

APLICAÇÃO DOS SISTEMAS DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA E DETECÇÃO REMOTA NO MONITORAMENTO DO MANGAL

ESTUDO DE CASO : CIDADE DA BEIRA

ANTÓNIO DOS ANJOS LUÍS

Dissertação apresentada como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Sistema de Informação Geográfica



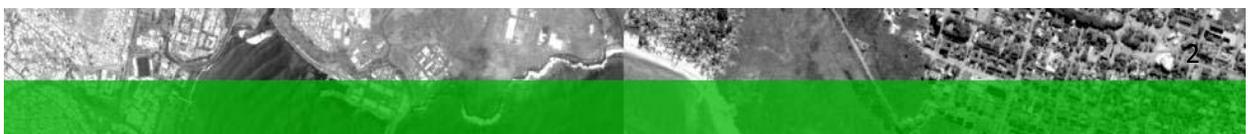
Universidade Católica de Moçambique (UCM)

**APLICAÇÃO DOS SISTEMAS DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA E DETECÇÃO
REMOTA NO MONITORAMENTO DO MANGAL**

CIDADE DA BEIRA

Dissertação orientada por
Professor Doutor Marco Octávio Painho
e supervisionada localmente pelo
Mestre Ali Ahamed Puna Atumane

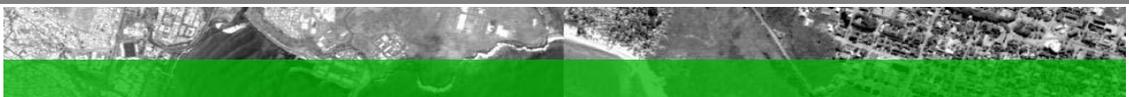
Junho de 2011



AGRADECIMENTOS

Na realização deste trabalho obtive apoio e incentivo de várias pessoas as quais quero aqui agradecer:

- Ao meus orientadores Professor Doutor Marco Octávio Painho e o Mestre Ali Atumane pela disponibilidade, compreensão e pelo suporte e sugestões fornecidas
- A minha mulher Nádia de Castro pelo amor, acompanhamento ao longo deste período e, estar sempre disponível
- A minha mãe e irmãos pela compreensão
- Aos meus colegas do Centro de Informação Geográfica da Universidade Católica de Moçambique pelo apoio e compreensão
- A todos os colegas e professores do curso de pós-graduação e mestrado em Sistema de Informação Geográfica pelo convívio e aprendizado
- A todos que contribuíram directa ou indirectamente para realização deste trabalho

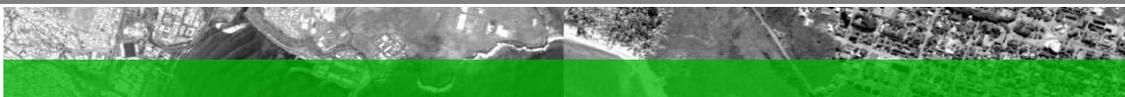


APLICAÇÃO DOS SISTEMAS DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA E DETECÇÃO REMOTA NO MONITORAMENTO DO MANGAL

RESUMO

O ecossistema do mangal desempenha um papel importante no desenvolvimento económico, na protecção dos ambientes e da biodiversidade natural nas regiões costeiras. No entanto, nos últimos anos a floresta de mangal em Moçambique e na Cidade da Beira em particular reduziram significativamente. Evidências mostram a problemática da erosão e redução da captura dos mariscos como consequência da destruição dos mangais na faixa costeira da Cidade da Beira.

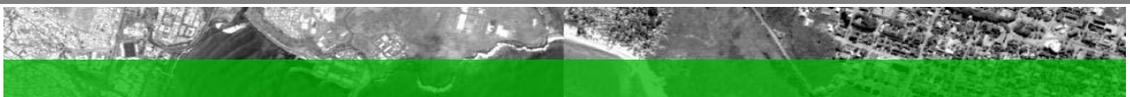
A aplicação dos Sistemas de Informação Geográfica e detecção remota (Uso das imagens landsat MSS e ETM dos anos 1979, 1986, 2006 e 2010) para o estudo da evolução dos mangais na cidade da Beira demonstraram que do mangal existente em 1979 apenas 45 % permanecem nos dias de hoje. O estudo foi feito nas regiões de praia nova, estuário do rio Pungue, rio Maria e na faixa costeira do Savane. Em toda a área de estudo as taxas de crescimento foram negativas com destaque a praia nova e rio Maria com as maior taxas crescimento de -84 e -65 %, respectivamente. Fenómenos naturais como tempestades, correntes, pestes e doenças, movimento de sedimentos e cheias são alguns fenómenos naturais que ameaçam a existência dos mangais - Porém a causa primária da perda de áreas de mangal na cidade da beira é atribuída a actividade humana (construção de casas, canoas e produção de carvão e combustível lenhoso para venda e sua subsistencia). Previsão feita para 2020, indicam que a cidade da Beira terá cerca de - 43,8% de áreas cobertas por mangais em relação a 1979. Várias recomendações foram avançadas com vista a mitigar o problema de modo a alcançar o desenvolvimento sustentável dos mangais em particular da faixa costeira no geral.



APPLICATION OF GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEMS AND REMOTE SENSING IN MANGROVE MONITORING

ABSTRACT

The mangrove ecosystem plays an important role in economic development, protecting natural environments and biodiversity in coastal regions. However, in recent years, the mangrove forests in Mozambique, Beira in particular has reduced significantly. Evidences show the problem of erosion and reduction of the catch of shellfish as a result of destruction of mangroves in the coastal region of Beira. The application of Geographic Information Systems and remote sensing (MSS and ETM Landsat images for 1979, 1986, 2006 and 2010) to study the evolution of mangroves in the city of Beira has demonstrated that the existed mangrove forest in 1979 only 45% is remaining today. The study was done in the estuary of Pungue River, Praia Nova, Maria River and the coastal of Savane. Throughout the study area growth rates were negative especially in Praia Nova and Maria River with the highest rates, -84 and -65% respectively. Natural phenomena such as storms, currents, pests and diseases, floods and sediment movement are some natural phenomena that threaten the existence of mangroves; however the primary cause of the loss of mangrove areas in Beira is attributed to human activity (construction of houses, canoes, charcoal production and fuel timber for sale and their subsistence). Forecast made for 2020 indicate that Beira will have around - 43.8% of areas covered by mangroves in relation to 1979. Several recommendations were advanced in order to alleviate the problem in order to achieve the sustainable development.



PALAVRAS CHAVE

Detecção de Mudanças

Detecção Remota

Mangais

Sistema de Informação Geográfica

Uso e Cobertura da Terra

KEY WORDS

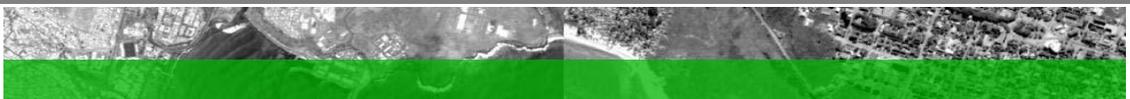
Changes Detection

Remote Sensing

Mangrove

Geographic Information System

Land Use and Land cover



ACRÓNIMOS

ADEL- Associação de Desenvolvimento Local

CIG-UCM – Centro de Informação Geográfica-Universidade Católica de Moçambique

ETM – Enhanced thematic Mapper

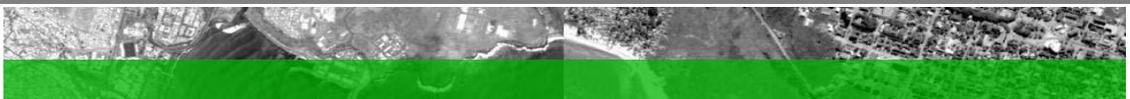
INE – Instituto Nacional de Estatística

MICOA – Ministério para Coordenação da Acção Ambiental

MSS – Multispectral Scanner

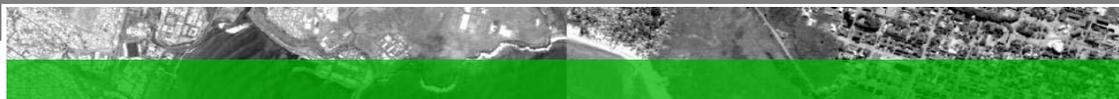
SIG – Sistema de informação Geográfica

SPFFBS – Serviços Provincias de floresta e fauna Bravia de Sofala

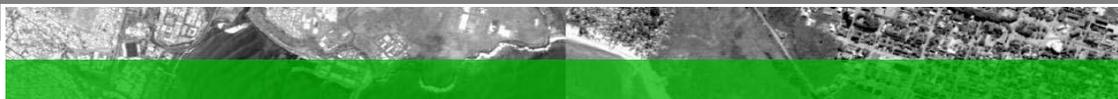


INDICE DO TEXTO

AGRADECIMENTOS	i
RESUMO.....	ii
ABSTRACT.....	iii
PALAVRAS CHAVE	iv
KEY WORDS	iv
ACRÓNIMOS.....	v
ÍNDICE DE TABELA.....	viii
ÍNDICE DE FIGURAS	ix
1. INTRODUÇÃO.....	2
1.1. ENQUADRAMENTO	2
1.2. OBJECTIVOS	3
1.3. PREMISSAS	4
1.3.1. PROBLEMA.....	4
1.3.2. HIPÓTESES	4
1.3.3. JUSTIFICATIVAS.....	4
1.4. METODOLOGIA.....	6
1.4.1. DADOS	6
1.4.2. PROCEDIMENTOS METODOLOGICOS.....	7
1.5. ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO	11
2. CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-GEOGRÁFICA E SÓCIO-ECONÓMICA DA BEIRA	13
2.1. Enquadramento Geográfico da Cidade da Beira.....	13
2.2. Caracterização Físico-Geográfica da Cidade da Beira	14
2.2.1. Geomorfologia	14
2.2.2. Geologia.....	15
2.2.3. Clima	15
2.2.4. Hidrografia.....	17
2.2.5. Solos	18

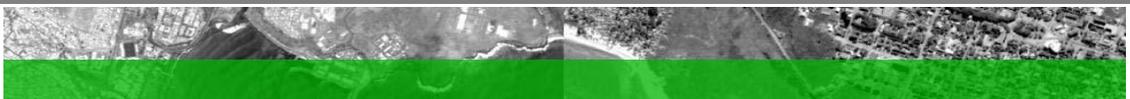


2.3.	Caracterização Socio-económica da Cidade da Beira.....	19
2.3.1.	População.....	19
2.3.2.	Actividades Economicas.....	19
3.	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	22
3.1.	Mangais.....	22
3.2.	Sistema de Informação Geográfica e Detecção Remota.....	26
3.3.	SIG e Detecção Remota aplicado aos mangais.....	27
4.	APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADO.....	33
4.1.	Resultado das Classificações (Uso e Cobertura da Terra)das Imagens landsat.....	33
4.2.	Resultado das Classificações das Imagens Landsat para as áreas de Mangal.....	35
4.3.	Mudanças no uso e cobertura da terra (1979 -2010).....	42
4.4.	Previsão de Mudanças para 2020.....	46
5.	NATUREZA E CAUSAS DA DEGRADAÇÃO DO MANGAL NA CIDADE DA BEIRA.....	48
5.1.	Resultados do Inquérito.....	48
5.1.1.	Zona da Praia Nova.....	48
5.1.2.	Rio Maria.....	51
5.1.3.	Estuário do Rio Pungue.....	54
5.1.4.	Faixa Costeira do Rio Savane.....	57
5.2.	Resumo das Constatações nas áreas de Exploração do Mangal.....	59
6.	CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES.....	61
	RECOMENDAÇÕES.....	63
	LIMITAÇÕES.....	65
	BIBLIOGRAFIA.....	66
	ANEXOS.....	lxx



ÍNDICE DE TABELA

TABELA 1- DADOS UTILIZADOS PARA O ESTUDO	6
TABELA 2- MATRIX DE CONFUSÃO DO MAPA DE 2006.....	9
TABELA 3- MATRIX DE CONFUSÃO DO MAPA DE 2010.....	9
TABELA 4- PRINCIPAIS ESPÉCIES DE MANGAL NA COSTA MOÇAMBICANA (ADAPTADO, KULIMA 1999)....	25
TABELA 5- EVOLUÇÃO DO USO E COBERTURA DE TERRA (1979-2010)	34
TABELA 6 –ÁREA DE COBERTURA DE MANGAL (1979-2010)	38
TABELA 7- PROBLEMAS AMBIENTAIS RESULTANTE DA DEGRADAÇÃO DO MANGAL,SEGUNDO OS INQUERIDOS	50
TABELA 8- ESPÉCIES DE MANGAIS EXISTENTES NO RIO MARIA – FONTE: ADAPTADO PELO AUTOR.....	52
TABELA 9 - LISTA DE ESPÉCIES ARBÓREAS DO MANGAL E A ELE ASSOCIADO	55
TABELA 10 – DIFERENTES USOS DO MANGAL NO RIO SAVANE	58
TABELA 11 – SINTESE DAS CARACTERISTICAS DO MANGAL DA CIDADE DA BEIRA.....	59
TABELA 12- PERCEPÇÃO DA COMUNIDADE SOBRE O QUE ESTA SENDO REALIZADO	60
TABELA 13 –RESPOSTA DOS PRATICANTES SOBRE A SUSTENTABILIDADE DA FAMILIA COM O MANGAL...	60



ÍNDICE DE FIGURAS

FIG. 1 –MAPA DE ENQUADRAMENTO GEOGRÁFICO DA ÁREA DE ESTUDO.....	13
FIG. 2- MODELO DIGITAL DE ELEVAÇÃO.....	14
FIG. 3- GRÁFICO TERMO-PLUVIOMÉTRICO DA CIDADE DA BEIRA. FONTE: WORLDCLIM (SATÉLITE NOAA).....	16
FIG. 4 –MAPA DE PLUVIOSIDADE	17
FIG. 5- VISTA PARCIAL DO RIO CHIVEVE.....	18
FIG. 6 – MAPAS RESULTANTS DA CLASSIFICAÇÃO DAS IMAGENS DE SATÉLITE	33
FIG. 7 – EVOLUÇÃO DOUSO E COBERTURA DE TERRA (1979-2010)	35
FIG. 8 – DISTRIBUIÇÃO DO MANGAL (1979 E 1986)	36
FIG. 9- DISTRIBUIÇÃO DO MANGAL (2006 E 2010)	37
FIG. 10- EVOLUCAO DO MANGAL DA PRAIA NOVA	38
FIG. 11- ACTUAL COBERTURA DO MANGAL. FONTE: IMAGEM DE SATÉLITE QUICKBIRD (2010)	39
FIG. 12- EVOLUÇÃO DO ESTUÁRIO DO RIO PUNGUE	39
FIG. 13- PARTE DA COBERTURA DO MANGAL NO ESTUÁRIO DO RIO PUNGUE (2009). FONTE: GOOGLE EARTH	40
FIG. 14- EVOLUÇÃO DO MANGAL NA ZONA DO RIO MARIA	41
FIG. 15- EVOLUCAO DO MANGAL DE SAVANE.....	41
FIG. 16- EVOLUCAO DO MANGAL NA CIDADE DA BEIRA (1979 - 2010).....	42
FIG. 17- GANHOS E PERDAS NO USO E COBERTURA DA TERRA.....	42
FIG. 18- PESO DE MUDANÇAS NO USO E COBERTURA DA TERRA.....	43

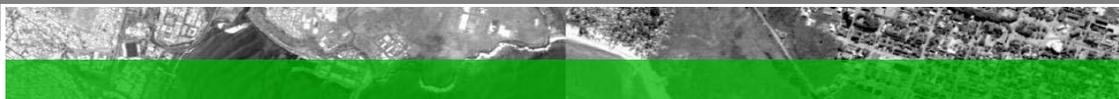
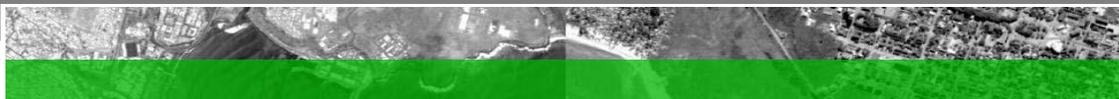


FIG. 19- CONTRIBUIÇÕES PARA O PESO DE MUDANÇAS NOS MANGAIS.....	43
FIG. 20- CONTRIBUIÇÕES PARA O PESO DE MUDANÇAS NOS MANGAIS.....	44
FIG. 21- CONTRIBUIÇÕES PARA O PESO DE MUDANÇAS NOS MANGAIS.....	44
FIG. 22- CONTRIBUIÇÕES PARA O PESO DE MUDANÇAS NOS MANGAIS.....	45
FIG. 23- PREVISÃO DO USO E COBERTURA DA TERRA PARA 2020.....	46
FIG. 24 EVOLUÇÃO DO USO E COBERTURA DA TERRA INCLUINDO A PREVISÃO DE 2020.....	47
FIG. 25- VESTÍGIOS DE MANGAL ANTIGO NA ZONA DA PRAIA NOVA CORTADOS PARA FINS MILITARES NA DÉCADA 80	49
FIG. 26- MUCANDALA DO RIO MARIA (ESPÉCIE RARA E MAIS APETECIDA PELO EXPLORADORES)	53
FIG. 27- ÁREAS QUE APÓS O CORTE ESPERAM POR MUITO TEMPO A MARÉ ALTA	54
FIG. 28- PARTE DO MANGAL DESTRUÍDO NA ZONA SE SAVANE PARA FINS DE PRODUÇÃO DE CARVÃO	57



1. INTRODUÇÃO

1.1. ENQUADRAMENTO

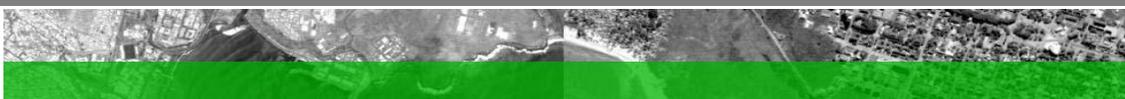
Os mangais constituem formações de reconhecida riqueza dos seus ecossistemas, tendo um papel importante na regulação do meio ambiente e um alto valor económico. FAO (1994) define os mangais como sendo formações características de plantas litorais que ocorrem ao longo das costas tropicais e subtropicais que habitam uma área sujeita ao regime de marés em litorais planos e que marcam uma lenta transição entre a plataforma continental e o mar. São muita das vezes descritos como “florestas costeiras”, florestas das marés” e “ florestas de mangais”.

Em Moçambique ocorrem muitos tipos de vegetação, entre os quais se inclui o mangal. As principais ocorrências deste tipo de vegetação em Moçambique estão localizadas na parte central do centro do país, onde o sistema de drenagem é muito denso os estuários são frequentes e os grandes rios como Zambeze, Pungue, Buzi e Save desaguam no oceano Índico (Myre, 1968)

Em quase todo o mundo, as florestas de mangais têm sido simplesmente explorados não tendo em consideração a gestão dos seus recursos numa base sustentável. Segundo Saket (1994), a pressão sobre o mangal é relativamente alta ao longo da costa, com inúmeros benefícios para as populações locais extraíndo lenha, material de construção, madeira, taninos, usando terras para salinas, para agricultura, etc.

A crise económica enfrentada pelos países em desenvolvimento, entre os quais, Moçambique, apresenta problemas como o elevado crescimento populacional, pobreza, falta de esclarecimento do povo e a marginalização das classes pobres; estas condições obrigam a populações de baixa renda a buscar novos espaços para a construção de suas casas, resultando no uso de ambientes impróprios à habitação, como as florestas de mangais. Em alguns locais, particularmente à volta das grandes cidades costeiras, onde a densidade populacional aumentou consideravelmente durante o conflito armado, os mangais foram completamente sobre explorados pelo homem não só para fins de habitação como também para fins comerciais.

Hoje em dia, tem crescido a consciência do importante papel que os mangais representam na vida social e cultural das comunidades locais e na economia a todos os níveis assim como na



protecção ambiental em geral. Tem se reconhecido também a fragilidade destas formações vegetais, o incremento da taxa de destruição das mesmas, bem como a necessidade da existência de um plano para sua gestão sustentável.

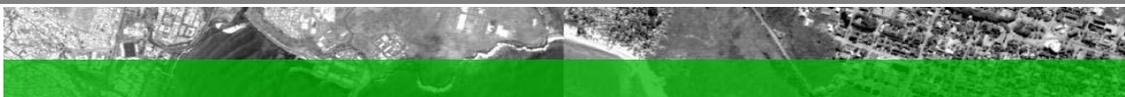
Parte da zona costeira da cidade da Beira é constituída por mangais que vem sendo reduzido ano após ano. As principais áreas de cobertura de mangal são: Munhava Matope, praia Nova, rio Maria e Nhangau, todas elas espacialmente dispersas mas muito importantes para a protecção costeira.

O presente estudo visa monitorar a cobertura do mangal da Cidade da Beira, mapeando a actual cobertura e estudando a evolução do ecossistema ao longo dos anos bem como antever mudanças para 2020. A informação sobre a evolução e o actual estado do mangal é bastante importante na medida em que possibilita a sua gestão sustentável por parte dos planificadores e tomadores de decisão. A tarefa de recolha de informação referente ao mangal através do inventário no terreno é bastante difícil, demorado e portanto muito caro. Por isso, a detecção remota é vista como uma tecnologia de excelência de monitoramento, pois através dela se identifica as áreas desflorestadas e actualizam-se os planos de gestão.

