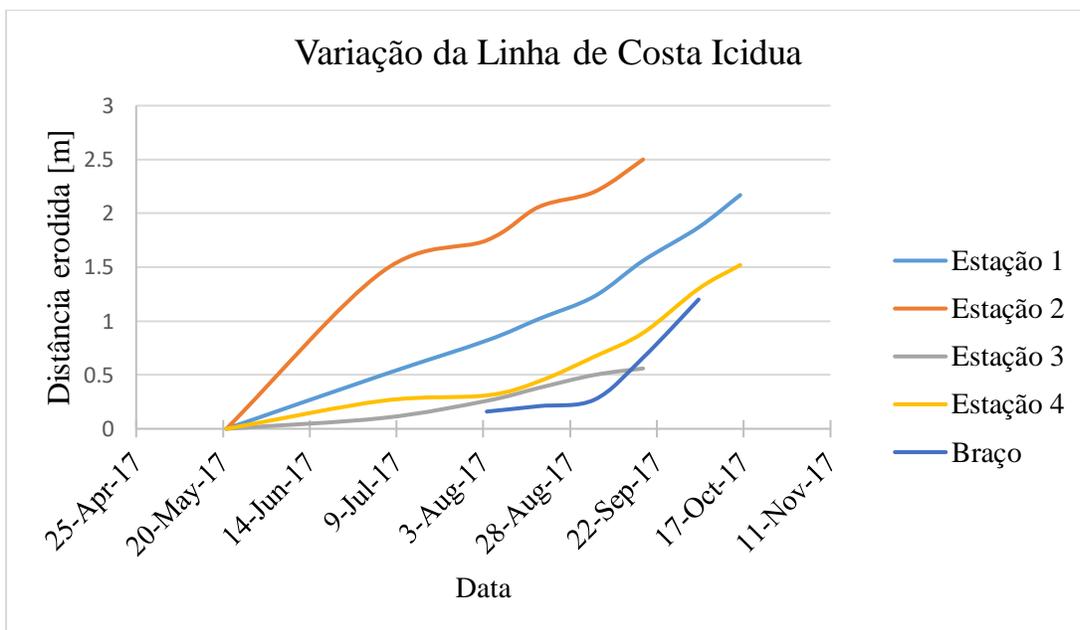


Figura 3: Variação da Linha da costa Icidua

4.2 Identificação as principais causas da erosão

A figura abaixo ilustra a variação da velocidade absoluta da corrente, em função da maré, foram observados valores mínimos da velocidade da corrente nas duas fases da estufa da mare morta e viva na da enchente e na vazante, a máxima velocidade da corrente verificou-se no período da vazante tendo atingido 75cm/s, e na fase da enchente em que as suas velocidades máximas chegaram nos 58cm/s. a maior velocidade da corrente observou-se na vazante.

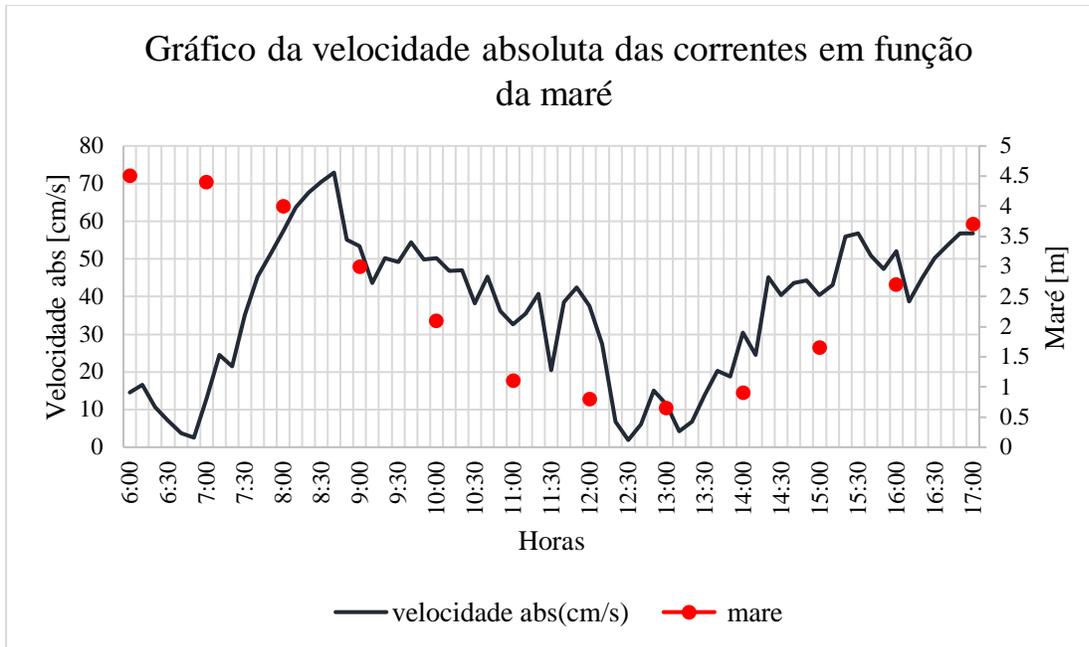


Figura 4: Ilustra o Gráfico da velocidade das correntes em função da maré

A figura 5 ilustra a variação da turbidez em função da maré nota-se que valores de baixa turbidez no período das 7 horas e 15 minutos na fase da estufa de enchente, a baixa turbidez deve-se ao fato de que nesta fase acontece um processo de sedimentação período este caracterizado pela transição da enchente a vazante, 5 minutos depois observou-se a alta turbidez já na fase da vazante este facto pode-se relacionar a velocidade das correntes que apresentaram valores mais elevados neste período (figura 3). Segundo (PAVEY, 2006) a turbidez também pode estar associada a problemas como arraste de nutrientes e contaminantes, e degradação de ambientes aquáticos em função de cada período da maré, pois estes estão associados ao transporte de sedimentos e consequente ocorrência do processo da erosão. (SADAR, 2002) Afirma ainda que as principais fontes geradoras de alta turbidez são argila, areia, matéria orgânica, material mineral, proveniente do processo erosivos e que são carregados para os cursos de água através do escoamento superficial pelas condições locais e pela granulometria dos sedimentos. O pico mais alto da turbidez verificou-se na maré morta na sua fase estufa tendo, por sua vez apresentado valores similares da turbidez das 14 horas e 50 minutos até as 17 horas.