1.2. OBJECTIVOS

O objectivo geral desta pesquisa é estudar a evolução das áreas cobertas por mangais na Cidade da Beira ao longo dos tempos . O presente estudo realiza uma aplicação da detecção remota à inventariação e mapeamento do mangal da Cidade da beira, em escalas espaço-temporais distintas, visando avaliar a dinâmica natural e os impactos antrópicos ocorridos e por conseguinte fornecer informações pertinentes à elaboração de planos de gestão e conservação da paisagem e dos recursos naturais da zona costeira em questão. Assim, ao longo desta dissertação pretende-se atingir determinados objectivos específicos:

- Mapear e quantificar a actual cobertura do mangal na cidade da Beira
- Identificar /Localizar as diferença nas áreas de cobertura do mangal ao longo dos tempos
- Prever mudanças no uso e cobertura da terra com especial destaque aos mangais para os anos 2020



- Explicar as relações causa - efeito da degradação da cobertura do mangal na cidade da Beira
- Propor recomendações para mitigação e sustentabilidade das áreas costeiras e em especial a do mangal

1.3. PREMISSAS

1.3.1. PROBLEMA

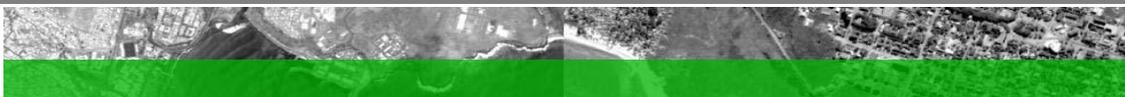
A faixa costeira da cidade da Beira apresenta vários indicadores de destruição ou degradação do mangal, aumentando o risco de erosão para a cidade. Relatos indicam que até à década 80 grande parte das actuais áreas de cobertura dos mangais eram cobertas por densas árvores de mangal contrariamente ao período actual onde em alguns locais apenas se observam alguns vestígios dessa espécie. A gestão dos recursos costeiros deve passar pela sua inventariação e monitoramento. O conhecimento das áreas ocupadas pelo mangal e dos padrões do seu uso são requisitos indispensáveis para adopção de formas de conservação sustentáveis.

1.3.2. HIPÓTESES

- Há mudanças consideráveis no uso e cobertura da terra no geral e da área cobertura pelos mangais no período 1979-2010
- A pobreza aliada ao desconhecimento da importância do ecossistema do mangal poderá estar na origem da redução do mangal
- Algumas áreas cobertas por mangais em 1979 poderão apresentar menos de 50% do mangal existente em 2020 se as tendências das mudanças não se alterarem

1.3.3. JUSTIFICATIVAS

O mangal desempenha um papel importantíssimo na economia dos países tropicais, proporcionando bens e serviços para a população humana local, nomeadamente a protecção e estabilização da linha costeira, berçário para variedade de moluscos e muitos invertebrados de grande valor económico, fonte de produtos importantes como a madeira, a lenha, o carvão



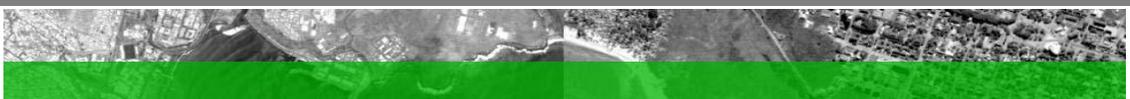
vegetal, remédios, produtos químicos, enriquecimento de nutrientes para as águas marinhas adjacentes, local para aquacultura, entre outros (Santos, 2004)

Entretanto, devido a razões de índole económica e social em Moçambique e em particular na Cidade da Beira, estes ecossistemas são vítimas de uma grande destruição. De acordo com Saket & Matusse (1994) a taxa de perda de mangais ao longo dum período de 18 anos, foi de 3.8%, sendo que a província de Sofala mostrou possuir a segunda maior taxa de desflorestamento com 4.9% antecedida pela província de Maputo com 15.2%.

A análise e processamento de dados de detecção remota se apresentam como ferramentas importantes para monitoramento da cobertura florestal na zona costeira, visto o baixo custo e escala grande das imagens de satélite e a possibilidade de se obter informações espaço - temporais anteriores aos levantamentos de dados em campo.

A detecção remota oferece de acordo com Santos (2004) um meio eficiente de representação de dados e permite a identificação dos processos que conduzem a diferenciação e evolução espacial das estruturas em estudo. Segundo o mesmo autor, muitos países estão mapeando suas florestas de mangal para estimar a área de ocupação e sua densidade.

A gestão integrada da costa deve ser vista como uma actividade baseada em ciência e tecnologia. Portanto, suscita um conhecimento que surge não apenas de sua aplicação prática, mas de um desenvolvimento conceitual e metodológico crítico que pode ser construído em instituições de pesquisa e desenvolvimento (Lingon et al 2009). Tendo em conta a ampla distribuição dos mangais ao longo do litoral de Moçambique em geral e da Cidade da Beira em particular e a necessidade de planos de conservação dessas zonas costeiras, torna-se imprescindível a identificação de técnicas e metodologias a serem empregadas em estudos em diferentes escalas, tanto temporais como espaciais (Schaeffer-Novelli , 2005).



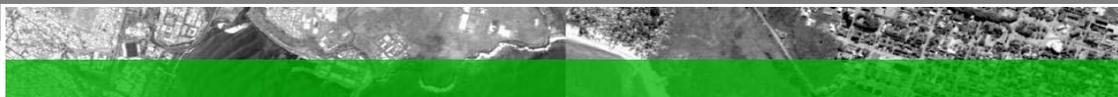
1.4. METODOLOGIA

1.4.1. DADOS

Para a realização do presente trabalho foram usados os seguintes dados descritos na tabela 1

DADOS	FORMATO	ANO DE PRODUCAO	ESCALA/RESOLUCAO	FONTE
Limite da cidade da Beira	Vectorial	1998	1: 5 000	CMB
Pontos de mangais	Vectorial	2010	1: 5 000	Levamento por GPS Garmin
Landsat MSS	Raster	1979	60 m	USGS
Landsat MSS	Raster	1986	60 m	USGS
Landsat ETM	Raster	2006	30 m Multispetral e 15 m Pancromatico	USGS
Landsat ETM	Raster	2010	30 m Multispetral e 15 m Pancromatico	USGS
Imagem Quickbird	Raster	2006	0.6 m	CIG-UCM

Tabela 1- Dados utilizados para o estudo



1.4.2. PROCEDIMENTOS METODOLOGICOS

- Observação directa

Este método permitiu observar “in loco” as áreas ocupadas pelas florestas de mangal nas quatro locais potenciais de ocorrência do mangal, verificar suas características, obter fotografias bem como colectar informações importantes sobre a situação dos mangais ao longo dos tempos junto com a comunidade local existentes através da do inquérito (ver Anexo 1)

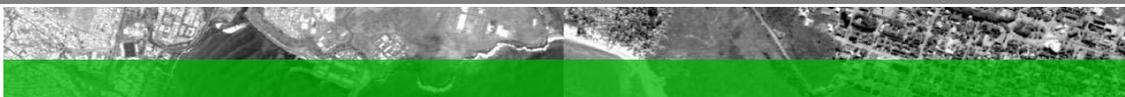
- Revisão Bibliográfica

Consistiu na leitura de obras que versam assuntos sobre os mangais no geral e em Moçambique em particular, bem como nas consultas de artigos e livros que retratam as aplicações dos Sistemas de Informação geográfica e detecção remota para os estudos dos mangais. Os artigos foram devidamente citados e constam na bibliografia. (Ver pag56)

- Classificação das Imagens Landsat

O estudo da evolução do mangal na Cidade da Beira foi feito basicamente com as imagens Landsat, visto que são gratuitas bem como pelo facto existir um arquivo de imagens dos anos anteriores para se poder fazer as comparações.

- Todas imagens Landsat foram classificadas usando 6 classes de uso e cobertura da terra, nomeadamente área regularmente inundada, área urbanizada, campos de cultivo, dunas costeiras, mangais e outra vegetação. A classificação Supervisionada foi feita em Arcgis 9.3.1. Este tipo classificação, como o próprio nome diz, é controlada pelo usuário. Onde ele, com a sua experiência e capacidade de distinção aponta os alvos a serem classificados. O critério para a classificação baseia-se na definição de assinaturas espectrais (padrões) para cada uma das classes de estudo obtidas a partir de amostras de treinamento (Queiroz e outros (s/d)). As vantagens deste método em relação aos outros métodos como as de classificação por interpretação visual ou por classificação não assistida, são os de considerar a ponderação das distâncias entre médias dos níveis digitais das classes, utilizando parâmetros estatísticos..

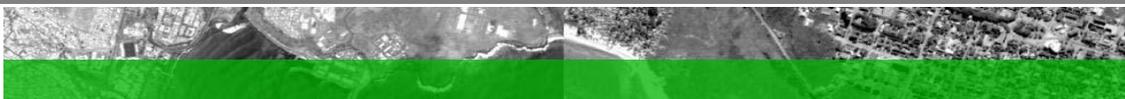


A tabela 2 ilustra as imagens multi temporais da Cidade Beira classificadas pelo método de classificação supervisionada.

O algoritmo usado para a classificação é o de máxima verosimilhança que assume a distribuição normal das bandas para cada amostra. Com este pressuposto, a distribuição da amostra é caracterizada pelo vector média e co-variância. Com estes parâmetros o software ArcGis calculou a probabilidade de um determinado pixel pertencer a cada uma das classes definidas na fase de treino. As amostras de treinamentos (88 pontos) foram levantadas com recurso ao GPS diferencial com uma margem de erros de centímetros, disponível no CIG-UCM e por imagens de alta resolução como Quickbird e Google earth de 2010.

- Avaliação da Exactidão

A avaliação da exactidão das imagens classificadas é um dos mais importantes passos em qualquer exercício de classificação, sob pena do seu resultado perder valor. A avaliação da qualidade dos mapas realizou-se com base em matrizes de erro, também designado por matrizes de confusão. Observe as figuras 1 e 2. Estas matrizes são construídas com base em áreas de teste, e o número de observações atribuídas a uma determinada classe é comparado com o número de ocorrências da classe derivada dos dados de referência. Os elementos da diagonal representam a frequência de concordância entre o mapa classificado e os dados de referência. As matrizes de erro indicam também para uma determinada classe, o número de observações que não foram atribuídas a uma determinada classe (erros de omissão) e o número das que foram incorrectamente atribuídas a uma determinada classe (erros de comissão). A matriz de erro permitiu estimar a exactidão global, precisão do produtor e a precisão do utilizador dos mapas resultantes das classificações dos anos 2006 e 2010 (através de amostras e imagens de alta resolução como Quickbird). A exactidão global do mapa de 2006 foi de 79,5% e o de 2010 foi de 74,4%. A soma dos elementos da diagonal dividido por número total de pixels classificados determinou a exactidão global dos mapas. Não foi possível avaliar a exactidão dos mapas de 1979 e 1986 em virtude de falta de informação do passado sobre essas áreas.



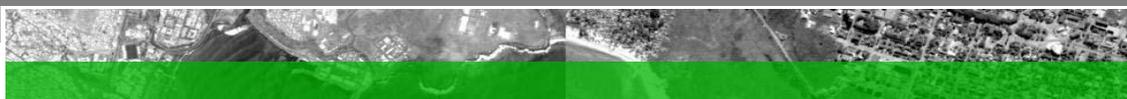
Uso/Cobertura	Area Reg Inundavel	Area Urbanizada	Campos de Cultivo	Dunas Costeiras	Mangais	Outra Vegetacao	Nr de Pixeis Classificados	Exactidao do Utilizador
Area Reg Inundavel	9	1	4	2	0	2	18	50%
Area Urbanizada	0	11	3	3	0	0	17	64,7
Campos de Cultivo	1	0	7	0	0	1	9	77,8
Dunas Costeiras	0	1	0	8	2	0	11	72,7
Mangais	0	0	1	0	16	2	19	84,2
Outra Vegetacao	1	0	0	0	2	11	14	78,6
Nr de Pixel total	11	13	15	13	20	16	88	
Exactidao de Produtor	81,8	84,6	46,7	61,5	80	68,75		

Tabela 2- Matrix de Confusão do mapa de 2006

Uso/Cobertura	Area Reg Inundavel	Area Urbanizada	Campos de Cultivo	Dunas Costeiras	Mangais	Outra Vegetacao	Nr de Pixeis Classificados	Exactidao do Utilizador
Area Reg Inundavel	9	1	4	2	0	2	18	50%
Area Urbanizada	0	11	3	3	0	0	17	64,7%
Campos de Cultivo	1	0	7	0	0	1	9	77,8%
Dunas Costeiras	0	1	0	8	2	0	11	72,7%
Mangais	0	0	1	0	16	2	19	84,2%
Outra Vegetacao	1	0	0	0	2	11	14	78,6%
Nr de Pixel total	11	13	15	13	20	16	88	
Exactidao de Produtor	81,8%	84,6%	46,7%	61,5%	80%	68,75%		

Tabela 3- Matrix de Confusão do mapa de 2010

Após a classificação supervisionada e controlada a exactidão dos mapas das quarto imagens temporais foram adoptadas as seguintes técnicas de análises no âmbito dos SIGs aliado ao Software Idrisi Andes com ferramenta detecção de mudanças:



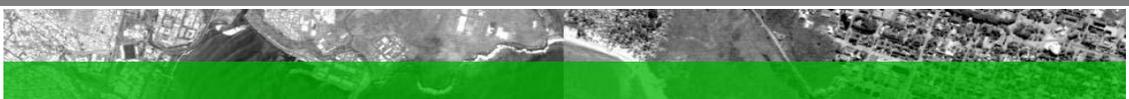
- Cálculo das áreas em hectares da cobertura do mangal bem como de outras categorias de usos e cobertura da terra na região em estudo
 - Determinação das taxas de crescimento dos mangais no período entre 1979 -2010
 - Detecção de mudanças nas áreas cobertas pelo Mangal (determinação e localização de ganhos e perdas)
 - Determinação do peso das mudanças no uso (Net Change) no uso e cobertura da terra entre 1979-2010
 - Localização das mudanças ocorridas no período em estudo
 - Localização das áreas persistentes, isto é, as que não sofreram qualquer mudança entre 1979 – 2010
 - Previsão de mudanças no uso e cobertura da terra no geral e do mangal em particular, para 2020
- Digitalização em SIG

O processo de digitalização ou vectorização foi feito sobre a imagem de satélite de alta resolução Quickbird para obtenção das áreas em polígonos que mostrem as áreas ocupadas pelos mangais. A vectorização foi realizada com a ferramenta do editor do Arcmap.

- Inquéritos

O inquérito efectuado (anexo 1) visava essencialmente colher informações inerentes às causas de exploração do mangal da área de estudo. Os inquéritos tiveram lugar na zona da praia Nova, Rio Maria e Savane.

Por se tratar duma actividade ilegal, não existem dados estatísticos sobre o número total dos praticantes da actividade. Portanto, a amostra baseou-se no número possível de pessoas encontradas no local de actividade. Na Praia Nova e Estuário do rio Pungue foram inqueridas 10 praticantes ,dos quais 5 da Praia Nova e outros do estuário do rio Pungue, encontrados no momento do desembarque. Para os inqueritos nas restantes áreas, o autor fez o inquerito em uma semana para diferentes praticantes em cada área de exploração do mangal. No rio Maria, de um



total de aproximadamente 30 exploradores, foram inqueridos 12 indivíduos. Em Savane foram inqueridas 10 exploradores e estima-se que há mais de 40 exploradores ilegais. Observe anexo 2

1.5. ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO

Esta dissertação estrutura-se em 5 capítulos, aos quais se acrescentam as referências bibliográficas e os anexos.

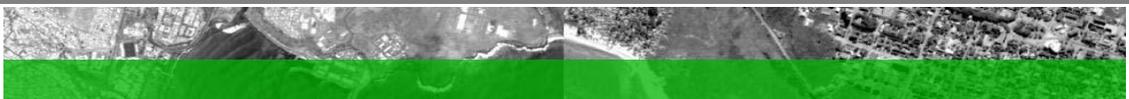
No primeiro capítulo, correspondente à introdução, é apresentado o tema, demonstrando sua relevância, bem como os objectivos a alcançar e a metodologia adoptada.

O segundo capítulo diz respeito a caracterização físico-geográfica e sócio económica da Cidade Beira. A inclusão deste capítulo se deve ao facto de se poder recorrer alguns factores de ordem física ou sócio económica para explicar a evolução do mangal na área de estudo.

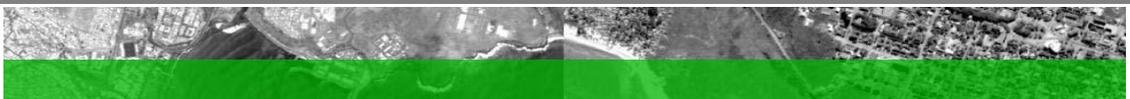
O Enquadramento teórico é feito no terceiro capítulo. Neste, são apresentados e introduzidos os conceitos de Mangais, Sistemas de Informação Geográfica (SIG) e Detecção Remota (DT). A seguir é mostrado vários estudos efectuados no mundo em geral e Moçambique em particular sobre aplicação dos SIG e DT nos estudos de monitoramento de mangais.

O quarto capítulo apresenta os resultados da aplicação da metodologia usada para detecção de mudanças no uso e cobertura da terra no geral e dos mangais, em particular. São ilustrados mapas resultantes de classificação, gráficos de evolução dos mangais, mapas com localização das mudanças ocorridas e por último o mapa do uso e cobertura da terra previsto para o ano de 2020 se a tendência actual se manter.

O quinto capítulo constitui o resultado do trabalho de campo para estudar a natureza e as causas da degradação dos mangais verificados através da detecção remota. Para cada região de concentração do mangal na cidade da Beira, é feita uma caracterização das espécies dominantes, seu uso, causas de degradação e é feita uma análise de percepção da comunidade sobre a diminuição do mangal.



As principais conclusões são ilustradas no sexto e o último capítulo onde, igualmente, são apresentadas recomendações, limitações e possíveis estudos subsequentes na área.



2. CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-GEOGRÁFICA E SÓCIO-ECONÓMICA DA BEIRA

2.1. Enquadramento Geográfico da Cidade da Beira

A cidade portuária da Beira fica situada na entrada da baía d Sofala, localizada na província do mesmo nome, na zona central de Moçambique. Veja fig.1

A área abrangida neste estudo abarcou a totalidade da parte continental e costeira incluindo algumas ilhas do estuário do rio Pungue. As áreas costeiras abrangidas para o estudo da avaliação dos mangais são as da Praia Nova, estuário do Pungue, Rio Maria e Rio Savane, sendo que os dois últimos localizam-se a nordeste da Cidade junto a linha da costa do oceano Índico.

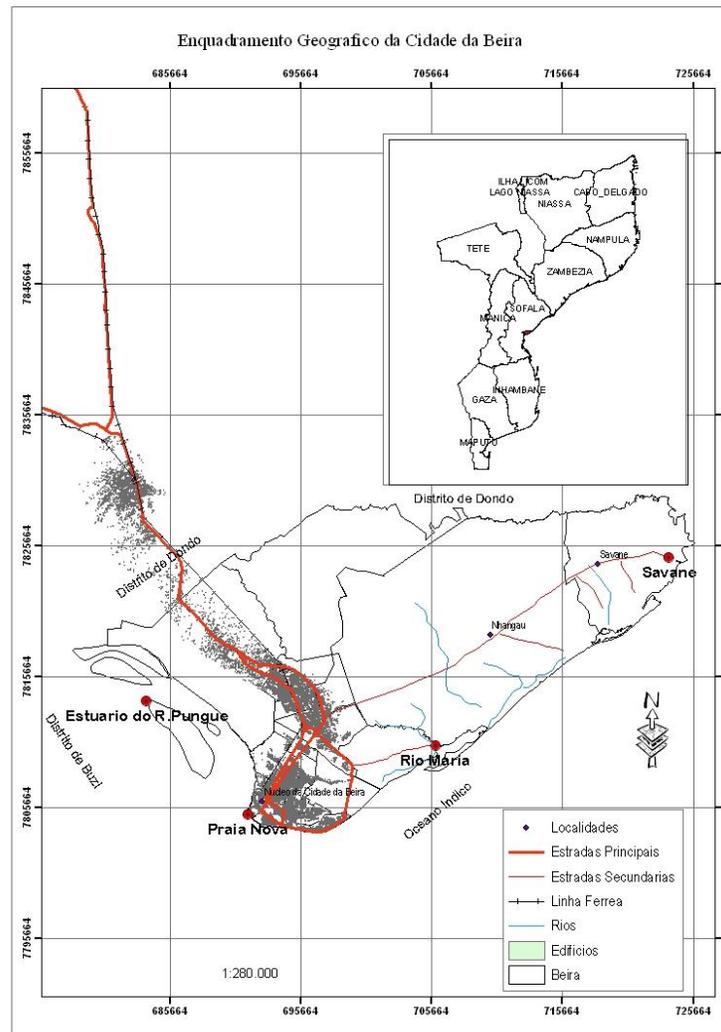


Fig. 1 –Mapa de Enquadramento Geográfico da Área de estudo



2.2. Caracterização Físico-Geográfica da Cidade da Beira

2.2.1. Geomorfologia

O relevo da Cidade da Beira, bem como os seus arredores é dominado por uma extensa planície litoral, cuja altitude varia entre 3 aos 34 metros. E o declive médio desta planície é muito fraco e raramente ultrapassa 1°. Trata-se geneticamente de uma planície da idade recente, resultante dos processos de acumulação de sedimentos pleistocénicos e holocénicos (Muchangos, 1994)

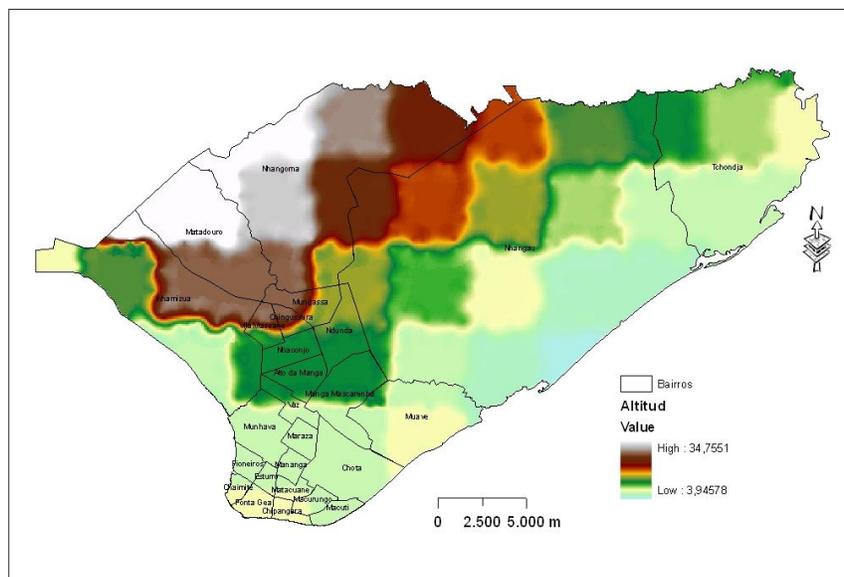
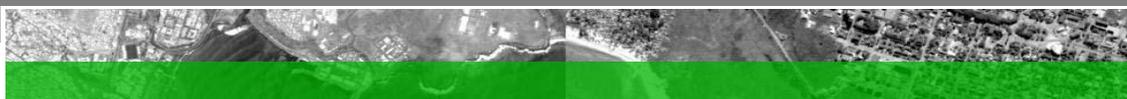


Fig. 2- Modelo Digital de Elevação

Contudo, nota-se uma singular alternância de depósitos argilosos e arenosos, provavelmente como resultado da sedimentação dos rios que desaguavam na Baía em épocas geológicas remotas. A última regressão holocénica, assim como em muitas regiões costeiras do país caracterizou-se pela formação das dunas litorais que ocorrem somente na parte ocidental da cidade, numa estreita faixa criando simultaneamente as condições para o desenvolvimento costeiro e são extensas planícies de inundação que ocupam a maior parte da cidade.