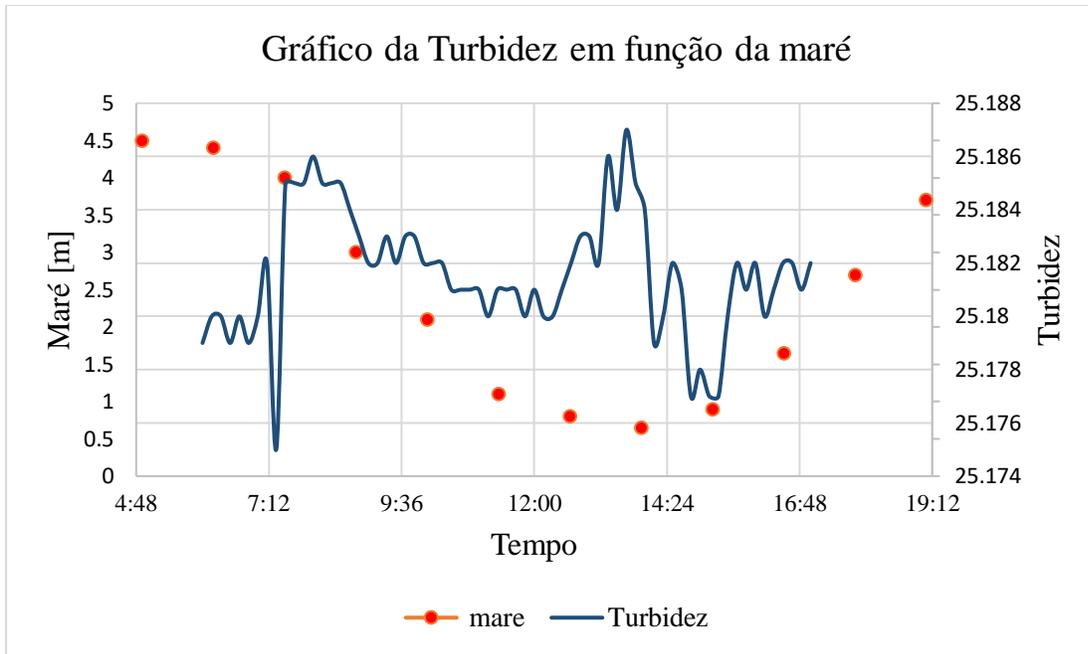


Figura 5: Gráfico da turbidez em função da maré

O gráfico da figura 6 ilustra a variação da onda em função da maré no período de 12 horas, verificou se menor amplitude das ondas as 6 horas momento que foi ancorado o instrumento no período da estufa da enchente, tendo por sua vez aumentado de amplitude chegando a atingir 0.22, na fase da vazante, amplitude da onda apresentou o seu pico máximo na fase da enchente chegando a atingir 0.3.

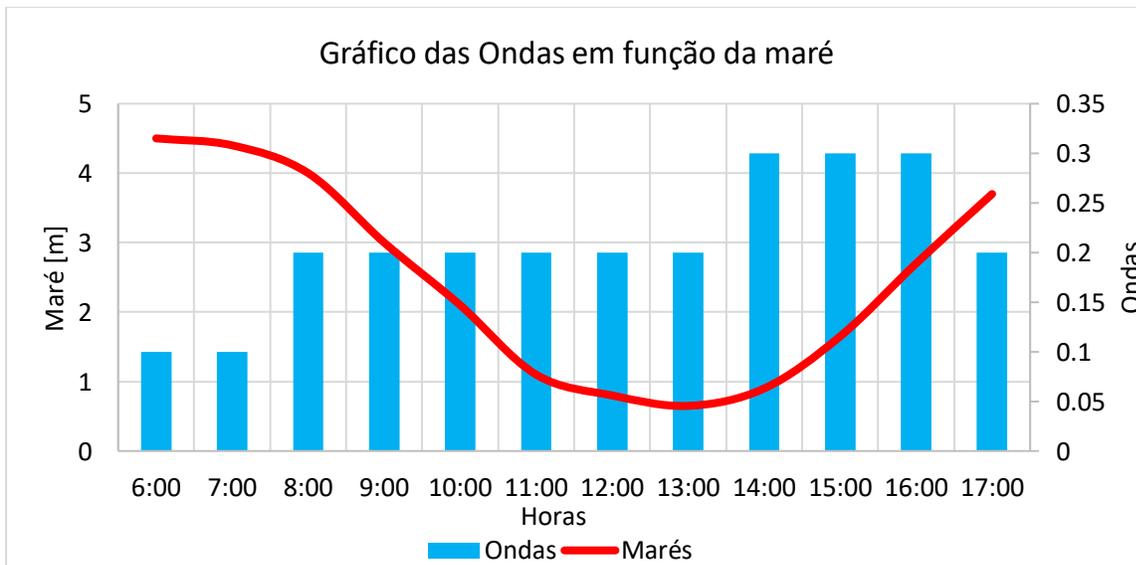


Figura 6: Gráfico da variação da onda em função da maré.

4.3 Avaliação do crescimento das plantas na zona de restauração face a dinâmica da erosão

A figura 7 representa os tipos de solo consoante ao seu tipo de vegetação a cada estação, foi classificada o tipo de solo em função ao tipo de vegetação, a estação 1 apresenta um solo com uma vegetação menos densa do mangal, a estação 2 e estação 3 são classificados como solos nus por não possuírem nenhum tipo de vegetação, a estação 4 está por sua vez apresenta uma vegetação densa sendo a estação com maior povoamento do mangal. A cobertura vegetal do mangal funciona como uma defesa natural para os vários tipos de solos existentes. Sua existência normalmente determina condições que favorecem a infiltração e a evapotranspiração, reduzindo assim o volume de água escoada superficialmente e, conseqüentemente, a acção erosiva da água

Segundo (FILHO, 1999) a cobertura da vegetação do mangal 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.