Portando, os relevos da Cidade da Beira dispõem-se em escadarias subindo do litoral para o interior, sendo os bairros de Inhamizua, Matadouro e Nhangoma com cotas mais elevadas,



contrastando com os bairros banhados pelo litoral, nomeadamente com Macuti, Chota, Nhangau e Tchondja que possuem elevações bastante baixas.

2.2.2. Geologia

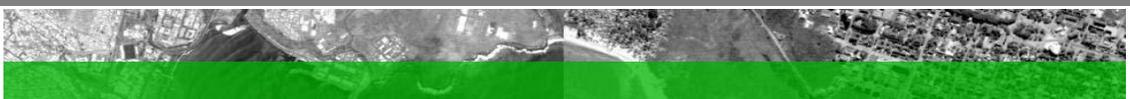
A geologia da cidade da Beira e seus arredores pertencem a idade recente, resultante das sucessivas fases da acumulação de sedimentos plestocénicos e olocénicos. Também houve uma singular alternância de depósitos argilosos e arenosos provenientes da sedimentação dos rios que desaguavam na baía em épocas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

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

2.2.3. Clima

A Cidade da Beira localiza-se no limite meridional e na zona sub equatorial, possuindo de acordo a classificação de Köpen (1936), um clima de tipo tropical chuvoso de inverno seco.

A sua posição litoral exposta aos ventos marítimos húmidos e a influência da corrente marítima quente, confere-lhe características climáticas próprias. O clima é caracterizado pela existência de duas estações de seis meses de duração e nitidamente diferenciadas, e pela coincidência entre a estação das chuvas e o período quente e húmido. De acordo com os dados climáticos mundiais, a



temperatura mínima em média é de 21°C e máxima é de aproximadamente 30°C. Apesar da fraca amplitude térmica anual, já foram registadas temperaturas extremas de 42,9°C e 9,4° C para os períodos, quente e frio, respectivamente (Muchangos, 1994) como indicado na figura

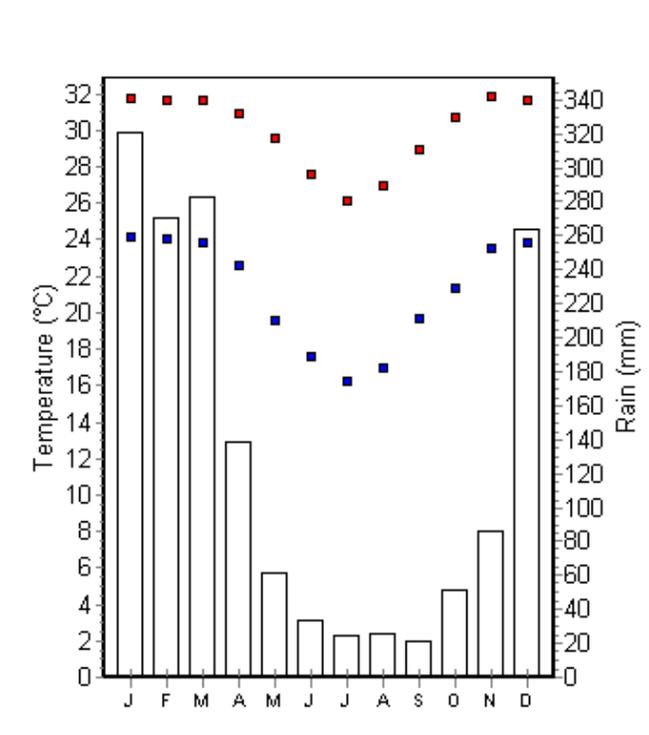
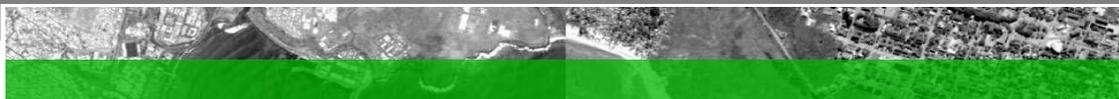


Fig. 3- Gráfico Termo-pluviométrico da Cidade da Beira. Fonte: Worldclim (Satélite NOAA)

As somas fluviométricas anuais atingem 1.500. mm, com o máximo de 277,9mm em Janeiro e o mínimo de 19,1mm em Setembro. (Muachangos, 1994)



depressões existentes para constituírem autênticas lagoas de passagem antes de desaguarem por uma foz conjunta.

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

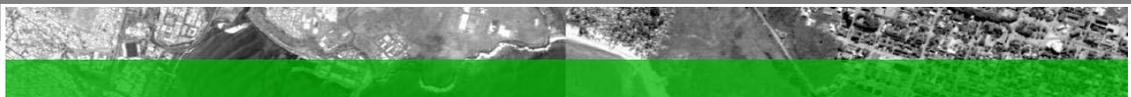


Fig. 5- Vista parcial do Rio Chiveve

Devido ao fraco declive de toda a planície litoral e da plataforma continental, a influência das marés sobre a costa é muito grande. No estuário do Pungue, sobretudo durante as marés equinociais acompanhadas de fortes inundações, a amplitude das marés é da ordem de 7-7,5 metros (Muchangos, 1994).

2.2.5. Solos

Pela sua posição sub equatorial, pedologicamente pertence a zona dos solos feralíticos. Assim, a maior parte das áreas citadinas é constituída por um substrato de sedimento alucinares marinhos



e fluviais de idade recente e de grande espessura. Estes sedimentos constituem a base a partir do qual se desenvolvem os solos. Desta maneira, este desenvolvimento bem como a sua distribuição depende das condições locais, o relevo, a hidrografia e intervenção humana (MUCHANGOS, 1994)

Pode-se agrupar os solos da Beira em fluvio-marinhos do antigo leito e foz do Púnguè e os solos dos terrosos aluviais, solos salubres, solos dunares (Idem, p.18) e solos hidromórficos. Assim, os mais dominantes são os solos de gleizer dos planos fluvio-marinhos que ocupam a maior parte da cidade. Estes, são solos enriquecidos pelo humus-cinzento escuro demais de 50 cm espessura. Sendo assim, o seu processo de formação e por excelência a gleização, bem como a elevação da humidade que regista na Beira.

Na área estuarina protegida por influências directas do oceano, mais inundado temporariamente e regularmente pelos mares, incluindo o canal, desenvolvem-se solos aluvionares salobros. Estes são solos argilosos finos lodosos sem qualquer possibilidade da utilização agrícola devido a influência salina e a sua inconveniência. Mas permite o desenvolvimento de uma rica fauna e flora.

Os solos dunares encontram-se na costa oriental da cidade da Beira ou em ilhas isoladas como nas baixas de Matacuane, Macurungo, e Munhava. O seu perfil é indiferenciado e esta sujeito a uma intensa erosão eólica.

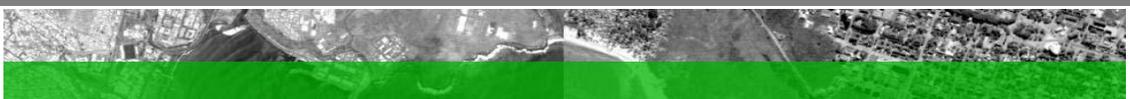
A existência de dunas nos bairros de Chipangara e Matacuane e vários e outros locais disperso, pode ser explicado pela acção destrutiva das chuvas, dos sulcos e da intervenção humana durante a construção da cidade.

2.3. Caracterização Socio-económica da Cidade da Beira

2.3.1. População

De acordo com o recenseamento de 2007 (INE, 2007), o efectivo populacional da Cidade da Beira é era de 431.583 habitantes, sendo 219.624 homens e 211.959 mulheres.

2.3.2. Actividades Economicas



Turismo

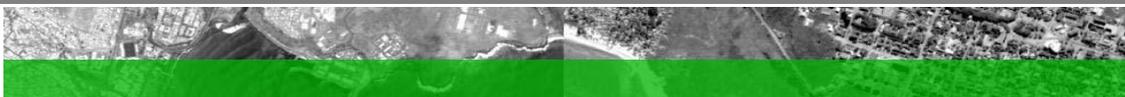
A Cidade apresenta praias facilmente acessíveis a partir do centro da cidade, mas mesmo assim, o turismo não é muito desenvolvido. Três dos mais famosos hotéis de alto padrão em Moçambique, localizados à beira mar (Grande hotel, Dom Carlos e Hotel Estoril) estão encerrados há vários anos. Grande parte dos turistas que vêm para Beira estão mais interessados no Parque Nacional de Gorongosa e nas coutadas da Provincia de Sofala. Geralmente estes visitantes passam uma noite em outros hotéis que estão em funcionamento. Perto do centro da cidade, a cor castanha da água (sedimentos descarregados pelo rio Púngue), algumas saídas de esgotos e as fortes correntes podem ser factores impeditivos para atracção de banhistas e navegantes. As condições para actividades banhistas são muito melhores perto do farol de Macuti, mas por falta de infraestruturas operacionais, o potencial turístico permanece inexplorado.

Industria

A cidade da Beira é considerado o segundo centro industrial em Moçambique. O Porto da Beira e a linha férrea que ligam a cidade para o interior levaram ao desenvolvimento das industrias nos anos 50 e 60. Estes desenvolvimentos eram dominados por agro-industrias. Actualmente, as principais instalações industriais que ainda operam são:

- Transformação alimentar (Fábrica de cerveja, gelados, bolachas, etc)
- Papel e reprodução
- Madeira
- Tinta
- Trabalhos Mecânicos

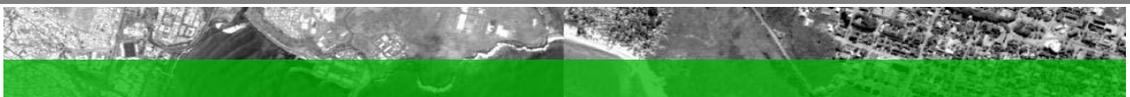
A politica económica de mercado guiada pela liberalização do sector privado estimulou a retomada da actividade industrial. A maior parte das industrias foi privatizada e algumas delas reabilitadas, aumentando a produção industrial na Provincia de Sofala.



Economia

Dados do Wikipedia indicam que a cidade vive do comércio e do porto essencialmente, que movimenta carga geral (carga solta/não contentorizada), mas também existe um terminal de contentores. A cidade está na origem de dois corredores de transporte. O Corredor da Beira liga ao e, por via rodoviária e ferroviária e facilita o acesso do interior do continente ao litoral como, por exemplo, de Lusaka, capital da Zâmbia, país sem acesso directo ao mar. O segundo corredor liga ao Malawi e é neste momento exclusivamente rodoviário. Depois de atravessar o rio Zambeze pela Ponte Dona Ana, a linha ferroviária toma o sentido noroeste em direcção Moatize para servir as futuras minas de carvão locais.

“ O porto comunica, através de um sistema de rádio com a Cidade do Cabo e, assim, indirectamente com todos os outros portos mais importantes do mundo. Os principais produtos de exportação do porto são açúcar, tabaco, milho, algodão, fibra de pita agave, cromo, minério de ferro, cobre e chumbo, carvão. O Corredor da Beira contém também um oleoduto que liga o porto da Beira ao Zimbabué” .Wikipedia



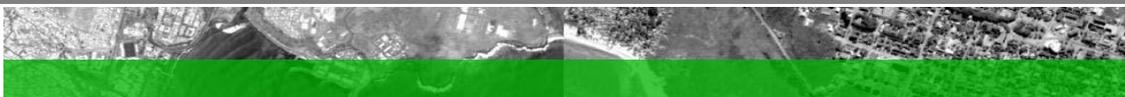
3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

3.1. Mangais

Litulo et al (2008) refere-se ao mangal ou floresta de mangal como um termo para caracterizar uma variedade de comunidades costeiras da zona tropical e subtropicais dominadas por uma variedade de árvores e arbustos sempre verdes que crescem em regiões com água de elevada salinidade. As florestas de mangal encontram-se em áreas relativamente protegidas, entre o continente e o mar, onde a energia das ondas do mar é reduzida. Os mangais desenvolvem-se melhor em áreas expostas a um abastecimento contínuo em água doce, como as regiões de elevada pluviosidade, infiltração de água doce e nos deltas dos rios (Baia, 1998).

Schepis(s/d) considera os mangais como espinha dorsal das costas dos oceanos tropicais muito importante para a biosfera do oceano global e acrescenta que as suas raízes pneumatóforas protegem as zonas húmidas costeiras contra o oceano, formam um importante habitat, berçário para inúmeras espécies de peixes, crustáceos, mamíferos, aves e insectos. De acordo com o mesmo autor, as florestas de mangal cobrem menos de 0,1 por cento da superfície terrestre global, e mesmo assim são responsáveis por um décimo do carbono orgânico dissolvido que flui da terra para o mar. Cientistas alemãs, analisaram a saída de carbono a partir de uma floresta de mangal no Brasil e sugerem que a sua vegetação é uma das principais fontes de matéria orgânica dissolvida no oceano.

Hoje em dia, tem crescido a consciência do importante papel que os mangais representam na vida social e cultural das comunidades locais e na economia a todos os níveis assim como na protecção ambiental em geral. Tem-se reconhecido também a fragilidade destas formações vegetais, o incremento da taxa de destruição das mesmas, bem como a necessidade da existência de um plano para a sua gestão sustentável. O mangal é considerado um ecossistema de importância vital, tanto para a satisfação das necessidades humanas, como para a protecção do litoral contra a erosão, ou a conservação das espécies da fauna selvagem de forte valor patrimonial e cultural.



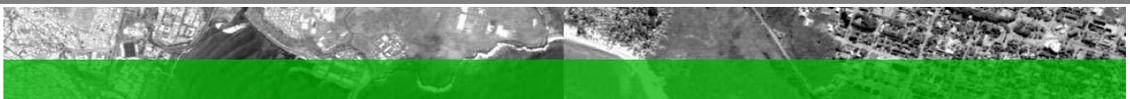
A importância ecológica do mangal de acordo com Rao & Raju (1995) reside na sua contribuição para a estabilização e prevenção da erosão da linha costeira. O ecossistema do mangal contribui para a protecção das áreas costeiras contra a erosão e intrusão salina. Como estabilizador e protector da linha costeira contribui para a formação dos solos: com a deposição e captura de sedimentos aluviais criam-se condições ecológicas que permitem o avanço dos solos do continente em direcção ao mar.

Kathiresan (2000) resume a importância do ecossistema do mangal em 2 vertentes: económica e ecológica. O mangal é um recurso explorado pelas comunidades costeiras para obtenção da Madeira para construção de habitações, barcos de pesca, para combustível lenhoso e carvão bem como para captura de diversos crustáceos para complementar a dieta alimentar das comunidades. Baia (1998) refere que as suas árvores podem ser usadas para extracção da tatina (corante), como plantas medicinais, assim como para produção de mel. O ecossistema do mangal é, ou pode ser destruído para seu uso para agricultura, piscicultura e fabrico de sal e por outras formas de uso que não permitem sua regeneração.

Grande parte dos serviços ecológico desempenhado pelos mangais segundo Kathiresan (2000) está ligado a protecção da costa em relação a radiação UV-B, efeito de estufa e fúria dos ciclones, inundações, elevação do nível do mar, acção das ondas e erosão costeira. Os pântanos do mangal funcionam, portanto como armadilhas de sedimentos. O sistema radicular das plantas mantém o substrato firme contribuindo por isso para uma estabilidade duradoura da costa. O ecossistema providencia por outro lado alimentação e constitui viveiro de peixes e mariscos e muitas vezes encoraja e atrai outros tipos de animais

Os principais efeitos da destruição das florestas costeiras em geral e do mangal em particular pode ser resumido na seguinte afirmação: “When forests disappear, they take animal populations, crop yields and flood protection with them” (Brown, 2009).

A região costeira de Moçambique, com cerca de 2/3 do total da população concentrada, caracteriza-se pela degradação acelerada das florestas de mangal, especialmente nas zonas de



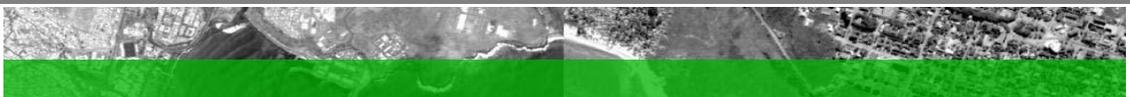
grande concentração populacional, poluição da costa por poluentes como resíduos industriais lançados ao mar sem tratamento prévio, descargas das águas negras entre outros (Kulima, 1999)

Moçambique, com cerca de 400 000 ha de mangais tem a maior floresta de mangais na África Oriental. Ao sul do rio Save mangais ocorrem extensivamente no estuário Morrumbene, baía de Inhambane, Baía de Maputo e Inhaca. A Baía de Maputo é uma das mais extensas áreas de manguezais na região sul. As maiores florestas de mangal ocorrem no centro do país, principalmente devido as descargas de agua doce considerável de cerca de 18 rios incluindo os deltas do zambeze, pungue, Save e Buzi. (MICOA, 2009)

Saket e Matusse (1994) referem a não existência dum consenso quanto a area total dos mangais em Moçambique. Segundo eles, a DPA estimava em 15000 Km². Mais tarde (1978) a IUCN estimou em 850 Km² e tres anos mais tarde Segundo o relatório do inventario florestal o mangal ocupava uma extensão de 4550 Km².

Os mangais fornecem muitos serviços e produtos as comunidades costeiras. Segundo Langa (2007) no litoral moçambicano são registadas cerca de 10 espécies de mangal. As espécies mais comuns são a *Rizophora mucronata*, *Bruguiera gymnorrhiza*, *Avicennia marina*, *Ceriops tagal*, *Sonneratia alba* e a *Xilocarpus granatul* (MICOA, 2006)

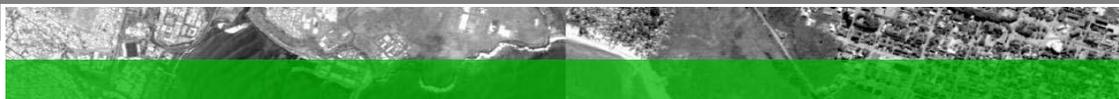
A tabela 1 segundo Kulima (1999) mostra as principais espécies de mangal em Moçambique as formas do seu uso pelas comunidades em geral.



Espécie	Uso Potencial	Outras aplicacoes
Rizophora mucronata	A infusão da casca usada para tingir redes. Estacas muito resistentes usadas para construção de casas	Combustível, extracção de raízes usadas como medicamento para diarreias
Bruguiera gymnorrhiza	Estacas para construção de casas e para lenha	para travessia para Caminhos de Ferro, vigas, andaimes e construção de barcos. Na Asia usada para estacas para armadilha de pesca, raízes para alimento
Ceriops tagal	Estacas usadas para construção de casas, lenha, madeira para construção de barcos	Madeira muito resistente, barrote para construção, estacas e espetos, carvão
Avicennia marina	Madeira para construção de tarimbas, canoas, folhas para forragem	
Sonneratia alba	Nectar das flores utilizada pelas crianças, lenha, construcao de barcos	Barrotes de construção, construção de canoas e extracção de mel
Xilocarpus granatum	A infusão feita a partir do fruto toma-se geralmente para induzir o aborto (aparentemente tóxico em doses elevadas), lenha, cura de doenças estomacais e hérnia	Remos e espetos, medicinal (a casca cura a barrotes de construcao,construcao de canoas e extracção de cólera),combustível lenhoso e extracção de óleos e tatinos

Tabela 4- Principais espécies de mangal na costa moçambicana (adaptado, kulima 1999)

O desmatamento do mangal como fonte de lenha e madeira, particularmente em centros urbanos, é agora a principal ameaça aos manguezais em Moçambique (MICOA, 2009). Kulima (1999)



reporta que o mangal da zona costeira encontra-se sob uma enorme pressão que se traduz na diminuição da sua cobertura, fundamentalmente pelos seguintes motivos: abate para extracção de combustível lenhoso e material de construção, abertura de áreas para salinas e para agricultura, construção de barragens a montante do rio Zambeze, o que altera o regime das águas e originam frequentes intrusões salinas.

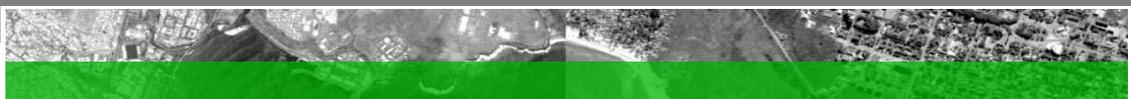
3.2. Sistema de Informação Geográfica e Detecção Remota

O conhecimento espacial desempenha um papel importante no desenvolvimento das actividades humanas e no modo como o homem interage com o espaço. Segundo Painho (2008) a possibilidade de se conhecer a localização geográfica de um fenómeno, de se estabelecer relações com os outros elementos do território, de identificar padrões espaciais, ou de tomar decisões com base nas suas características geográficas são só alguns exemplos de como a informação geográfica e o conhecimento espacial desempenha ao longo dos tempos um papel importante no desenvolvimento social, político e económico da humanidade. Portanto, reaperceber, analisar e conhecer a dimensão espacial associada a esses fenómenos, são as principais tarefas de um sistema de informação geográfica.

Aronoff (1989) citado por Pinto 2009) conceitua os sistemas de informação geográfica como “Conjunto de procedimentos, manual ou automatizado, utilizado no sentido do armazenamento, e manipulação de informação georreferenciada.”

Existem várias definições de um SIG; apesar desta variedade de definições, Clarke (1986) define uma série de características comuns e componentes que podem ser usados para dar aos SIG uma definição funcional:

- um grupo de dados que são associados a propriedades espaciais;
- uma topologia, ou seja, uma expressão numérica ou lógica das relações entre estes dados; arquivos ou estruturas de dados comuns;
- a habilidade do sistema para executar as funções de colecta, armazenamento, recuperação, análise (manipulação) e geração automática de mapas.



De acordo com Santo (2004) o objectivo geral de um sistema de informação geográfica é de servir de instrumento eficiente para todas as áreas do conhecimento que fazem uso de mapas, possibilitando integrar em uma única base de dados informações representando vários aspectos do estudo da região, permitindo a entrada de dados de diversas firmas, combinando dados de deferentes fontes para gera novos tipos de informações, gerar relatórios e documentos de diversos tipos.

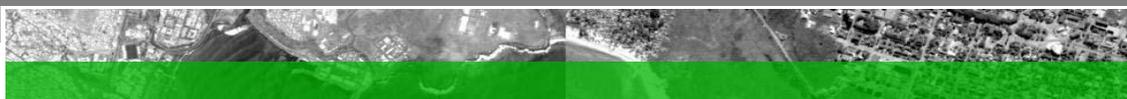
Por sua vez, o termo Detecção Remota ou Sensoriamento remoto segundo Novo & Flávio (2001) apareceu pela primeira vez na literatura científica em 1960 e significava simplesmente a aquisição de informações sem contacto físico com os objectos. Desde então, esse termo tem abrigado tecnologia e conhecimento extremamente complexos derivados de diferentes campos que vão desde a física até a botânica e desde a engenharia electrónica até a cartografia.

Pinto (2001) refere-se a detecção remota como a utilização conjunta de modernos sensores, equipamentos para o processamento de dados, equipamentos de transmissão de dados, aeronaves, etc. com objectivo de estudar o ambiente terrestre através do registo e de análise das interacções entre a radiação electromagnética e as substâncias componentes do planeta terra em suas mais diversas manifestações.

De meados do sec. XIX quando os balões equipados com câmaras fotográficas já eram lançados para se obter informações do terreno até aos nossos dias, o homem vem aprimorando a cada dia que passa os seus métodos e instrumentos de sensoriamento remoto a ponto de substituir as câmaras fotográficas por modernos equipamentos sensores abordo de satélites que imaginam a terra em detalhes a centenas de quilómetros de distância.

3.3. SIG e Detecção Remota aplicado aos mangais

O monitoramento de um sistema dinâmico necessita de medidas muito regulares. As áreas dos mangais são normalmente pouco acessíveis aos cartógrafos e aos investigadores em geral. Assim, o conjunto dum meio difícil de acesso com a necessidade de actualizar regularmente os dados sobre ele num contexto de mudança leva a obrigação de usar uma ferramenta que permite



economizar tempo, recursos humanos e materiais, que ficam muito importantes no trabalho de campo nos mangais. A detecção remota parece uma solução eficiente a esse problema.

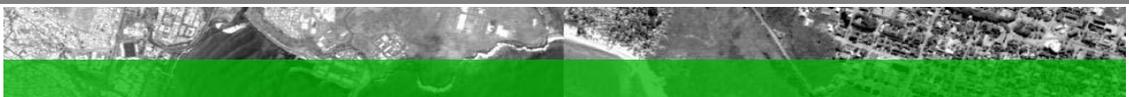
A grande quantidade de informações geradas num planeamento conservacionista requer uma fonte de colecta e manipulação de informações que seja ágil e de custo relativamente baixo. Os Sistemas de Informação Geográfica (SIG) em conjunto com o Sensoriamento Remoto (SR) podem ser usados para aceder variáveis espaciais e temporais, proporcionando melhor integração e organização dos dados, avaliação e prognóstico de problemas com auxílio de modelos matemáticos de simulação (Espinosa& Rosa, 2009)

Vaiphasa (2006) argumenta que os mangais constituem um dos mais importantes ecossistemas costeiros e que estão ameaçados pela expansão dos assentamentos humanos, a explosão da aquacultura comercial bem como o impacto das marés e tempestades, ect por isso há cada vez mais um aumento da procura de mapas detalhados dos mangais com finalidade de medir sua extensão e avaliar o seu declínio.

Produzir mapas detalhados dos mangais na comunidade ou o tipo de espécies existentes não é uma tarefa fácil, principalmente porque as florestas de mangal são muito difíceis de acessar por isso o sensoriamento remoto é uma séria alternativa aos métodos tradicionais baseados em campo para o mapeamento dos mangais, uma vez que permite recolher informações mesmo em lugares inacessíveis. Ibidem (2006).

A maioria das pesquisas relacionadas com o uso do sensoriamento remoto para os mangais tem como objectivo de mapear a vegetação e de identificar os mangais entre os outros meios (floresta de terra firme, brejos...) nas imagens Depois, faz-se um monitoramento da evolução global dos manguezais no tempo (Thevand & Gond 2005). A nível mundial vários ambientes cobertos por mangais formam estudados usando o Sistema de informação geográfica e a detecção Remota.

Em estudos do ecossistema dos mangais, a utilização de diversas escalas espaço -temporais auxilia no gerenciamento integrado das zonas costeiras, oferecendo subsídios aos tomadores de decisão (Lingon, 2009). De acordo com o mesmo autor, técnicas de sensoriamento remoto, SIG (Sistema de Informação Geográfica) e uso de GPS (Global Positioning System) fornecem

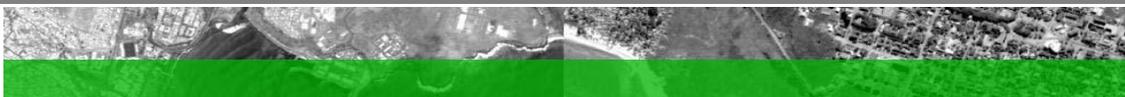


informações que subsidiam comparações temporais com o estado actual de áreas naturais, possibilitando projecções de alterações ou de impactos para uma dada região, auxiliando na adopção de medidas mitigadoras com vistas ao gerenciamento costeiro. Lingon (2009) adverte que as propostas de gestão costeira devem considerar os processos naturais e antrópicos que agem sobre o ecossistema mangal.

Saxena et al (2004) reporta que na Índia, região de Sunderban foi usado a detecção remota para mapear os mangais usando dados do satélite IRS IC/ID Liss III. Para o melhoramento do processo de classificação foi empregue a combinação das técnicas de processamento de imagens digitais. Nesse estudo foi observado que a banda do infra vermelho médio (0.77mm-0.86 mm) é o mais adequado para o mapeamento dos mangais. Duas classes de mangais foram identificadas e delineadas: mangais densos e mangais dispersos. As técnicas de classificação efectuadas foram consideradas muito boas e que podiam ser reaproveitadas para zoneamento da comunidade. Além disso, o utilitário de mapeamento de mangais em diferentes escalas, foi comparado e constatou-se que uma escala de 1:50.000 poderia representar espaços florestais de forma clara e poderia ajudar na estimativa de área de exactas.

Coleman et al (2004) refere-se a uma aplicação da detecção remota no estudo ecológico do mangal na zona costeira de Ghana. Para tal, duas imagens temporais do satélite Landsat foram usadas para detectar mudanças (Junho de 1999 e Junho de 2000). O estudo demonstrou, portanto que a degradação dos mangais na zona costeira do Gana foi devido essencialmente as actividades agrícolas e assentamentos humanos. O artigo conclui formulando políticas e recomendações que envolve a população local no processo de tomada de decisões e na integração de dados de detecção remota para gestão e integridade dos sistemas de mangal.

Azlan and Othman (2009) argumentam que o sensoriamento remoto fornece informações valiosas para o mapeamento da vegetação do mangal e monitoramento de suas mudanças. Abiden (2009) referem que foram usadas imagens landsat 7ETM + Erdas imagine versao 8.6 para detectar mudanças na área de Tanjung Piau dentro dum periodo de 10 anos. A análise dos mapas de cobertura produzidos mostraram significativas mudanças na superfície do mangal. Do total de 820.28 hectares em 1995 a área de mangal diminuiu para 761.40 hectares em 2005, uma



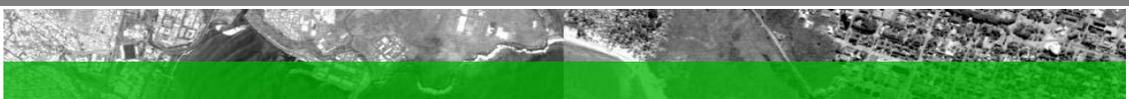
diminuição de 14%. Vários factores desta redução foram identificados assim como tomados algumas medidas de mitigação.

Um outro estudo de aplicação do sensoriamento remoto foi feito em Vietame na Cidade de Can Gio. Segundo Binh et al (2008) para este estudo imagens multi espectrais e multi temporais foram usadas para gestão da linha costeira e do mangal em particular. Foram usadas imagens do satélite Spot datados de 1996, 2004 e 2007 utilizadas para detector mudanças no uso e cobertura da terra durante o período de estudo. Os mapas resultantes, serviram de base para o monitoramento dos mangais

Lignon et al (2009) refere-se a séries históricas de imagens de satélite e de fotografias aéreas analisadas com auxílio do Sistema de Informação Geográfica. Para o estudo, foram utilizadas imagens de satélite Landsat MSS e TM que possibilitaram avaliar as respostas da cobertura vegetal à dinâmica sedimentar. De acordo O estudo, concluiu-se que os mangais do Estado de São Paulo sofreram distintas alterações ao longo do tempo, em função de cada trecho de segmento de costa. Os diversos estudos de caso analisados fornecem informações das alterações espaço temporais na paisagem e nos bosques de mangal. O uso das técnicas de sensoriamento remoto contribuiu para a obtenção de grande número de informações sobre dinâmica e as alterações antrópicas dos mangais, as quais são imprescindíveis para a elaboração de planos de gestão e conservação da zona costeira do Estado de São Paulo com vistas à conservação da paisagem e dos recursos naturais.

Espinosa e Rosa (2009) referem que foi feita uma comparação entre as imagens de satélites Ikonos e Quickbird para mapear áreas de vegetação de mangais. Primeiramente, a comparação foi feita banda a banda examinando a estatística espectral, logo a rugosidade e textura foi usada para comparar as espécies. Na classificação supervisionada utilizando MAXVER, os autores mostraram que a discriminação espectral das bandas multiespectrais do IKONOS II foi melhor que a do QuickBird e a inclusão da banda pancromática não teve efeito na acurácia para ambos.

Weir & Mahfud(1999) descreve o caso do monitoramento dos mangais usando SIG e detecção remota no delta do Rio Mahakam na região este de Kalimantan na Indonesia. O estudo visava

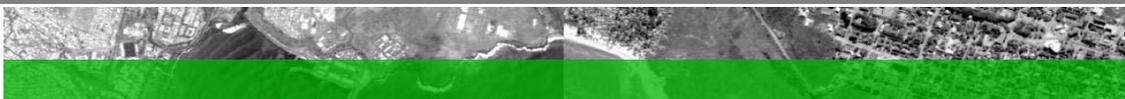


comparar a habilidade de 3 diferentes sistemas de sensoriamnto por radar com 3 diferentes sistemas ópticos de modo a detectar o nível desflorestamento dos mangais. O resultado desta pesquisa mostrou ser possível monitor a desflorestação dos mangais com uma precisão razoavel usando tanto os sistemas ópticos como os de radar.

Tchevan & Gond (2005) relata a utilização do sensoriamento remoto óptico centrada sobre a dinâmica dos mangais da região amazónica, com o estudo de sítios no Brasil e na Guiana Francesa. Este estudo procurou analisar series temporais de imagens para monitorar a dinâmica original dessa costa no tempo com a possibilidade de realizar uma datação das populações; e por outra parte de fazer uma espacialização de fenómenos como a colonização dos bancos de lama pelas plântulas o a regeneração dos mangues nas clareiras que foram antes medidos no campo, e relacionar os parâmetros da floresta encontrada no campo com as características (refletâncias, textura) observadas nas imagens. Os autores mostram nesse artigo que se pode usar o sensoriamento remoto sob diferentes formas, seja pela análise de séries temporais de dados de sensoriamento remoto (foto aéreas e imagens de satélite) ou seja pela análise das reflectâncias características de objectos estudados como clareiras.

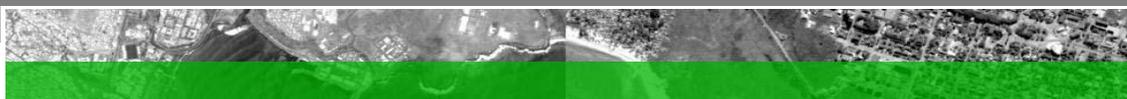
De acordo com Espinosa & Rosa (2009) no manguezal do Rio Tavares foram realizados diversos estudos envolvendo a análise da estrutura vegetal, tendo sido aquele desenvolvido por Souza Sobrinho et al. (1969) o pioneiro. Em relação a utilização de tecnologia da informação, Lugli (2004) elaborou mapas temáticos onde realizou a avaliação da ocupação de um das clareiras existentes no manguezal do Rio Tavares ao longo de uma série temporal de análise de fotografias aéreas. Posteriormente, outros autores avançaram no emprego da tecnologia de informação e de GPS, realizando avaliações georreferenciadas ao longo de todo o manguezal do Rio Tavares. Estes estudos, associados ao de Lugli (2004) tiveram o suporte técnico destes autores já com intuito de elaborar estudos mais complexos empregando tecnologia SIG que pudessem subsidiar planos de manejo.

A detecção remota aplicada a gestão dos mangais, segundo Vaiphasa (2006) é usada essencialmente para 3 propósitos: (i) inventariação dos recursos, (ii) detecção das mudanças e (iii) a selecção e inventariação dos lugares para aquacultura. Estas aplicações de acordo com o



autor, são baseados no número de instrumentos tanto nas plataformas de aviação como de satélites, incluindo câmaras fotográficas do visível e do infravermelho.

Em Moçambique poucos estudos foram feitos visando avaliação da dinâmica dos mangais usando a detecção remota e os sistemas de informação geográfica. O projecto AIFM estudou as mudanças de cobertura na província de Manica na escala de 1:250 000 para o período de 1990 e 2004. Nesse estudo foi usado um método multi-temporal para comparar simultaneamente imagens colhidas em duas épocas diferentes. De acordo com Marzoli(2007) a área total dos mangais no país reduziu de 408,000 ha em 1972 para 357,000 ha em 2004, com uma perda total de 51,000 ha num período de 22 anos. Adicionalmente, o decréscimo da área aumentou de 67 ha por ano (-0.2% por ano) entre 1972 e 1990, para 217 há por ano (-0.7% por ano) entre 1990 e 2004.



4. APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADO

4.1. Resultado das Classificações (Uso e Cobertura da Terra) das Imagens landsat

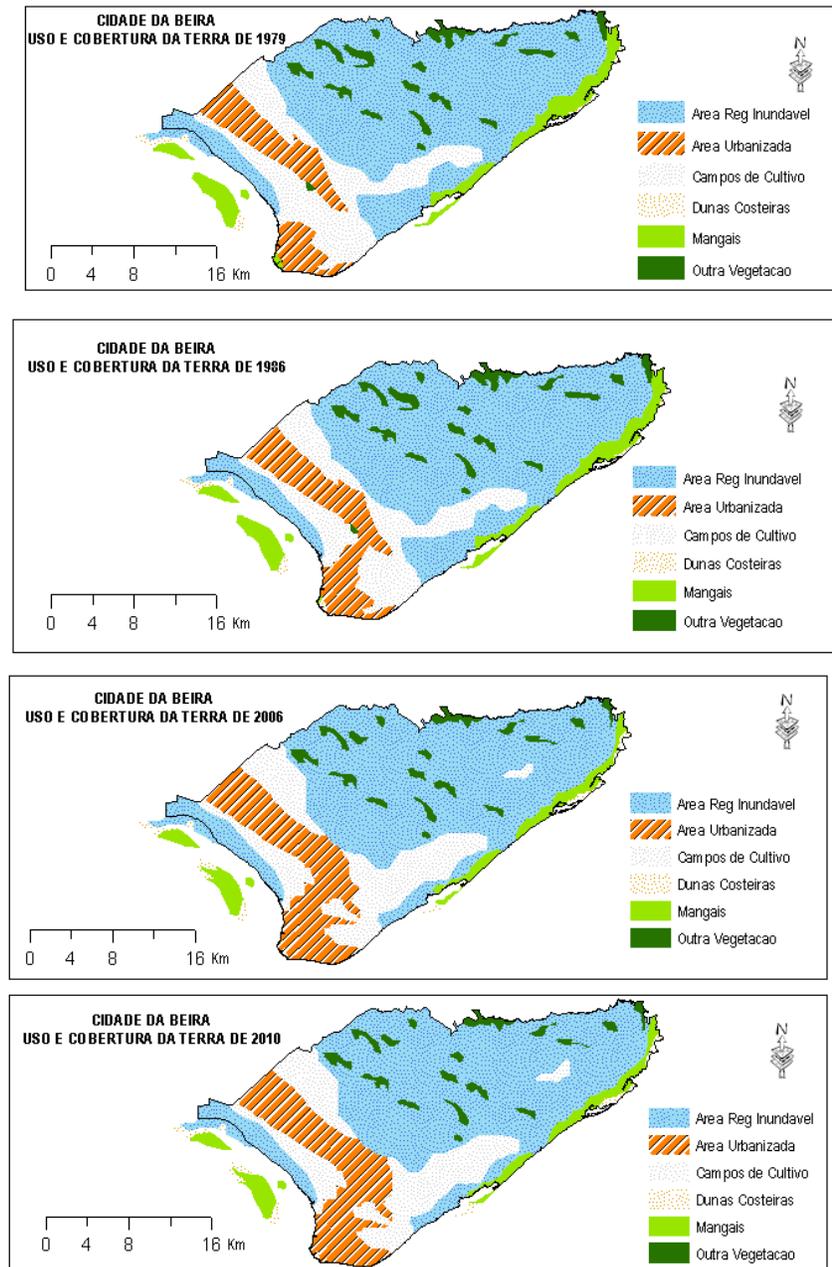
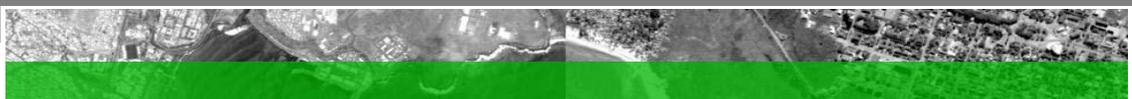


Fig. 6 – Mapas resultants da Classificação das Imagens de Satélite

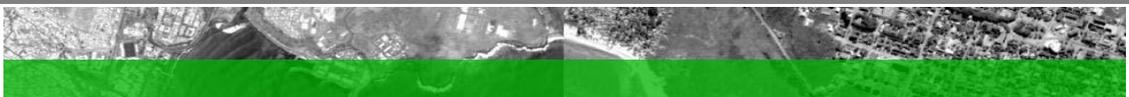


Da classificação das imagens resultaram 6 classes de uso e cobertura da terra, sendo que nem todas classes seguiram o mesmo diapazão. Tal como se observa na figura 1 as áreas regularmente inundadas não sofreram muitas alterações ao longo dos anos (58,6% da área total em 1979 para 58,8% em 2010). Por sua vez, verifica-se um aumento gradual das áreas urbanizadas, 10% em 1970 para 14,8% em 2010). As áreas cobertas por campos de cultivo não sofreram muitas alterações e teve um crescimento positivo (17,8% em 1979 para 18,3% em 2010). Verifica-se igualmente um aumento substancial das áreas cobertas por dunas costeiras em contraste com as áreas de outra vegetação que reduziram provavelmente como resultado da acção antropogénica e do crescimento urbano. Tal como as dunas, os mangais da cidade da Beira no geral sofreram algumas de 8,4 para 5,1% em 2010. Observe a tabela 1

Classes de Uso/Cobertura	1979		1986		2006		2010	
	Area	%	Area	%	Area	%	Area	%
Area Reg Inundável	37862,1	58,6	37975,0	59,9	37900,1	59,8	37300,3	58,8
Area Urbanizada	6445,7	10,0	7140,1	11,3	8185,2	12,9	9399,1	14,8
Campos de Cultivo	11529,8	17,8	10836,2	17,1	11203,1	17,7	11575	18,3
Dunas Costeiras	547	0,8	620,0	1,0	967,1	1,5	1045,8	1,6
Mangais	5420,3	8,4	4930,7	7,8	3743,6	5,9	3215,9	5,1
Outra Vegetação	2831,2	4,4	2834,1	4,5	2337	3,7	1800	2,8
Total	64636,1	100	64336,1	100	64336,1	100	64336,1	100,0

Tabela 5- Evolução do uso e Cobertura de Terra (1979-2010)

O gráfico que seguir se ilustra (fig.2) mostra a evolução do uso e cobertura da terra das 6 classes obtidas no processo de classificação supervisionada



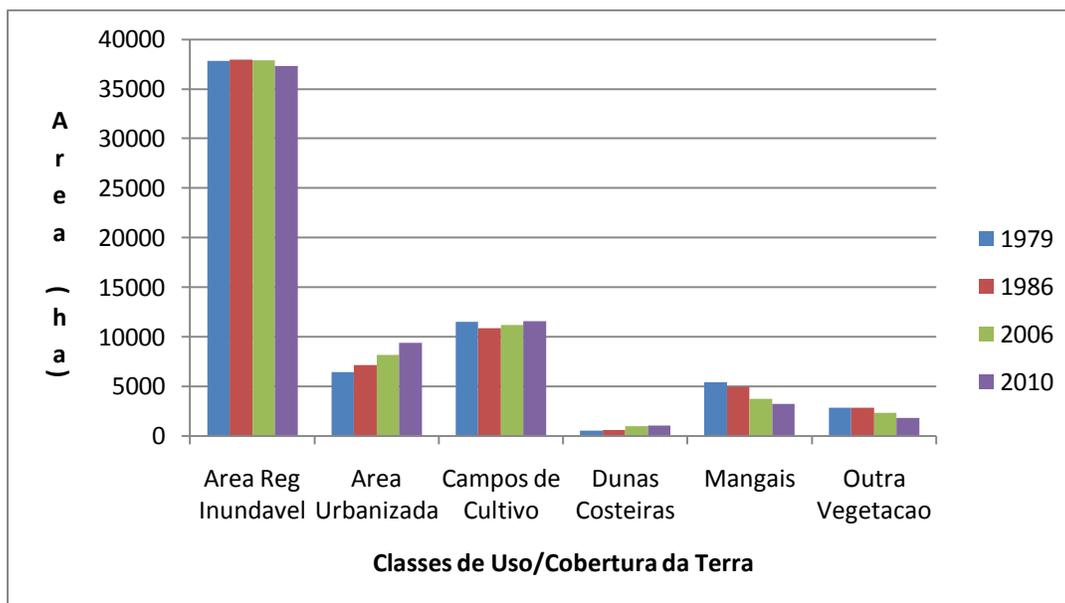
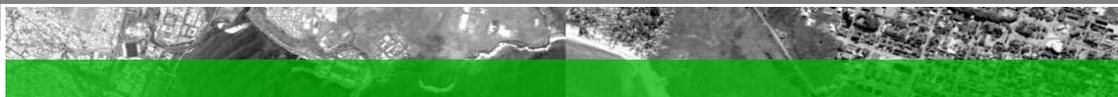


Fig. 7 – Evolução do Uso e Cobertura de Terra (1979-2010)

4.2. Resultado das Classificações das Imagens Landsat para as áreas de Mangal

A classificação das 4 imagens Landsat multi temporais usando o método de máximo verosimilhança do ArcGis 9.3.1 permitiu identificar a cobertura do mangal da cidade da Beira em quatro regiões, nomeadamente a Zona da Praia Nova, o estuário do Rio Pungue, Zona do Rio Maria e a área costeira próxima ao Rio Savane.