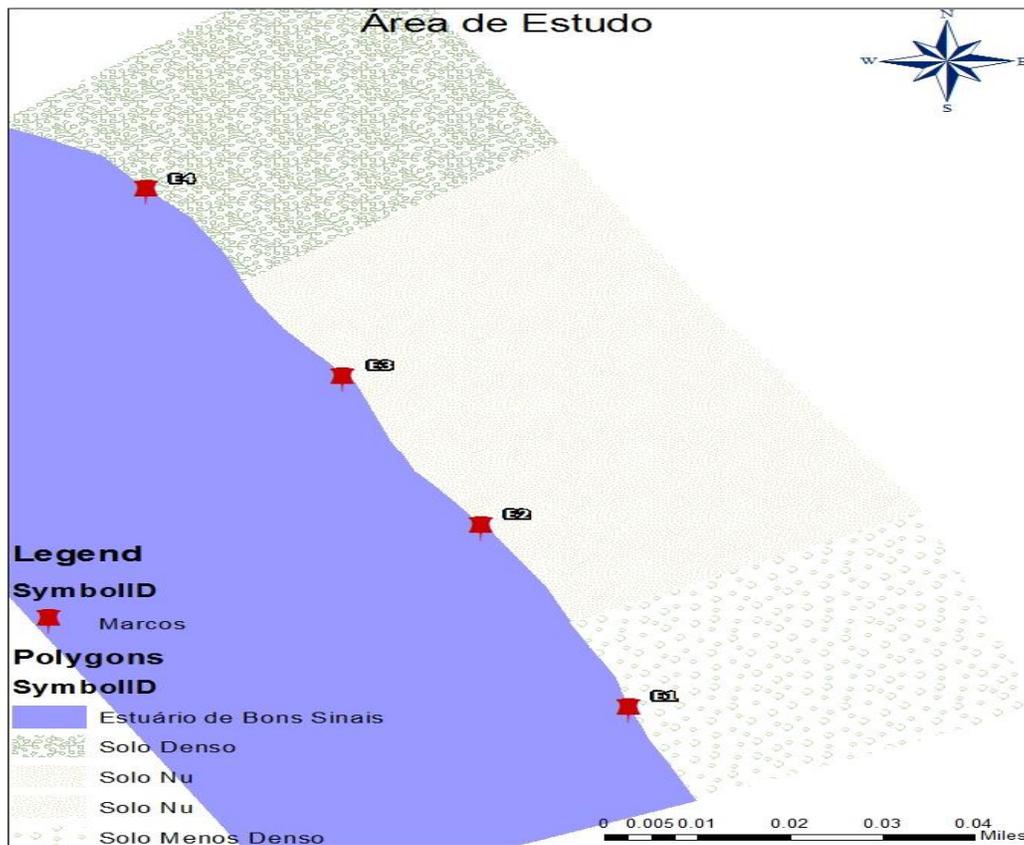


Figura 7: Distribuição do tipo de solo a cada estação analisada em função a cobertura da vegetação do mangal

A figura do gráfico ilustra a tendência da distância erodida nas quatro estações durante um período de 7 meses na região de Icídua zona de restauração do mangal, o método usado para o monitoramento da erosão nesta área fase a zona de restauração do mangal mostrou se eficaz tendo apresentado para primeira estação 96% de acerto e 4% de erro, na segunda estação 94% de acerto e 6% de erro, na terceira estação verificou-se 85% de acerto e 15% de erro e por fim na quarta estação observou-se 95% de acerto e 5% de erro, essas elevadas percentagem de acerto são consideradamente favoráveis.

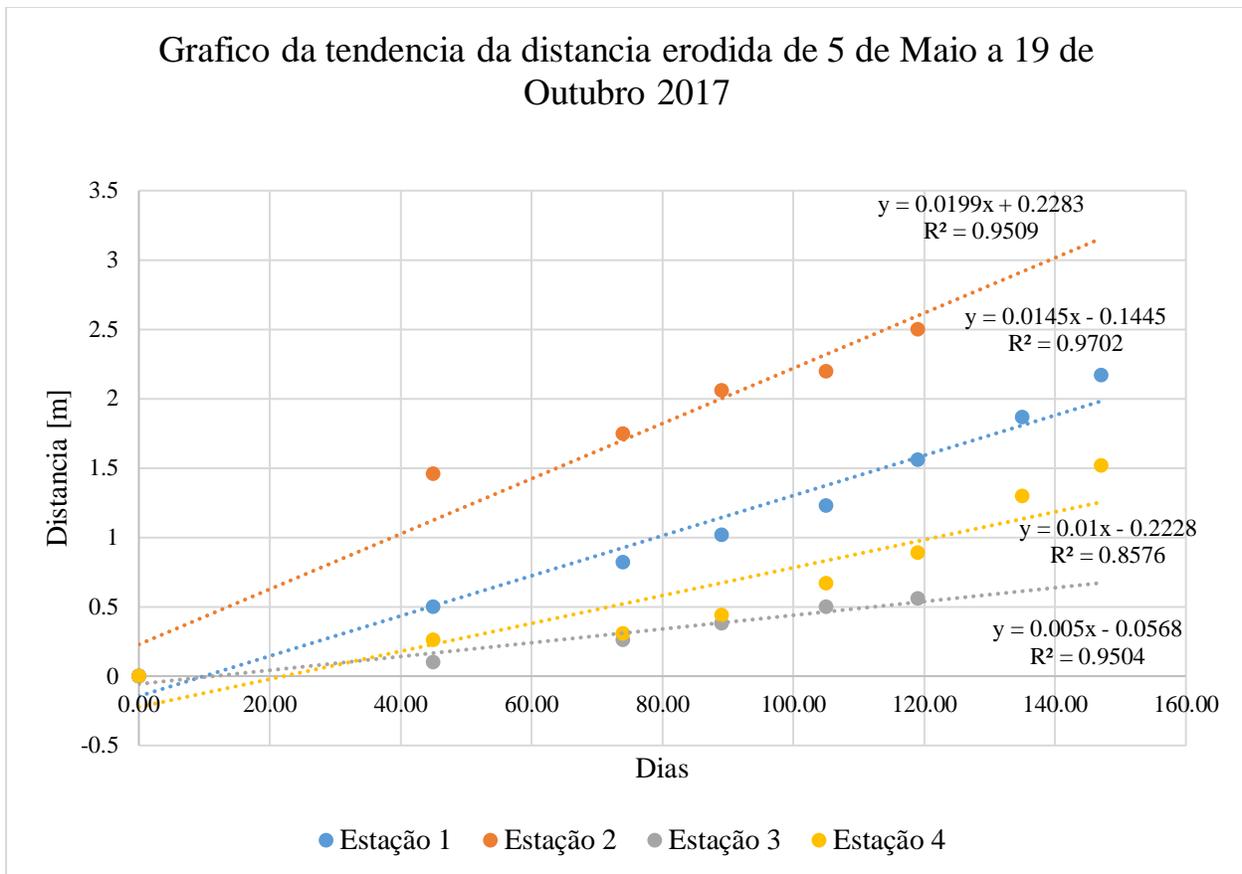


Figura 8: Ilustra o gráfico da tendência da distância erodida de 5 de Maio a 19 de Outubro de 2017

O gráfico da figura 9 ilustra o tempo necessário que a erosão levaria para atingir a zona de restauração do mangal. Verifica-se que para a estação 2 e estação 3 o tempo é muito reduzido, variando dos 4 anos e 10 meses, comparativamente a estação 1 e estação 4 onde o tempo varia de 13 anos e 4 meses a 14 anos e 8 meses, este fato é justificado pela ausência de vegetação do mangal, nas estações 2 e 3, e na estação 4 temos um solo com vegetação densa do mangal diferente da estação 1 que apresenta vegetação menos densa.