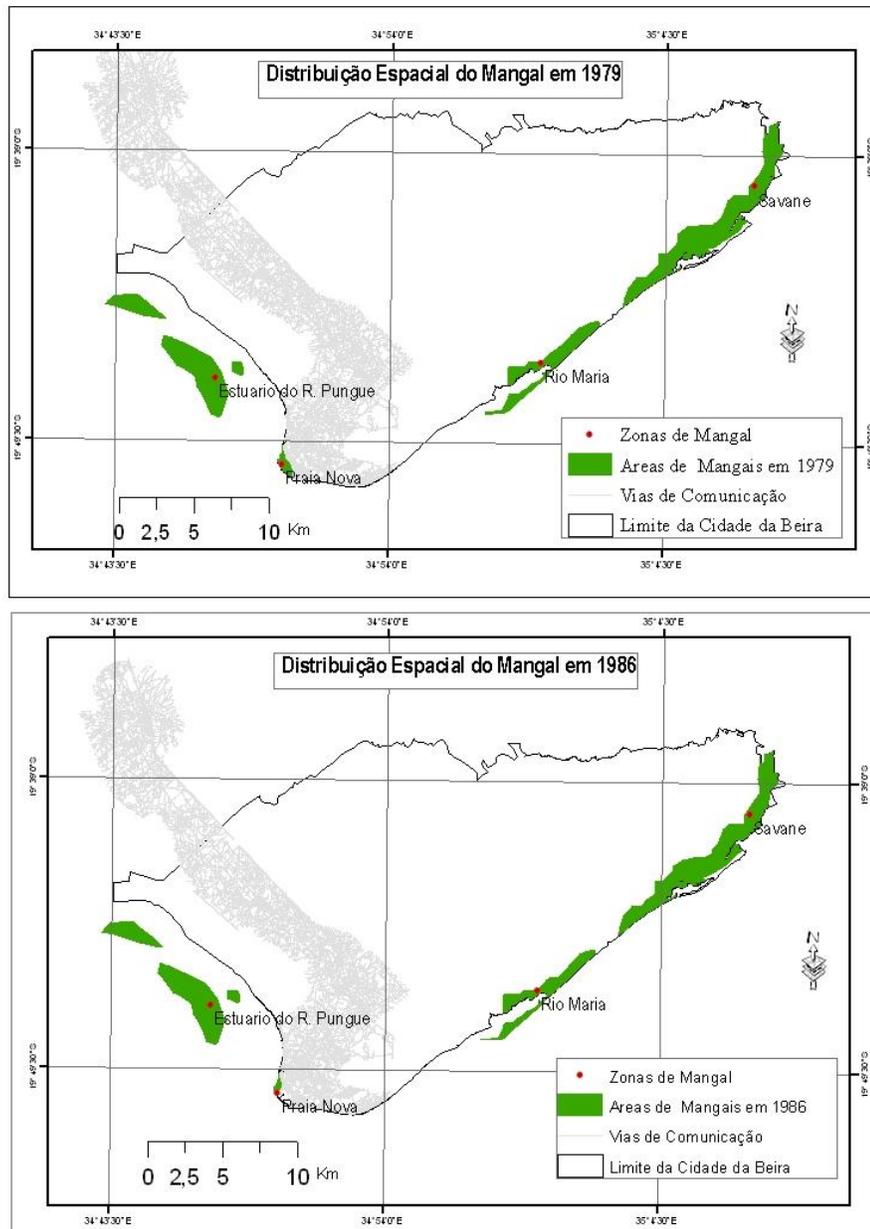
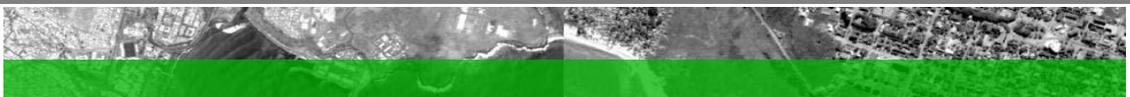


Fig. 8 – Distribuição do Mangal (1979 e 1986)



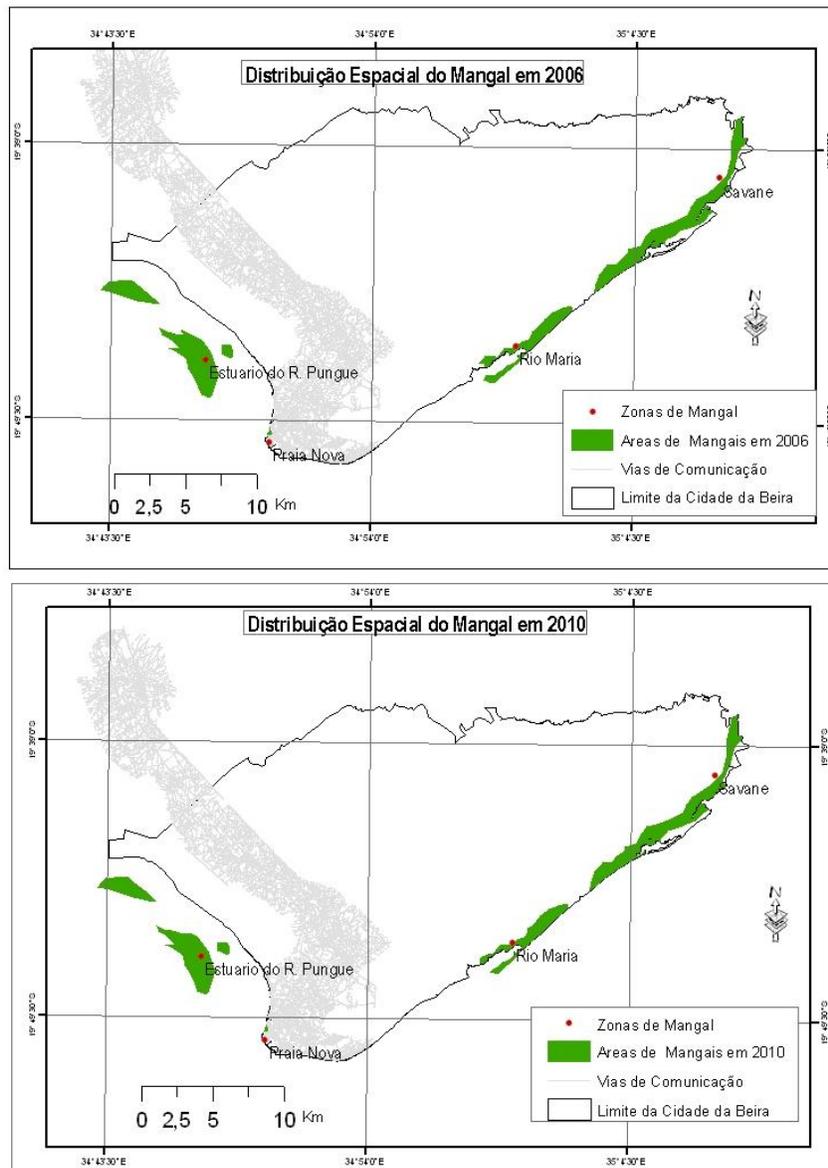
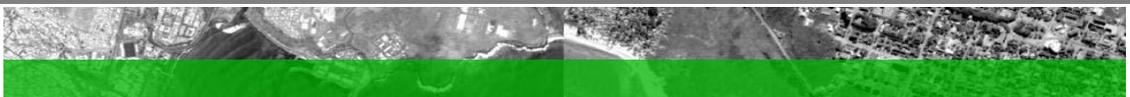


Fig. 9- Distribuição do Mangal (2006 e 2010)



Tal como ilustram os mapas anteriores, o mangal da Cidade da Beira vem diminuindo gradualmente. De aproximadamente 5420 hectares em 1979, restam actualmente 3214,9 hectares representando uma taxa de crescimento negativo na ordem de 41%, notando-se uma drástica redução na zona pesqueira da Praia Nova.

Zona	Cobertura de Mangal(há)				TaxCresc
	1979	1986	2006	2010	
Estuário do Pungue	1837,08	1625,01	1409,72	1264,7	-31%
Praia Nova	45,38	31,49	7,04	7,04	-84%
Rio Maria	1554,9	1391,01	758,4	671,6	-57%
Savane	1983,01	1883,27	1568,44	1271,58	-36%
Total	5420,37	4930,78	3743,6	3214,92	-41%

Tabela 6 –Área de Cobertura de Mangal (1979-2010)

A zona da Praia Nova é, por sinal a que possui menor cobertura do mangal ao longo dos tempos e a que mais sofreu redução do mangal entre 1979 e 2010,sendo que a drástica redução se verificou essencialmente depois de 1986. Portanto, da cobertura existente em 1979 a seguir a Independência nacional, restam actualmente apenas 16%.

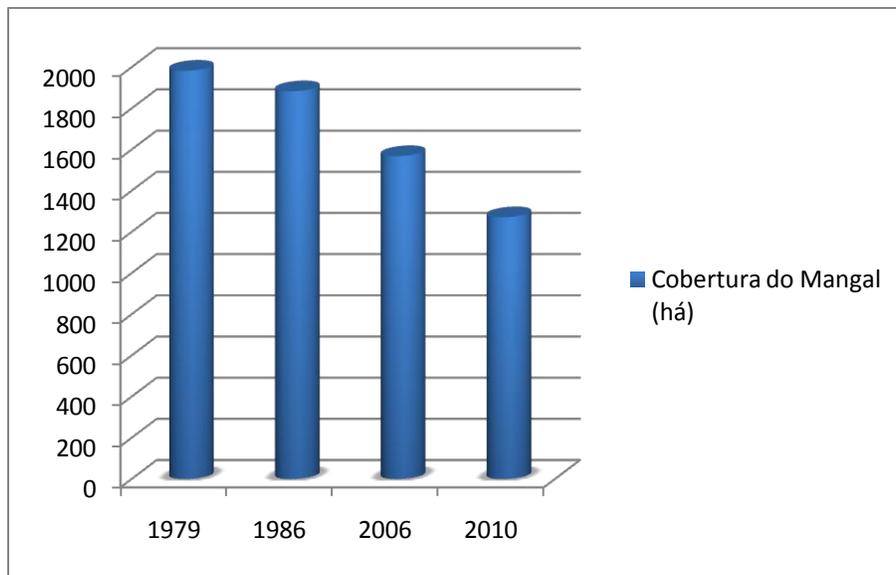
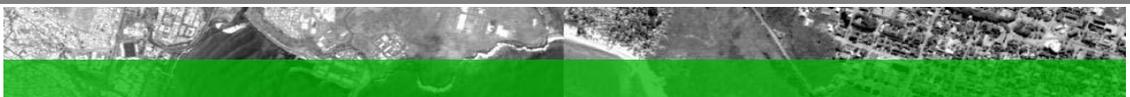


Fig. 10- Evolucao do Mangal da Praia Nova



Como se ilustra na figura 1, o mangal existente na Praia Nova circunscreve -se apenas a uma pequena área oriental da Praia Nova onde nas maré baixa ainda se pode capturar alguns caranguejos.



Fig. 11- Actual Cobertura do Mangal. Fonte: Imagem de Satélite Quickbird (2010)

O mangal do estuário do Rio Pungue também sofre reduções ao longo do período em estudo em cerca de 803 hectares. Verifica-se, portanto uma taxa de crescimento negativo na ordem de 31% e nota-se uma descida mas gradual quando comparada coma evolução do mangal da Praia Nova.

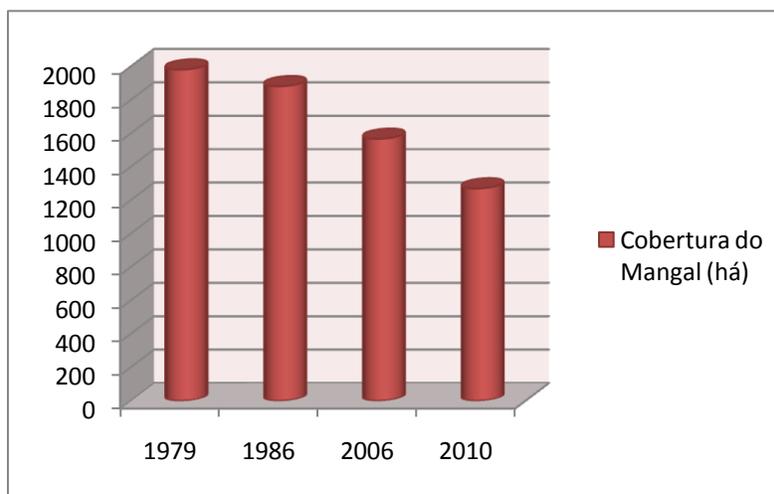


Fig. 12- Evolução do Estuário do Rio Pungue

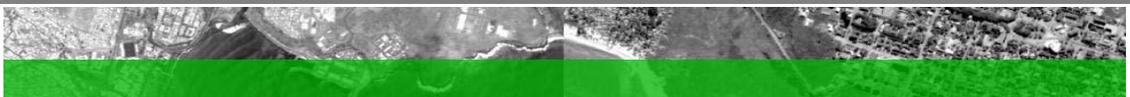
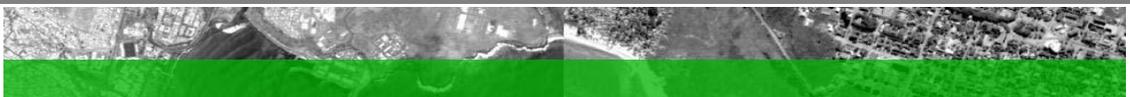




Fig. 13- Parte da Cobertura do mangal no Estuário do Rio Pungue (2009). Fonte: Google Earth

A zona do Rio Maria vem sofrendo reduções significativas. Actualmente existe apenas aproximadamente 671,6 ha contra 1554,9 ha em 1979,tendo portanto uma taxa de crescimento negativo na ordem dos 57%.Tal como na Zona da Praia Nova, a drástica redução verificou-se essencialmente depois de 1986,por sinal altura que Moçambique país passou adoptar a politica da economia do mercado e da livre concorrência.



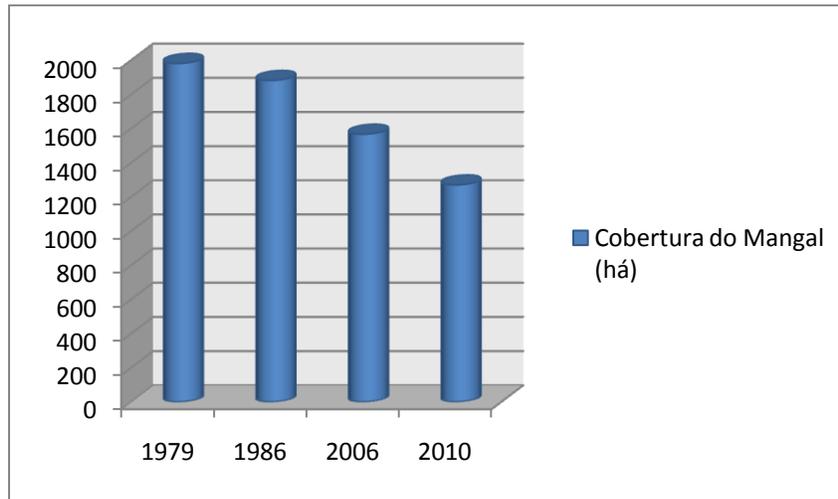


Fig. 14- Evolução do Mangal na zona do Rio Maria

Na Cidade da Beira, área costeira da zona de Savane é que apresentava a maior cobertura de mangal em 1979 (1983,01hectares). Contudo, 36% deste mangal foi destruído tanto pela acção antropogénica quanto pelas forcas da natureza, nomeadamente acção das tempestades e chuvas fortes que assolam zona costeira da Província de Sofala.

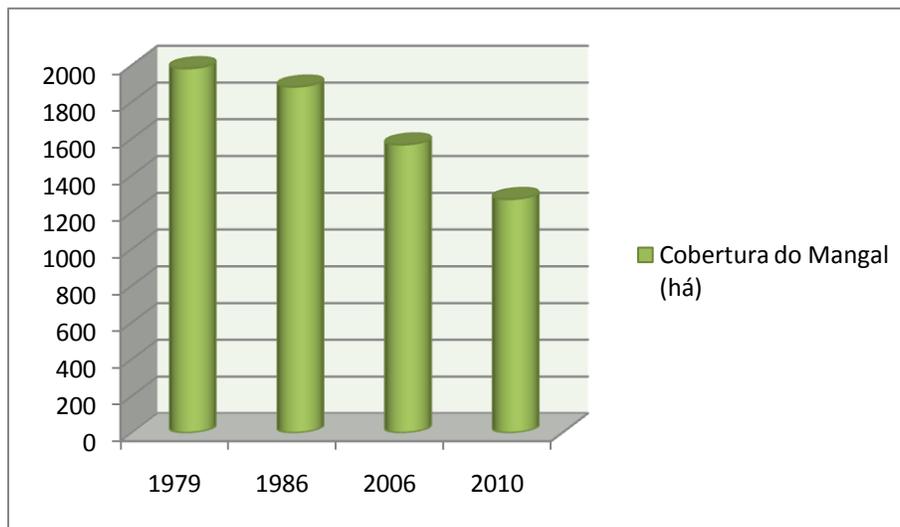
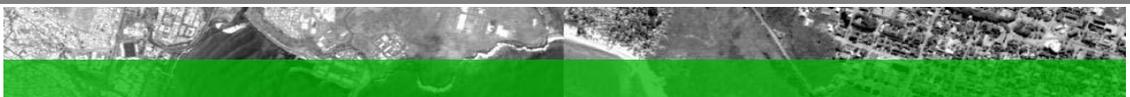


Fig. 15- Evolucao do Mangal de Savane

O gráfico da fig.1 em compacto a evolução do mangal no período entre 1979 e 2010 nos quatros pólos principais, nomeadamente Praia nova, Estuário do Pungue, Rio Maria e Savane



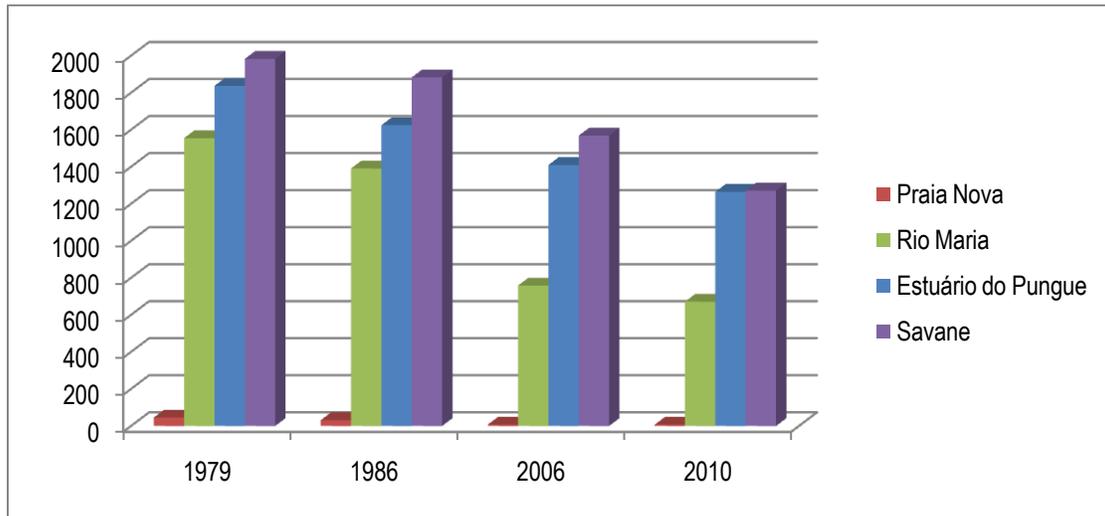


Fig. 16- Evolucao do Mangal na Cidade da Beira (1979 - 2010)

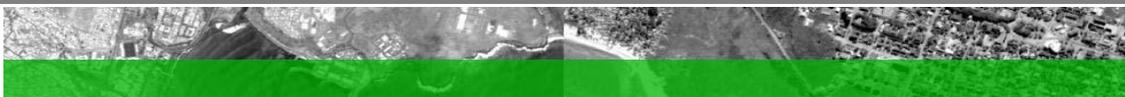
4.3. Mudanças no uso e cobertura da terra (1979 -2010)

Adicional análise de mudancas do uso da terra foi feita usando a ferramenta de modelação (Modeler) do Idrisi Andes. A figura1 mostra os ganhos e as perdas do Uso e Cobertura da Terra



Fig. 17- Ganhos e perdas no uso e cobertura da terra

De acordo com gráfico anterior, no período compreendido entre 1979 e 2010 as categorias de uso da terra que tiveram um crescimento positivo são as áreas urbanizadas, as dunas costeiras e as áreas regularmente inundáveis, contrariamente aos mangais, campos de cultivo e outra vegetação que viram sua cobertura reduzida.



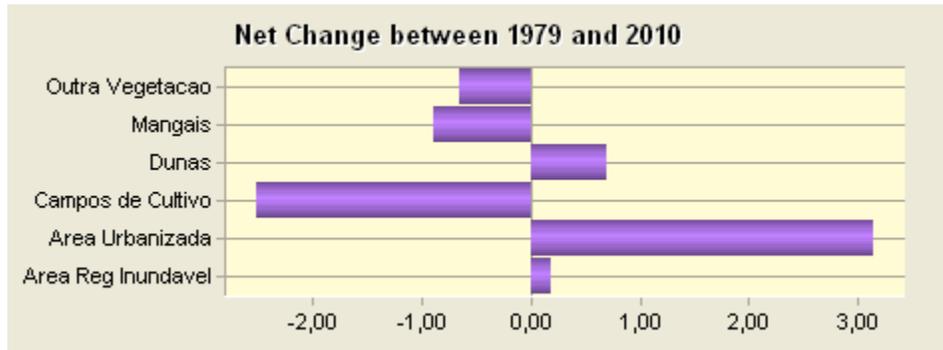


Fig. 18- Peso de mudanças no uso e cobertura da terra

Foi igualmente analisada as contribuições para o peso das mudanças nos mangais. Tal como ilustra o gráfico da fig.1, os mangais foram transformados essencialmente para as áreas de dunas costeiras e as áreas regularmente inundadas.

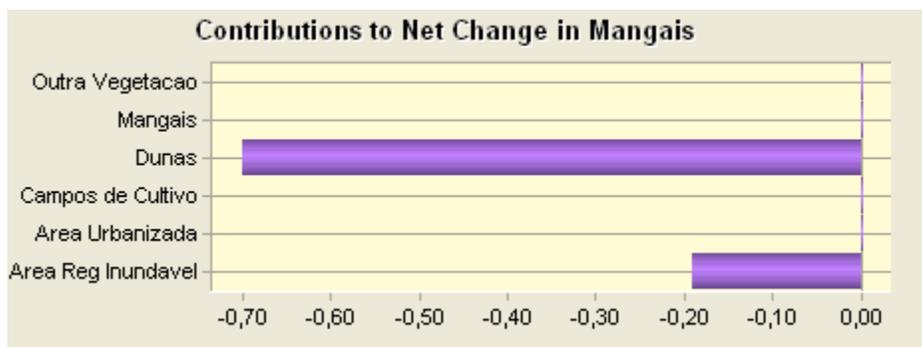
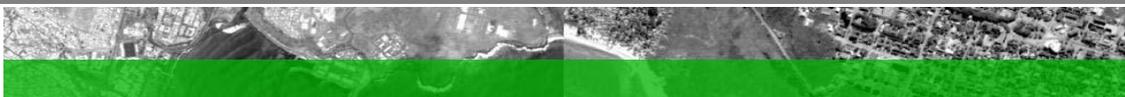


Fig. 19- Contribuições para o peso de mudanças nos mangais

Em termos de localização e a natureza das mudanças ocorridas na cobertura e uso da terra (fig.1), o modelador do idrisi permitiu observar as mudanças dos mangais para as áreas regularmente inundáveis e para as dunas, os campos de cultivo para as áreas urbanizadas e a outra vegetação para as áreas urbanizadas.



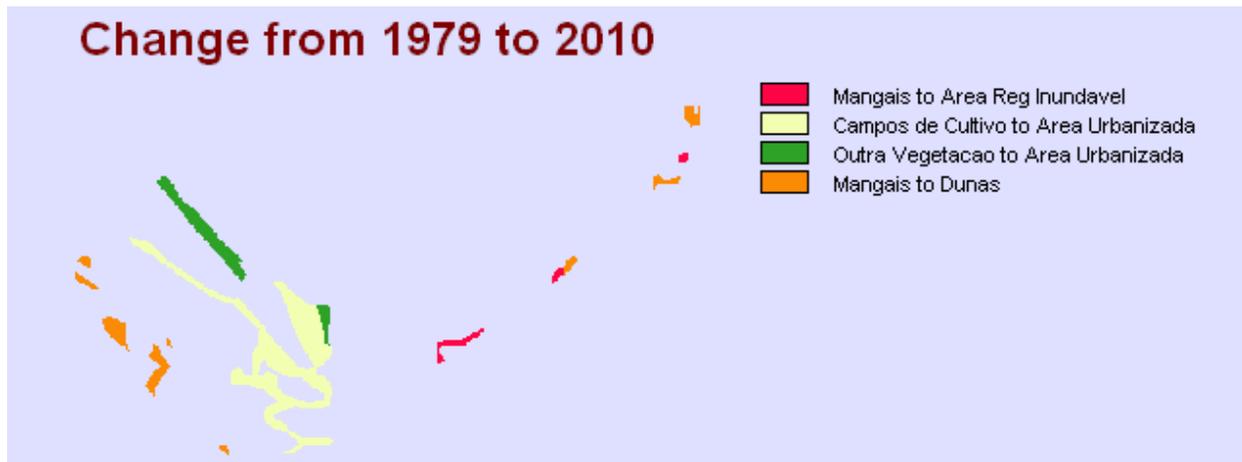


Fig. 20- Contribuições para o peso de mudanças nos mangais

Contrariamente as áreas que sofrem mudanças, algumas áreas não sofreram qualquer mudança no uso e cobertura do solo no período em estudo. Em relação ao mangal, destaque para sua redução drástica na zona da praia nova onde se pode ver apenas uma mancha pequena

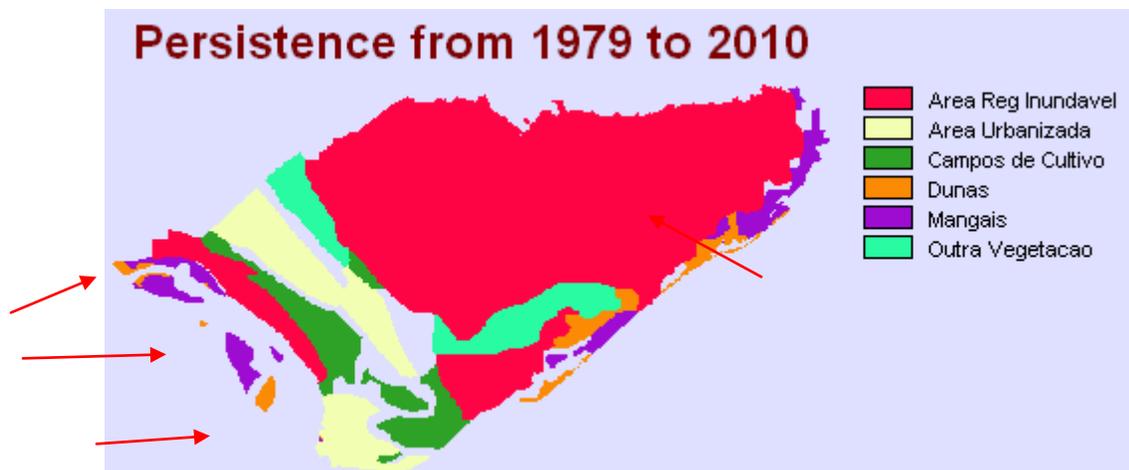


Fig. 21- Contribuições para o peso de mudanças nos mangais

A figura 1 mostra-nos a localização dos ganhos e perdas do mangal entre 1979 e 2010. Verifica-se, portanto, que a cobertura dos mangais não tiveram crescimento em nenhuma região da cidade da beira e as perdas aconteceram um pouco por todas as áreas com destaque para o estuário do Pungue. Portanto, cerca de 2409 hectares de mangal foi destruído entre os dois anos, representando uma taxa de destruição de 46%.

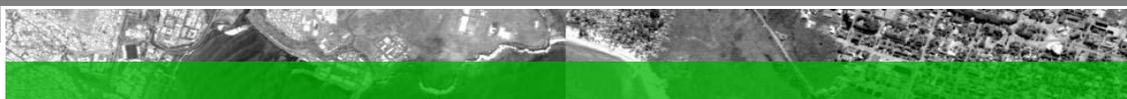
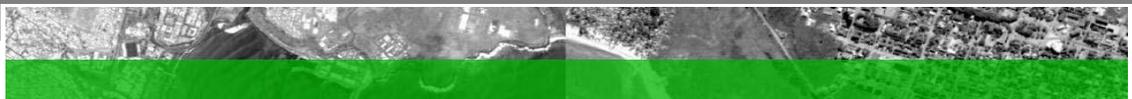




Fig. 22- Contribuições para o peso de mudanças nos mangais



4.4. Previsão de Mudanças para 2020

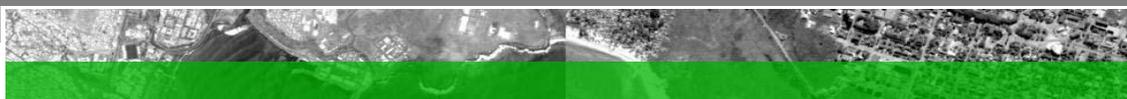
Baseado na matrix de probabilidade das mudanças das áreas foi feita a previsão do uso e cobertura da terra para o ano de 2010 com base no método de Markov e celular Automata disponível no software Idrisi Andes. De acordo com Winarto (2006), a detecção de Mudanças pelo processo Macroviário, uma técnica de modelagem de previsão de mudanças que se baseiam em alterações ocorridas no passado.

O resultado da previsão feita pode ser observado na figura 1



Fig. 23- Previsão do Uso e Cobertura da Terra para 2020

Estimativas feitas, indicam que em 2020 a área coberta por mangais na Cidade da Beira será de 2378,5 hectares contra 5420,3 hectares de 1979, representando uma taxa de redução na ordem de 43,8% entre os dois períodos.



A figura 1 mostra a evolução da mangal e e das outras classes de uso e cobertura de terra, incluindo a previsão de 2020. Como se pode observar, mantem-se as tendências de crescimento de todas as classes, com excepção dos campos de cultivo que poderão aumentar ligeiramente, muito provavelmente como resultado da expansão urbana e aumento da população.

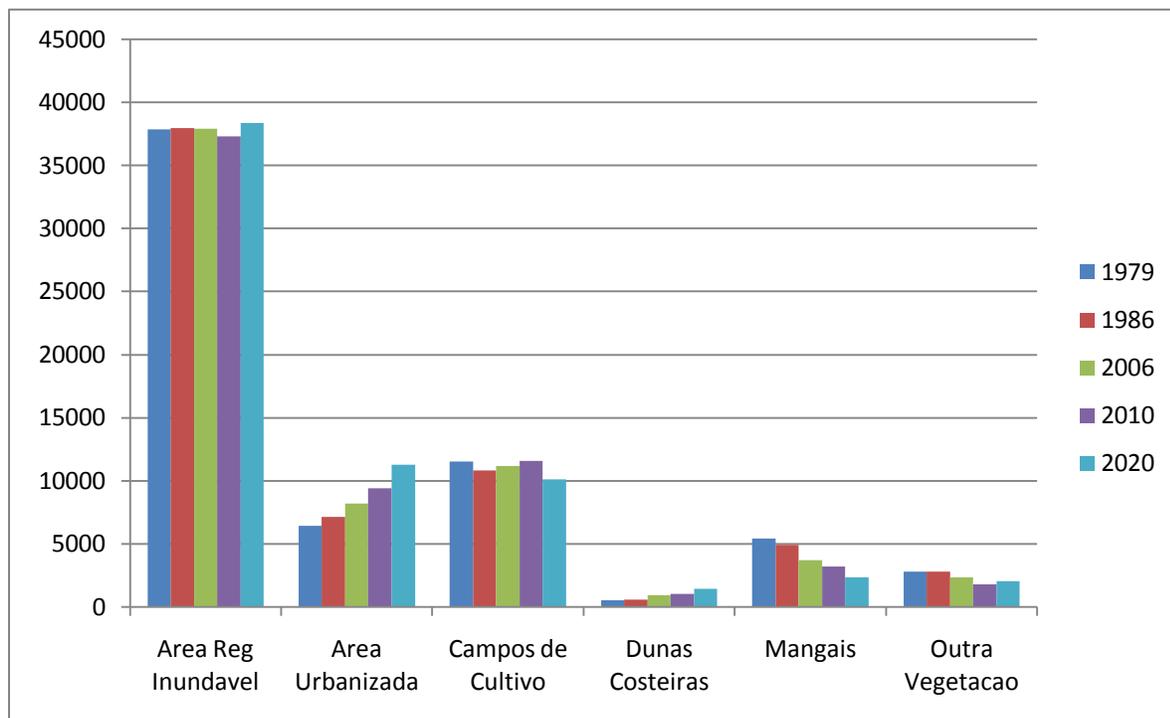
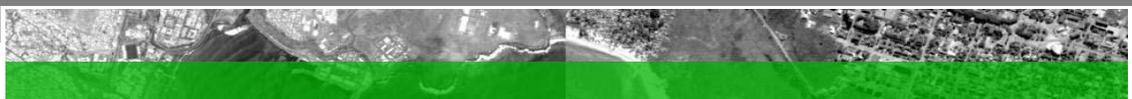


Fig. 24 Evolução do Uso e Cobertura da Terra incluindo a previsão de 2020



5. NATUREZA E CAUSAS DA DEGRADAÇÃO DO MANGAL NA CIDADE DA BEIRA

5.1. Resultados do Inquérito

O inquerito realizado foi conduzido no mês de Junho de 2010 nos seguintes pontos da Cidade: Praia Nova, margem do rio Maria e do rio Savane. No total foram entrevistados 32 exploradores de mangal, dos quais 100% são do sexo masculino e cerca de 80% possuem idade compreendida entre 28 a 32 anos, 10% para a faixa etária de 33-37 e os restantes maiores que 38 anos. Em relação ao grau de escolaridade, 90% possuem formação primária e os restantes sem formação.

5.1.1. Zona da Praia Nova

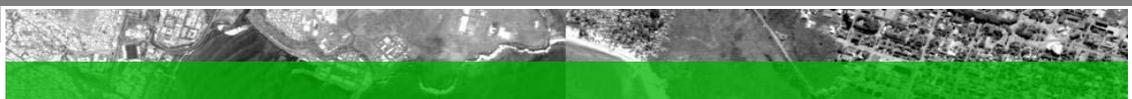
A Praia Nova na cidade da Beira é um dos exemplos vivos da situação alarmante da extinção de mangais como resultado de acções antropogénicas inconscientes que serão mencionadas mais em diante.

Do total dos inqueridos, cerca 83% afirmam ter optado pela exploração do mangal por falta de emprego e os restantes 13% devido aos rendimentos elevados que o produto mangal oferece, tais como a lenha, o carvão e as estacas para a construção.

Questionados em relação a licença de exploração do mangal, todos os inqueridos referiram-se da sua inexistência por se tratar duma actividade ilegal, estritamente proibida pelos fiscais dos SPFFBS.

Devido ao facto da maior parte do mangal existente ter desaparecido, actualmente poucos exploradores se dedicam ao corte do mangal desta área, existindo alguns vendedores de estacas dos mangais provenientes do estuário do rio Pungue.

Segundo as pessoas inqueridas as causas da degradação verificada na Praia Nova vem ocorrendo desde a década 80, altura em que começou a se verificar a maior agressão ao ambiente traduzida pelo abate de mangais e cada ano que passa, está a atingir proporções alarmantes.



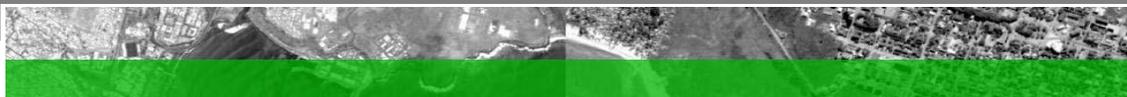
No passado: as questões de segurança militar durante a guerra civil, em que visava fundamentalmente em limpar a área coberta por mangais de modo a proporcionar uma maior defesa contra eventuais inimigos deram lugar a destruição do mangal.

Actualmente: obtenção de combustível lenhoso e para construção de barcos, canoas e casas por parte da comunidade local são as principais causas da destruição do ecossistema do mangal



Fig. 25- Vestígios de mangal antigo na zona da Praia Nova cortados para fins militares na década 80

De acordo com os inqueridos, há cinco espécies principais de árvores de mangal na área de Praia Nova, designadamente *Avicennia marina*, *Sonneratia alba*, *Hieritiera littoralis*, *Rhizophora mucronata* e *Lumnitzera racemosa*. A espécie de mangal que é de longe a mais abundante é *Avicennia marina*.



Problemas resultante do corte do Mangal

Questionados sobre os problemas ambientais decorrentes e verificados actualmente face ao corte dos mangais a maior parte dos inqueridos referram-se da erosão, da diminuição dos níveis de pescado e do desaparecimento de certas espécies de mangais, como o grande problema resultante. Observe a tabela 1

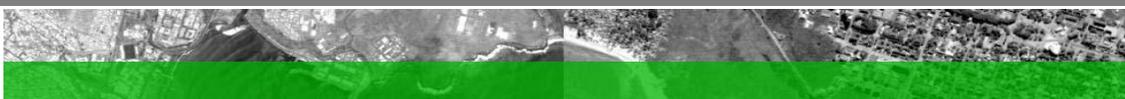
Problemas Ambientais resultantes	
Erosão	70%
Diminuição dos níveis de Pesca	75%
Degradação dos Solos	15%
Desaparecimento de certas espécies de mangal	80%

Tabela 7- Problemas ambientais resultante da degradação do mangal, Segundo os inqueridos

O impacto mais notável da extinção de mangais é a crescente erosão registada que é comprovada pelas fotografias (ver Fig 1). Vê-se que a actividade das marés tem provocado o engolimento das terras pelo mar e a alteração da linha da costa que começou a verificar-se momentos depois da destruição e extinção de mangais. Como consequência da erosão provocada pela destruição do mangal, nota-se um avanço da linha costeira na ordem de 105 metros (resultado da comparação da linha da costa na imagem Landsat de 1979 com a Quickbird de 2010). A erosão está a proporcionar o desaparecimento de infra-estruturas como casas e barracas dos moradores e está a atingir locais que no passado eram difíceis de sofrerem a acção de marés.

Os níveis de captura de camarão, por sua vez, desceram significativamente desde o momento da extinção de mangais como é defendida pelos pescadores inqueridos da praia Nova que afirmam conscientemente que os níveis de captura de camarão e outros crustáceos diminuiu significativamente aliada por um lado pela extinção de mangais e por outro pelo aumento de pescadores que se dedicam na captura destes crustáceos.

Em termos da existência da fiscalização do corte do mangal, 90 % dos entrevistados referiam-se positivamente, contudo, argumentaram que a fiscalização acontece ocasionalmente e desconhecem com a exatidão a frequência das fiscalizações.



Com a exploração do magal, todos inqueridos referiam-se que actualmente ja não conseguem sustentar a familia.A quantidade e a qualidade das especies baixaram consideravelmente e apontam como solução o replantio das árvores por parte dos órgãos municipais.

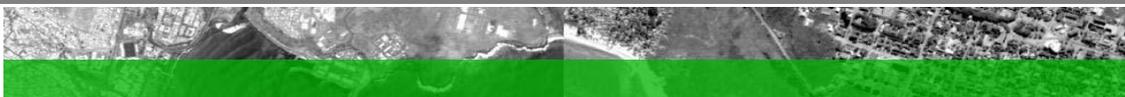
“O futuro dos mangais da Praia Nova em particular e da cidade da Beira em geral é ameaçador se não se efectuar actividades com a participação de todos os níveis e escalões da sociedade, a partir dos munícipes em geral, governantes, académicos, órgãos de informação social e outros na reversão do actual cenário. Para muitas comunidades locais e cidadãos, sem mangal não há camarão, que é uma das principais fontes de subsistência destas famílias, dai havendo essa necessidade urgente de todos intervirmos nos processos que visem recuperar os mangais” (informação verbal¹).

5.1.2. Rio Maria

À aproximadamente 30 km da parte central da Cidade da Beira, a zona do Rio Maria é uma área essencialmente pantanosa e regularmente inundada, com povoamentos bastante dispersos, sendo na sua maioria pescadores e exploradores dos mangais.O mangal apresenta uma variedade de espécies, porém, estas especies não se apresentam bem desenvolvidas.

De acordo com os relatos dos inqueridos, nesta área o mangal já tivera uma vegetação densa e com plantas bem desenvolvidas. Devido a intensa exploração ocorrida e que actualmente continua a ocorrer, as plantas estão sendo reduzidas tanto em tamanho como em número.