As estações 1 e 4 levarão muito tempo para sofrer o processo da erosão, pelo facto de apresentarem maior cobertura da vegetal do mangal (*avicennia marina*). Esses ecossistemas funcionam como barreira mecânica a acção erosiva das ondas e mares, área de retenção de sedimentos carregados pelos rios diminuído desta forma o processo de erosão (FEMAR, 2001).

A espécie *avicennia marina* possui dois tipos de raízes; (1) raízes de suporte, que desenvolvem para o solo, que matem as plantas em pé e sustenta-a. (2) pneumatóforos, que se desenvolvem do solo para superfície, e servem para a respiração e nutrição da planta. Em termos de combate a erosão, os pneumatóforos retém as partículas orgânicas e inorgânicas superficiais, prevenindo o arrastamento destas na superfície do solo, procedendo desta forma a acumulação de sedimentos no solo, por debaixo das copas das árvores. As raízes de suporte predem as partículas do solo, assegurando as de modo que não sejam arrastadas pelas correntes de águas superficiais. A copa das árvores previne o embate directo das gotas de chuva no solo, o que pode promover a compactação do solo e consequentemente a erosão superficial (BALIDY, 2017)

As estações 2 e 3 levarão menos tempo para erodirem, por não possuírem a cobertura da vegetação do mangal. A ausência da cobertura da vegetação do mangal e o factor determinante para intensificar os processos erosivos



Figura 9: Tempo necessário para a erosão atingir a zona de restauração

CAPITULO VI

5.0 Conclusão

De acordo com os resultados obtidos conclui-se que:

Num período compreendido de 20 de Maio a 16 de Outubro, as estações 1 e 4 tiveram um avanço da linha da costa quase insignificante em relação às estações 2 e 3 que o avanço da linha da costa foi maior, chegando a ultrapassar os 3 metros delimitados para observações.

O método usado para o monitoramento da erosão na zona de restauração do mangal mostrou-se eficaz tendo apresentado mais de 90% de acerto em todas as estações. A velocidade das correntes das marés e o principal fator para ocorrer o processo da erosão, associado à exposição do solo nas estações 2 e 3 que não possuem uma cobertura de vegetação do mangal. A máxima turbidez associa-se à quantidade dos sedimentos suspensos, resultado da remoção das partículas devido à ação das correntes.

Conclui-se ainda que o tempo necessário para que a erosão atinja a zona de restauração do mangal será de 14 anos e 8 meses a 13 anos e 4 meses para as estações 1 e 4 tempo este muito maior comparativamente à estação 2 e estação 3 que levaram de 4 anos a 10 meses para este fenômeno progredir. Temos a espécie da *avicennia marinha* por sinal a mais abundante na área em estudo, está por sua vez através dos seus complexos enraizamentos conseguem quebrar e abrandar os movimentos abruptos das marés, formando uma barreira natural que protege as comunidades costeiras, e ajuda a estabilizar a linha da costa, e ainda as partículas suspensas na água, de reduzida granulometria fixam-se e permitem o desenvolvimento e formação do solo.

6.0 Referências Bibliográficas

ANDERS, F., & BYRNES, R. (1991). Accuracy of Shoreline Change Rates as Determined from Maps and Aerial Photographs. Shore & Beach.

- BARBOSA, J., & CUAMBE, C. (2001). *Status and distribution of mangroves in Mozambique*. South African.
- BERTONI, J. (1999). *Conservacao do Solo*. Sao Paulo.
- C., R. (2004). *The basic s of Estuarine Circulation, and the contributions of any Tidal* .
- CAMPOS, A. (2003). *A zona Costeira do Ceara: Diagnostico para a Gestao Integrada*. Fortaleza.
- CHRISTOFELETTI, A. (1999). *Modelagem de sistemas ambientais*. Edgar blucher.
- de., G. M. (1993). *rapid assessment technique for salt intrusion in alluvial estuaries*.
- Dias, J. M. (1993). *Estudo de Avaliaçã o da Situaçã o Ambiental e Proposta de Medidas de Salvaguarda*.
- DUARTE, A. (1996). *caraxterizacao dos Ambientes Estuarinos. Mistura em Estuarios*. Portugal.
- DYER. (1997). *Estuaries: A Physical Introduction*. New Jersey: J. W. Sons Editor, 2 ed.
- DYER, K. R. (1997). *Estuaries: A Physical Introduction*. England.
- EMERY, P. (1982). *Descriptive physical oceanography*. England: England pergamon press.
- FAO. (2005). *Global forest assessmente. Thematic study on mangroves*.
- FAO. (2007). *The world's mangroves* .
- FERREIRA, I. G. (2014). *A problematica da erosao costeira: o caso especifico dea praia do pedrogao*.
- GROEN, d. M. (1993). *Rapid assessment technique for salt intrusion in alluvial estuaries*.
- KRAUS. (1992). Engineer Approaches to Cross- Shore Sedment Transport Process. *Proceeding of Short Course on Disign and Realiability Coastal Structures Attached to 23rd International Conference on Coastal Engineering*. Venice, Italy 1992.
- LANGA, J. (2003). *Erosao costeira na cidade de maputo. causas . consideracoes sobre intervencoes de defesa*. Porto: MEA.

- MADSON. (1993). Sediment Transport on the Shelf. *Short Course Attached to 25th international Conference on Coastal Engineering*. Orlando, USA 1996.
- MAGALHAES, R. A. (2001). Erosão: definições, tipos e formas de controle. *VII simposio nacional de controle de erosão*, (p. 11). Goiania.
- MAZDA, Y. (2006). *Wave reduction in mangrove forest dominated by Sonneratia*. Wetland and Management.
- MOIAMBO, O. (2015). Diagnostico ambiental de uma area degradada por erosao no bairro Chinfura cidade de Chimoio. *revista electronica de investigacao e desenvolvimento*, 14.
- MUEHE, D. (2008). *Vulnerabilidade, impactos e adaptacao a mudancas do clima: zonas costeiras*. Brasilia.
- NHAPULO, C. I. (2000). *Correntes de Mare e Circulacao Geral da Baia de Maputo, trabalho de licenciatura*. Maputo, Mocambique.
- NOVELLI, S. (1999). *Avaliacao e accoes prioritarias para a conservacao da biodiversidade da zona costeira e marinha*. Sao Paulo: PRIOBO- Programa Nacional da Biodiversidade.
- PAVEY, B. (2006). *Suspended concentrations downstream of a harvested peat bog: Analysis and preliminary Modelling of exceedances using logistic regression*. Canada.
- PRITCHARD, D. (1952). Circulacao e mistura das aguas nas regioes costeiras e estuarios. In vetter Richard. *oceanografia :a ultima fronteira*.
- recilda. (1999). *erosao costeira*. beira.
- SADAR, M. (2002). *Turbidity and Other Sediment Surrogates Workshop*.
- SILVA, A. (2011). *Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa*. Rio de janeiro.
- SOUZA, C. (2009). A erosao costeira e os desafios da gestao costeira no Brasil. *Revista de gestao costeira integrada*, 21.
- SOUZA, C. R. (2005). Praias arenosas e Erosao costeira. In c. r. SOUZA, *Praias Arenosas e erosao costeira* (p. capitulo 7). sao paulo: Quaternario do brasil.

SUGUIO, K. (2003). *The coastal erosion risk zoning and the state* . Sao Paulo: Coastal Research.

VASSELE, V. (2004). *Modelo de intrusao salina no estuario do incomate baseado na influencia geometrica e topografica do estuario*. Maputo.