¹ Entrevista dirigida ao dr. Augusto Paulo – Chefe do Departamento de Higiene, Salubridade e Estética do Município da Beira

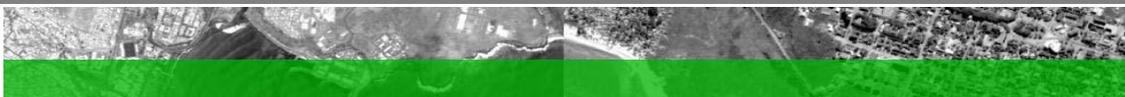


De acordo com os inqueridos, a zona é composta por 7 espécies de mangais e o seu uso é escrito na tabela seguinte.

Nome Científico das espécies	Nome vernacular	Aplicação
Avicennia marina	Mpedje	Construção de casas, tarimbas e acampamentos
Rizophora mucronata	Mucorongo	Combustível lenhoso (possui alto poder calorífico)
Ceriops tagal	Mucandala	Combustível lenhoso
Xylocarpus granatum	Ntumbo Ntumbo	combustivel lenhoso, construção de canoas e remos
Sonneratia alba	Mutuanguazi	barrotes de construcao, construcao de canoas
Brugueira gymnorhiza	Nfingi	construcao de barcos
Lumnitzera racemoza	Mpiripih	Construção de casas

Tabela 8- Espécies de mangais existentes no Rio Maria – Fonte: adaptado pelo Autor

Das espécies constantes na tabela anterior a maior parte dos exploradores de mangal entrevistados cortam as espécies de Mpedje, Mucorongo e Mucandala, sendo este último bastante raro e procurado com mais frequência, pois é resistente e muito forte podendo servir para a construção, produção de carvão, lenha e entre outras aplicações descritas na tabela 1.



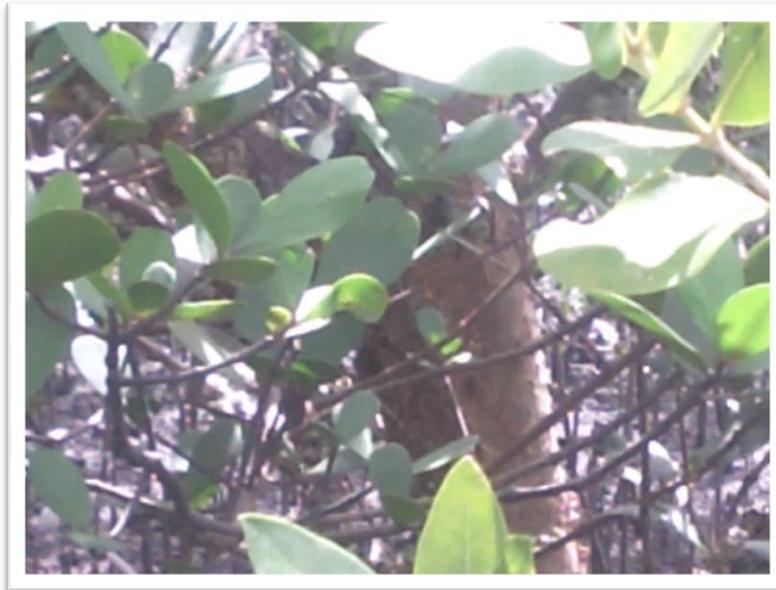


Fig. 26- Mucandala do Rio Maria (espécie rara e mais apetecida pelo exploradores)

Todos os inqueridos referiram da inexistência de fiscalização no corte do mangal. Paulo Togarepe, actualmente a exercer actividades de pesca, corte de mangais e a providenciar travessia de passageiros para a outra margem do rio, quando questionado sobre a inexistência ou não de fiscalização referiu o seguinte: “ à 5 anos ainda se controlava o corte dos mangais e eu fui o chefe do controle nomeado pela direcção da Agricultura, mas agora já não existe ninguém. Quando eu era chefe tínhamos um carro que me levava para controlar as áreas que não deviam se cortar, mas agora, desde que me tiraram já não há quem controla, cada um corta onde entender”.

São vários os locais de corte dos mangais, mas as mais vulgares são as de Matsindo, Mutoe, humane e Valige. Nota-se na região um tipo de exploração de mangal itinerante, isto é, os exploradores mudam de região quase mensalmente a medida que vão desaparecendo as espécies de grande porte, deixando extensas áreas descobertas e expostas a erosão e a influência das marés. Nota-se igualmente que em certas áreas regularmente atingidas pelas marés altas, as árvores regeneram-se naturalmente após o corte. De acordo com a população local, se a maré não atingir a região cortada num período de uma semana a possibilidade de regeneração é bastante reduzida e é o que mais acontece na área de rio Maria

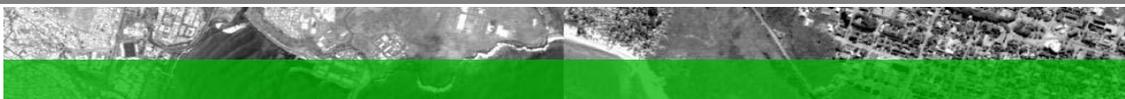


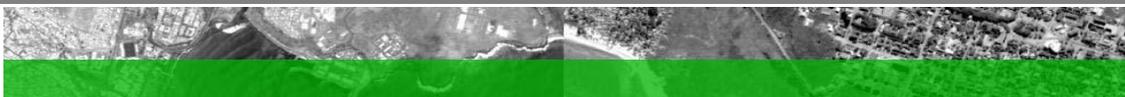


Fig. 27- áreas que após o corte esperam por muito tempo a maré alta

5.1.3. Estuário do Rio Pungue

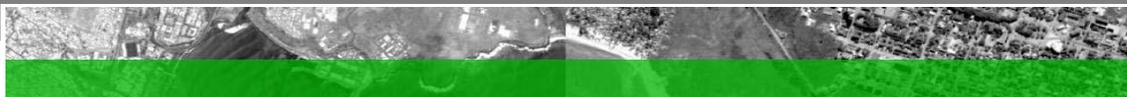
Os inqueridos em relação ao mangal do estuário do Pungue referiram da existencia de 12 espécies arbóreas, que constitui dois grupos; o primeiro compreende 8 espécies verdadeiramente do mangal e o segundo possui 4 espécies associadas ao primeiro grupo. Fazendo uma descrição geral da distribuição do mangal tem se:

Do oceano, e ao longo das margens dos rios pode-se observar uma faixa estreita de *Avicennia marina*, mais para o interior a *A. Marina* é intercalada com a *Sonneratia alba*. A *Rhizophora mucronata* e *Bruguiera gymnorrhiza* mais a diante enriquecem a composição de espécies. A *S. alba* desaparece um pouco mais adiante no interior. Mais para o interior, nas margens do rio, a distribuição *R. Mucronata* e *B. gymnorrhiza* é maior unindo-se com a *Ceriops tagal*, sendo encontradas também manchas pequenas puras de *R. mucronata* ou *C. tagal*. A espécie de *Xylocarpus granatum* é encontrada em associação com *C. tagal*- *B. Gymnorrhiza*-*R. mucronata*, onde se formam pequenos afluentes dos rios. A *Lumnitzera racemosa* ocorre ao longo das margens associadas com a *B. Gymnorrhiza* e *X. Granatum*. A *Heritiera litoralis* ocorre no limite da área do mangal. Tabela 4:



Nome Científico	Nome Local	Classificação
<i>Avicennia marina</i>	Imvede; Mpedge	Espécie do mangal
<i>Bruguiera gymnorrhiza</i>	M´finse	Espécie do mangal
<i>Heritiera litoralis</i>	Mucandala; Necolongo	Espécie do mangal
<i>Lumnitzera racemosa</i>	Piripito; Mpiripito	Espécie do mangal
<i>Rhizophora mucronata</i>	Nhantanzira	Espécie do mangal
<i>Sonneratia alba</i>	M´pia	Espécie do mangal
<i>Xylocarpus granatum</i>	Murrubo; Marrubo	Espécie do mangal
<i>Thespesia populneia</i>	Mulola	Espécie associada ao mangal
<i>Hibiscus tiliences</i>	Muloladembe	Espécie associada ao mangal
<i>Barringtonia racemosa</i>	Kunli; Nkunli	Espécie associada ao mangal
<i>Phoenix reclinata</i>	Palm; Tchindo; Muchindo	Espécie associada ao mangal
Fonte: Adaptada pelo autor		

Tabela 9 - Lista de espécies arbóreas do mangal e a ele associado



Os mangais do estuário do Rio Pungue constituem um recurso explorado pela população que vive particularmente nas cidades da Beira e do Dondo, para a obtenção de madeira para a construção de habitações e barcos de pesca, mobiliário e para produção de carvão vegetal (combustível lenhoso).

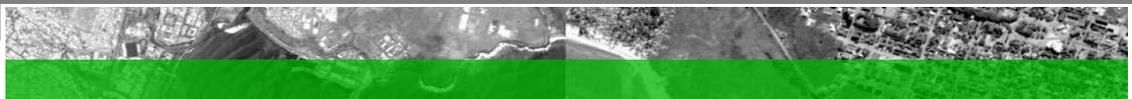
As espécies preferidas para a construção de casas são nhakandala (*Ceriops tagal*), imfinse (*Brugiera gymnorhiza*) e nhantazera (*Rhizophora mucronata*). As estacas de nhakandala por possuírem um diâmetro de 4 cm são usados nas paredes e telhados, já as de imfinse e nhantazera com diâmetro que varia de 8 a 12 cm, são normalmente usados para as fundações das casas.

Segundo Doddema (2000), o número de estacas a usar depende do agregado familiar, mas para uma casa cuja durabilidade varia de 3 a 5 anos é necessário cerca de 46 estacas, para consertos e manutenção ao ano.

As estacas de mangal também são usadas pelos pescadores dos distritos da Beira, Dondo e Búzi para construção de acampamentos temporários, e utilizam também para a construção de mobília doméstica básica como mesas, cadeiras, camas e ainda usam-na como lenha.

Para a produção de carvão as espécies mais usadas são imfinse murobo (*Xylocarpus granatum*) e nhantazera (*Rhizophora mucronata*). Estudos feitos pelos Serviços Provinciais de Floresta e Fauna Bravia de Sofala revelam que para produzir 15 sacos, são necessários em média 20 a 25 árvores, com diâmetro a altura de peito de 15 a 25 cm, o processo de produção leva 18 a 25 dias dependendo do tamanho do forno.

A fiscalização do mangal, de acordo com os inqueridos é bastante deficiente. A maior parte dos exploradores aproveitam o período da tarde para o corte e o transporte em canoas para a zona continental da cidade da Beira, já que a essa hora a probabilidade de encontrar fiscais na área é muito reduzida.



5.1.4. Faixa Costeira do Rio Savane

A área costeira de Savane possui quatro espécies de mangal, nomeadamente *Rhizophora mucronata*, *Bruguiera gymnorrhiza*, *ceriops tagal* e *Avicennia marina*, dispendo –se ao longo do bancos do leito dos canais de marés e das lagoas interiores em que se juntam os vários tributários que drenam à montante da planície de inundação.

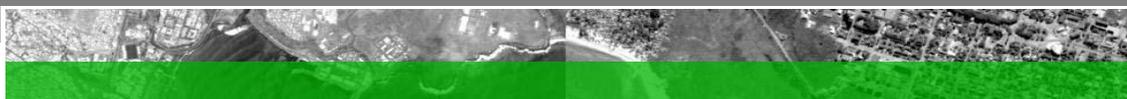
Observações de campo mostram que as dimensões da degradação do mangal na área de Savane conduziram a grandes reduções da área de mangal. Parte da área de estudo tem sido invadida por carvoeiros do mangal e cortadores de estacas, estimando que em média são retiradas, naquela propriedade, mais de 150.000 estacas de mangal por ano.



Fig. 28- Parte do mangal destruído na zona se Savane para fins de produção de carvão

A degradação do mangal é influenciado tanto pelos factores naturais, quanto pela acção antropogénica. Factores naturais, que se circunscrevem na alteração do regime de inundação, do micro-clima, da qualidade dos solos, explicam a mortalidade natural dos mangais.

A degradação da floresta de mangal em Savane è influenciada pelo aumento da população e pelo abate de árvores para a produção de carvão. São igualmente reportadas e observadas migrações



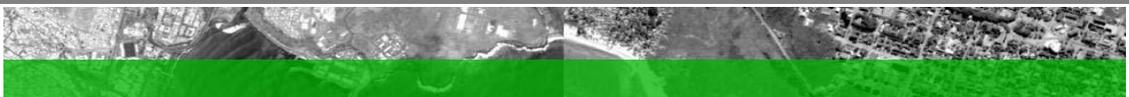
diárias de população proveniente da Beira e de outros distritos para Savane, sendo na sua maioria pescadores e vendedores de mercado.

Para além da agricultura, uma das actividades da população em Savane é a produção de carvão. O abate de carvão inclui diversas espécies vegetais dentre elas espécies de mangal. Os diferentes tipos de uso de mangal exposto no quadro 1 explicam as elevadas taxas elevadas de abate dos mangais

Tipo de Uso	Espécies
1. Captura de crustáceos	Ecosistema de mangal
2. Construção de habitações	Troncos de <i>Bruguiera gymnorrhiza</i> e <i>ceriops tagal</i> e <i>Rizophora mucronata</i>
3. Construção de canoas	<i>Avicennia marina</i>
4. Produção de carvão	<i>Bruguiera gymnorrhiza</i> e <i>ceriops tagal</i> e <i>Rizophora mucronata</i>
5. Protecção do pescado	Ramos e folgas de <i>avicennia marina</i>

Tabela 10 – Diferentes usos do mangal no Rio Savane

De acordo com os inqueridos, existem algumas iniciativas de restauração, desenvolvidas pelo MICOA, a nível provincial, com o apoio da ADEL – SOFALA. O programa comunitário de reposição do mangal iniciou em Setembro de 2009 e o projecto visa educação ambiental, estabelecimento de viveiros, reflorestamento do mangal e estabelecimento da gestão comunitária dos recursos naturais locais. Foram colhidas e lançadas sementes de mangal numa área de aproximadamente 5 hectares. As plantas actualmente replantadas mostram sinais dum bom



desenvolvimento e já apresentam dimensões acima de 1 m de altura e um diâmetro entre 1 a 2 cm. Apesar da existência de alguma fiscalização por parte dos SPFFBS, muitas pessoas ainda continuam a explorar as plantas do mangal. Algumas pessoas cortam as plantas pelas raízes, outras cortam plantas muito jovens sem tamanhos considerados para o abate. Existe na areado mangal de Savane uma aldeia (Ndalane) onde praticamente todas as casas foram construídas por estacas tiradas das plantas do mangal.

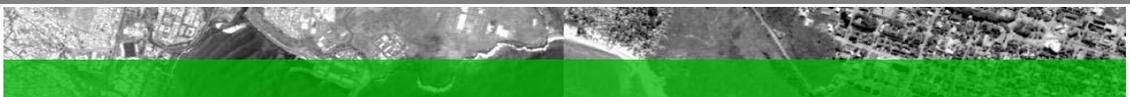
5.2. Resumo das Constatações nas áreas de Exploração do Mangal

A tabela 1 resume os principais aspectos constatados no local de exploração do mangal

Local de Mangal	Principais Espécies (Nomes Locais)	Causas de degradação do mangal	Problemas ambientais constatados resultante da degradação do mangal	Plano de Reflorestamento
Estuário do Rio Pungue	Mpedge, M'finse, Mucandala, Mpiripito, Nhantanzira, M'pia, Murrubo, Mulola, Muloladembe, Kunli, Mucundo	construção de habitações e barcos de pesca, mobiliário e para produção de carvão vegetal (combustível lenhoso)	Erosão das ilhas ocupadas pelos mangais	Não
Praia Nova	Atualmente restaram basicamente as espécies de Mpedge e Mucorongó	Construção de habitações, canoas, Produção de carvão e Protecção do pescado	Erosão, avanço do mar para a terra e perda da biodiversidade	Não
Rio Maria	Mpedge, Mucorongó, Mucandala, Ntumbo Ntumbo, Mutuangazi e M'finse	construção de habitações e barcos de pesca, mobiliário e para produção de carvão vegetal (combustível lenhoso)	Erosão, avanço do mar para terra, redução do pescado	Não
Savane	Mpedge, M'finse, Mucandala e Nhantanzira	Construção de habitações, canoas, Produção de carvão e Protecção do pescado	Erosão, avanço do mar para terra, redução do pescado	Sim

Tabela 11 – Síntese das características do mangal da Cidade da Beira

Quando questionados sobre o que está sendo feito para contornar o problema de deflorestamento de mangal, a maior parte dos inquiridos com exceção da área do rio savane referiam-se de que nada está sendo feito. Observe a tabela



O que esta sendo feito?	Praia Nova		Estuario do Pungue		Rio Maria		Rio Savane	
	Nr	%	Nr	%	Nr	%	Nr	%
Replatio	0	0	0	0	0	0	3	30
Respeitar o periodo de defeso	1	20	2	40	3	25	2	20
Envolvimento de mais instituicoes na gestao do mangal	0	0	0	0	0	0	2	20
Nada	5	100	5	100	9	75	0	0
Total	5		5		12		10	

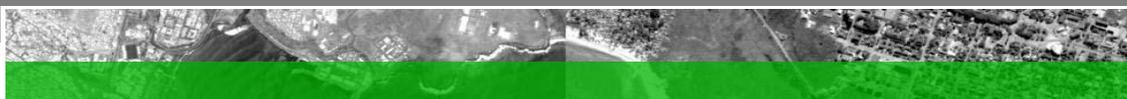
Tabela 12- Percepção da comunidade sobre o que esta sendo realizado

O área do rio Savane constitui excepção em virtude de existir actualmente areas de replantio criados pela Kulima no âmbito do repovoamento das áreas degradadas .

Um dos aspectos importantes constatados foi a avaliação da satisfação dos praticantes com o resultado do abate dos mangais. A tabela 1 mostra a percentagem dos individuos que conseguem sustentar a familia com a exploração do mangal. Resultado do inquerito feito, mostra que na maior parte das áreas, a percentagem de individuos que responderam “ não o suficiente mas ajuda muito” é mais elevada o que leva acreditar na hipotese de que a pobreza é a causa principal da destruição do mangal.

Consegue Sustentar a familia?	Praia Nova		Estuario do Pungue		Rio Maria		Rio Savane	
	Nr	%	Nr	%	Nr	%	Nr	%
Sim	1	20	2	40	1	8,3	1	10
Nao	2	40	2	40	3	25,0	3	30
Não o suficiente mas ajuda muito	2	40	1	20	8	66,7	6	60
Total	5	100	5	100	12	100	10	100

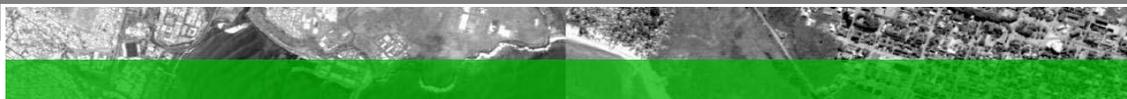
Tabela 13 –Resposta dos praticantes sobre a sustentabilidade da familia com o mangal



6. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

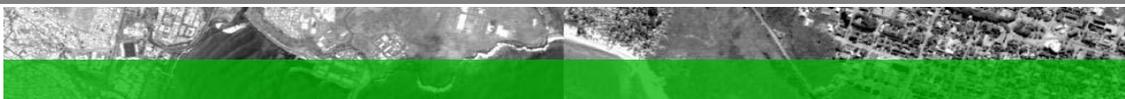
As hipóteses apresentadas anteriormente foram testadas através da aplicação SIG/detecção remota bem como pelo trabalho de campo para recolha de informação junto a comunidade permitindo concluir o seguinte:

- O uso e a cobertura da terra mudou consideravelmente entre os anos 1979 e 2010, sendo que as áreas cobertas por mangais seguiram o mesmo diapasão. Resultado das classificações das áreas dos mangais para os dois períodos indicam-nos que em 1979 existiam cerca de 5420 hectares contra 3215 em 2010 havendo uma redução na ordem de 40,6% .
- Na cidade da Beira, as áreas com maior degradação do mangal no período em estudo são as de Praia Nova e Rio Maria, apresentando taxas de crescimento negativo na ordem de 84% e 57%, respectivamente. Seguem-se depois as áreas de Savane (-36%) e do estuário do rio Pungue com taxa negativa de 31%. Na Praia Nova, a título de exemplo, devido à extinção de mangais verificam-se problemas ambientais alarmantes, que se traduzem na forte erosão costeira e na diminuição de níveis de pescado. De acordo com o relatório final do estudo ambiental simplificado da dragagem do Porto da Beira (2007), antigamente os mangais da zona urbana da Beira estendiam-se numa área de cerca de 100 ha, na zona situada entre o paredão da Ponta Gêa e Praia Nova. Esta zona é actualmente coberta por um mosaico de água doce e pântanos de água salobra e áreas de caniço.
- De forma geral, as principais mudanças no uso e cobertura da terra no período em estudo foram de: mangais para as dunas costeiras e áreas regularmente inundadas; os campos de cultivo e outra vegetação para as áreas urbanizadas. A maior parte dessas mudanças aconteceu após 1986 como resultado do exodo rural e a nova política do mercado livre que permitiu a venda desenfreada de produtos a qualquer custo sem a devida fiscalização.
- As causas da redução dos mangais são comuns para os quatro polos das áreas em estudo. Fenómenos naturais como tempestades, correntes, pestes e doenças, movimento de sedimentos e cheias são alguns fenómenos naturais que ameaçam a existência dos mangais. Porém a causa primária da perda de áreas de mangal na cidade da Beira é atribuída à actividade humana. O valor económico dos produtos naturais (recursos



naturais) e os serviços ecológicos prestados e gerados pelos mangais não foram reconhecidos durante muitos anos e ainda são geralmente subestimados. Como consequência este ecossistema tem sido o candidato a ser convertido em zonas de actividade de desenvolvimento de larga escala (Litulo et al, 2000)

- Dentre as diversas actividades que contribuem para a redução das áreas de mangal, destacam-se: desflorestação para ampliação das áreas agrícolas e construção de salinas; abate para construção de barcos, canoas e casas, abate para a obtenção de combustível lenhoso, produção de carvão e ainda para a pesca. As espécies mais procuradas e cortadas pelos exploradores no geral são as conhecidas por Mpedje, Mucorongó e Mucandala . Este último por ser forte e resistente para construção de casas, barracas e canoas aliado ao seu alto valor calorífico para a produção de carvão e lenha.
- Embora pouco tem sido de feito para inverter a tendência da redução dos mangais, hoje a maior parte da comunidade locais exploradores do mangal reconhece sua importância ecológica e a necessidade de sua preservação, contudo a pobreza e a indevida fiscalização por parte da direcção provincial do meio ambiente contribuem para o agravamento do problema. A fiscalização é bastante deficiente e ineficiente. Existem fiscais em alguns postos de controle mas esses infelizmente não impedem o corte dos mangais mas sim aplicam multas aos transportadores ou são corrompidos para deixar passar o carvão ou as estacas.
- A previsão feita para o ano de 2020 também mostra cenários negativos para os mangais, estimando-se numa redução na ordem de 44% quando comparado com os dados de 1979. Paralelamente aos mangais, as outras classes de uso e cobertura da terra também poderão sofrer mudanças. As áreas urbanizadas e as dunas costeiras continuarão a crescer, possivelmente como resultado do aumento populacional e o seu impacto na paisagem.
- Perante estes factos e tendo em conta o actual ritmo de desflorestação várias consequências negativas no futuro próximo poderão ocorrer na área de estudo, entre elas:
 - Redução dos benefícios económicos: os mangais fornecem produtos florestais (combustível lenhoso, carvão, madeira, mel, etc. e produtos pesqueiros (peixe, camarão,

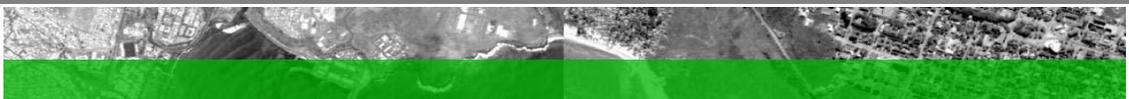


caranguejos e outros moluscos). Devido o seu alto valor calorífico algumas espécies são preferencialmente usadas para a produção de carvão e lenha.

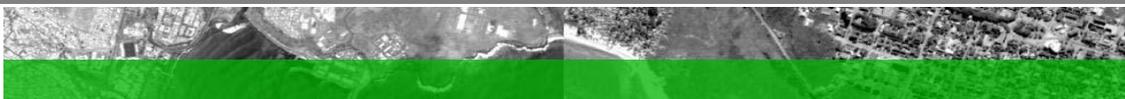
- Enfraquecimento dos serviços ecológicos: o serviço ecológico de maior relevância relacionado com os mangais está ligado a protecção contra os raios ultravioletas B, efeito de estufa, fúria dos ciclones, cheias, aumento do nível do mar, acção das ondas e erosão costeira. O sistema radicular das suas raízes mantém o substrato firme e contribui para a estabilização da linha costeira. O ecossistema providencia fontes de alimentação e serve de abrigo para muitos invertebrados marinho e muitas vezes encorajam e atraem outras espécies de vida animal. “ A queda das suas folhas, ramos e troncos e sua consequente decomposição fornecem aos mares adjacentes matéria orgânica e inorgânica dissolvida. Porque os mangais contribuem para a reciclagem de nutrientes, eles são o suporte de importantes espécies, contribuindo assim para a eficácia da pescaria artesanal costeira” (Relatório Final, 2007)

RECOMENDAÇÕES

- Como ferramenta de monitoria e avaliação, recomenda-se uma gestão integrada à Direcção da dos Serviços Provinciais de Floresta e Fauna Bravia de Sofala (SPFFBS) e o Ministério de Acção e coordenação Ambiental (MICOA) o uso dos Sistemas de Informação Geográficas e detecção remota nos estudos de avaliação e quantificação dos mangais, pois são eficientes e permitem fazer estudos em lugares considerados inacessíveis, tal como os mangais.
- É necessário uma gestão integrada entre as instituições para que a fiscalização seja feito sem interrupções e que a fiscalização fossem feita antes do corte dos mangais.
- Recomenda-se o envolvimento e participação de um maior número possível de individualidades nas diversas actividades que tem em vista o repovoamento de mangais como também da gestão dos recursos naturais da área de estudo, sugerindo neste caso uma participação comunitária na gestão dos recursos naturais, com vista a tornar a actividade exequível e com frutos palpáveis.

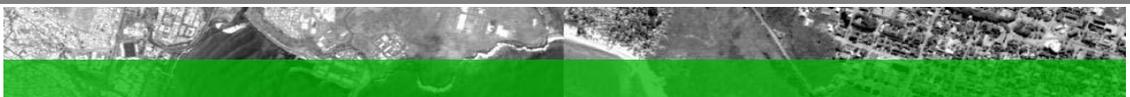


- É imperioso o repovoamento dos mangais em áreas degradadas, especialmente na zona da praia Nova e noutras áreas degradadas que dificilmente tem acesso as marés altas para sua natural regeneração. A reposição das características e a minimização dos impactos ambientais negativos que advêm da extinção de mangais só pode ser estabelecida através de uma acção consciente nesta área que se manifesta essencialmente pelo replantio de mangais e a sua posterior protecção.
- As áreas de repovoamento dos mangais devem ser protegidas, portanto sujeitas as menores perturbâncias como o pisoteio e ventos fortes para que os propágulos possam atingir o solo e encontrar condições para sua germinação
- Recomenda-se para cada pólo de ocorrência de mangal a existência de um núcleo comunitário participativo de modo a auxiliar os programas de repovoamento como também na fiscalização dos mangais;
- Deverá haver uma maior fiscalização e penalizações severas aos infractores ou seja as pessoas que abatem os mangais.
- Recomenda-se igualmente realização de educação ambiental não formal e a divulgação de informações através da rádio, televisão, jornais, panfletos na zona de Praia Nova como noutras regiões e Bairros da cidade da Beira acerca da importância ecológica e económica dos mangais e aprecia – se também a sensibilização dos populares na tomada de consciência activa na protecção de recursos naturais e de mangais de uma forma particular.
- Para futuros estudos sobre a degradação dos mangais na área de estudo recomenda-se que sejam feitos trabalhos que tem em vista ilustrar metodologias participativas de uso sustentável dos recursos de mangal para evitar sua degradação e ao mesmo tempo beneficiar a comunidade local baste carente em termos económicos.



LIMITAÇÕES

A principal limitação verificada foi a de não poder avaliar a exactidão dos mapas de 1979 e 1986 ao contrário do que foi feito com os restantes. Contudo,este problema foi minimizado em virtude do autor conhecer muito bem a área e poder validar a classificação resultante. Outra limitação está relacionada com o número de inqueridos. Devido ao facto da exploração do mangal ser uma actividade proibida, muitos dos exploradores não aceitaram participar no inquerito com medo de represalias ,aliado ao facto de serem clandestinos e em quantidades não certas.



BIBLIOGRAFIA

AZLAN I., ROZANA, OTHMAN, 2009, *Monitoring of Mangrove Area Using Remote Sensing Toward Shoreline Protection*. GIS Ostrava

BAIA, ALEXANDRE H.MONTEIRO, 1998, *Uma análise da degradação da Floresta de Mangal - o caso de Nhangau*. Tese de Licenciatura, UEM

BINH, T., HOA, P., THOAB, L., LUONG, N., 2008, *Using Multi temporal Remote Sensing data to manage the mangrove for coastal environmental protection*. The International Archives of the Photogrammetric, Remote Sensing and Spatial Information Sciences. Vol. XXXVII. Part B8. Beijing

BROWN, LESTER R., *Shrinking Forests, Growing Dangers: The Consequences of Deforestation*. Earth Policy Institute (URL: <http://www.motherearthnews.com/Nature-Community/Deforestation-Dangers-Effects.aspx#ixzz1MVLJ8v42>), Consultada em 10/05/2010)

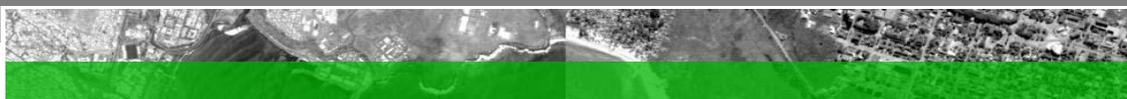
CLARKE, K.C., 1986, *Advances in Geographic Information Systems, Computers, Environment and Urban Systems*, Vol. 10,

COLEMAN, T., MANU, A., TWUMASI, Y., 2004, *Application of Landsat Data to the Study of Mangrove Ecologies along the Coast of Ghana*

DODDEMA, MARIA, *perfil ambiental e proposta de plano de manejo para áreas seleccionadas de mangal nos distritos litorais de Dondo, Marromeu parte norte da cidade da Beira, província de Sofala*, DN F B, volume II, Maputo, 2002

DUGAN, P.J. 1992. *Conservación de humedales: un análisis de temas de actualidad y acciones necesarias*, IUCN, Suíça

ESPINOZA, H.C.F. & ROSA, M.M.P.T. 2009. *Evolução temporal da cobertura vegetal do manguezal do rio Tavares (Florianópolis-SC) empregando técnicas de sensoriamento remoto*. In: Anais XIV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto. INPE. Natal, Brasil.



FAO, 1994, *Mangrove Forest Management Guidelines*, Forest Paper 117, FAO, ROME

INE, 2007, Instituto Nacional de Estatística de Moçambique (URL: www.ine.gov.mz/censo2007)

KATHIRESAN K., 2000, Importance of Mangrove Ecosystem, Centre of Advanced Study in Marine Biology, Annamalai University (URL: <http://ocw.unu.edu/international-network-on-water-environment-and-health/unu-inweh-course-1-mangroves/Importance-of-mangroves.pdf>)

KULIMA 1999. *Mangal ilusão ou realidade. Reconstituição do mangal ilusão ou realidade.* Kulima, Maputo

LANGA, JÁNIO V. Q. 2007. *Problemas na zona costeira de Moçambique com ênfase para a costa de Maputo.* Revista de Gestão Costeira Integrada 7 (1): 33-44

LANGA, JÁNIO V. Q., *Problemas na zona costeira de Moçambique com ênfase para a costa de Maputo.* Revista gestao costeira Integrada 7, Maputo

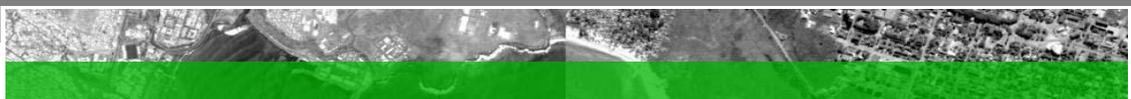
LIGNON, M., MENGHINI, R., SANTOS, L., DINOLA, C., NOVELLI, Y., 2009, *Estudos de Caso nos manguezais do Estado de São Paulo (Brasil): Aplicação de Ferramentas com Diferentes Escalas Espaço-Temporais.* Journal of Integrated Coastal Zone Management

LITULO, C., ABREU, D., BENTO, C., EWEN, J., 2008, *Mangais Raízes das marés*, Museu de Historia Natural, Micoa, WWF, União Internacional de Conservação da Natureza.

MAHFUD, Y., WEIR, M., 1999, *Monitoring Mangrove Forest using Remote Sensing and GIS*, ITC, Netherlands (URL: www.gisdevelopment.net/aars/acrs/1999/ps5/ps5126a.asp), Consultada em 7/5/2010

MARZOLI, A., 2007, *Inventário Florestal Nacional. Avaliação integrada de florestas em Moçambique.* Maputo

MICOA, 2006. *Pobreza e o meio ambiente*, Ministério para Coordenação da Acção Ambiental, Moçambique



MICOA, 2009, *Pobreza e o meio ambiente*, Ministry for the Coordination of Environmental Affairs, National Report on Implementation of the Convention on Biological Diversity in Mozambique, Maputo

MUCHANGOS, A., 1994, *Cidade da Beira: aspectos geográficos*, Coleção Cidades de Moçambique nr.2, Moçambique

MYRE, M., 1968, *Resenha dos trabalhos sobre a flora e a vegetação de Moçambique-contribuição para seu estudo*, IIAM, Vol.2N.3, Lourenço Marques

NOVO, P., FLÁVIO, J., 2001. *Introdução ao Sensoriamento Remoto*. São José dos Campos

PAINHO, M., 2008, *Definição do campo da Ciência da Informação Geográfica*, Unidade de aprendizagem 1, USEGI-UNL

PINTO, D., 2001. *A Utilização do Sensoriamento remoto e do geoprocessamento como ferramentas aplicadas as ciências da terra e do mar*. UFCS

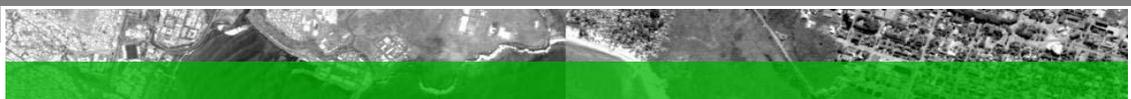
PINTO, INÊS, 2009, *Introdução aos Sistemas de Informação Geográfica (SIG)*, Instituto de Investigação Científica Tropical

(URL: http://www.idcplp.net/archive/doc/georrefIntroducaoSIG_InesPinto.pdf), Consultada em 06/06/2010

QUEIROZ, R., RODRIGUES, A., GOMES, A. (s/d), *Estudo Comparativo entre as Técnicas Máxima Verosimilhança Gaussiana e Redes Neurais na Classificação de Imagens IR-MSS CBERS 1* (URL: <http://inf.unisul.br/~ines/workcomp/cd/pdfs/2307.pdf>), Consultada em 6/5/2010

RAO, P., RAJU, A. and NAIR, M.M., 1995, *Geomorphology of Goa* [In: Earth Resources for Goa's Development – A Collection of Seminar Papers]; Geological Survey of India, Hyderabad;

RELATÓRIO FINAL, 2007, *Estudo Ambiental simplificado da dragagem do canal de acesso ao Porto da Beira*, Consultec, CFM



SAKET, M. e MATUSSE, R, 1994, Study for the determination of the rate of deforestation of the mangrove vegetation in Mozambique. DNFFB. Maputo.

SANTO, SABRINA M., *Evolução da ocupação do solo nos manguezais do município de Palhoça utilizando técnicas de Sensoriamento remoto*. Dissertação de mestrado, Florianópolis

SAXENA, A., RAWAT, J., SINGH, S., 2004, *Survey and Mapping of Mangrove Cover Using Remote Sensing - A Case Study of Sundarbans*, Map Asia, India.

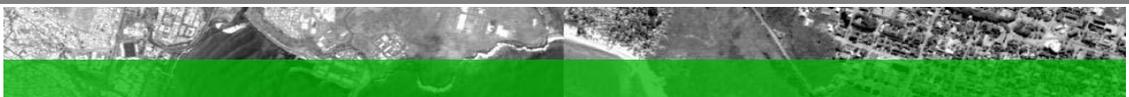
SCHAEFFER-NOVELLI, Y. 1995. *Manguezal: ecossistema entre a terra e o mar*. São Paulo, Caribbean Ecological Research

SCHEPIS, W.RODRIGUES, (s/d) *A importância dos manguezais para o nosso planeta* (URL: <http://ecofaxina.blogspot.com/2008/10/importancia-dos-manguezais-para-o-nosso.html>, Consultada em 6/05/2010)

THEVAND, A. & GOND, V. 2005. *Uso do sensoriamento remoto óptico para a compreensão da dinâmica dos manguezais no contexto amazônico*. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 12, Goiânia, INPE, 2005

VAIPHASA, C., 2006, *Remote sensing techniques for mangrove mapping*, PhD thesis, Wageningen University, Enschede, The Netherlands

WIKIPIDIA, (URL: [http://pt.wikipedia.org/wiki/Beira_\(Mo%C3%A7ambique\)](http://pt.wikipedia.org/wiki/Beira_(Mo%C3%A7ambique)))



ANEXOS**Anexo I - Roteiro de Inquérito aos Exploradores da Floresta do Mangal na Cidade da Beira**

O inquérito insere-se no âmbito da realização da dissertação para a obtenção do grau académico de Mestre em Sistema de Informação Geográfica. O roteiro não apresenta a identificação dos inquiridos e estes não são obrigados a responderem as questões que lhes são colocadas. As informações obtidas têm um uso essencialmente académico.

1.0 Identificação do inquerido

Código do inquérito_____ Data_____ Local_____

1.1 Idade:

18-22 anos () 23-27 anos () 28-32anos () 33-37 anos () > 38 anos ()

1.2 Sexo:

Masculino () Feminino ()

1.3 Grau de escolaridade:

Sem Formação () Formação Primária () Formação Básica ()

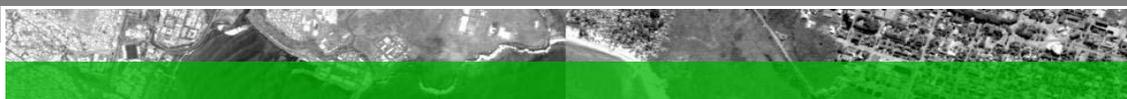
Formação Secundária () Formação Média () Formação Superior ()

Formação Técnica () Outra _____

2.0 Razão/motivo da dedicação à exploração florestal do mangal**2.1 Qual o motivo que lhe levou a dedicar-se á exploração florestal do mangal?**

Desemprego () Rendimentos elevados () Não sabe/respondeu () Outros ()

Quais? _____

_____

2.2 Tem licença de exploração?

Sim () Não () Se não, passa para pergunta 3.0

2.3 Qual é a validade da Licença?

1 ano renovável () Permanente ()

3.0 Local e Instrumentos usados na exploração do mangal

3.1 Em qual das áreas explora o mangal com mais frequência?

3.2 Que espécies existem na área de exploração?

Mpedge () Mucandala () Nfinge () Mucorongo () Ntumbu-ntumbu ()

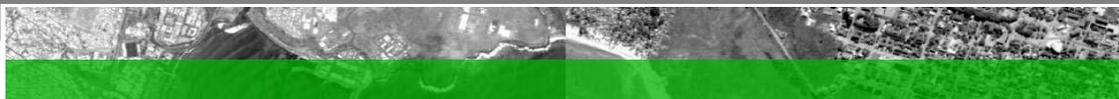
Mutuanguazi () Mpiripih () Outras () Quais?

3.3 Que instrumentos usa para o corte do mangal?

Moto-serra () Machado () Catana () Outros ()

Quais? _____

4.0 Impactos ambientais negativos decorrentes da exploração do mangal e formas de mitigação



4.1 Quais são os problemas que resultam do corte do Mangal?

Erosão () Diminuição dos níveis de pesca () Degradação dos solos ()
Desaparecimento de certas espécies de mangal () Quais?

4.2 O que está sendo feito para resolver esse(s) problema(s)?

Replântio () Respeitar o período de defeso () Envolvimento de mais instituições na gestão do mangal () Outro ()
Qual? _____

5.0 Existe alguma fiscalização do mangal?

Sim () Não (), Se sim ,quem e onde se fiscaliza ?

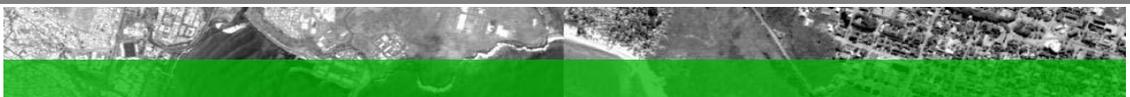
6.0 Qual a frequência da fiscalização ?

Permanente() Mensal () Anual () Ocasionalmente ()

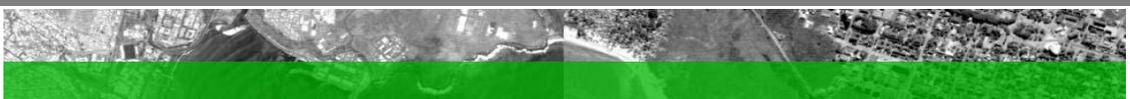
7.0 Consegue sustentar a família com o que ganha da exploracao florestal do mangal?

Sim () Não ()

8.0 Tem alguma informação que pretenda acrescentar sobre a preservação do ecossistema do mangal?

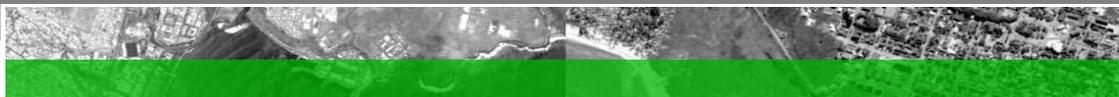


Muito Obrigado



Anexo II – Número de Inqueridos por cada área de exploração dos mangais na Cidade da Beira

Áreas de Exploração	INQUERIDOS			Critério
	Nr	% do Total	Praticantes	
Estuário do Pungue	5	Desconhecido	Vendedores de estacas e pescadores	Encontrados no momento do desembarque
Praia Nova	5	Desconhecido	Vendedores de estacas e pescadores	Possibilidade de encontrar no local
Rio Maria	12	40%	Pescadores, vendedores de estaca e agricultores	Possibilidade de encontrar no local
Savane	10	25%	Pescadores, vendedores de estaca e agricultores	Possibilidade de encontrar no local



Anexo III- Evolução do Uso e Cobertura da Terra (1979-20200)

Classes de Uso/Cobertura	1979	1986	2006	2010	2020
Area Reg Inundavel	37862,1	37975,0	37900,1	37300,3	38375,8
Area Urbanizada	6445,7	7140,1	8185,2	9399,1	11259,6
Campos de Cultivo	11529,8	10836,2	11203,1	11575	10100
Dunas Costeiras	547	620,0	967,1	1045,8	1438,9
Mangais	5420,3	4930,7	3743,6	3215,9	2378,5
Outra Vegetacao	2831,2	2834,1	2337	1800	2054,2

