



**Instituto Superior de Gestão, Ciências e Tecnologias**

Departamento de Ciências de Engenharias

Curso: Licenciatura em Engenharia Ambiental

**Trabalho de Conclusão do Curso**

**AVALIAÇÃO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS CAUSADOS PELA EXPANSÃO URBANA  
NOS MANGAIS: O CASO DO BAIRRO DA COSTA DO SOL, MAPUTO, 2024**

Nome do estudante: Sheron Germana Etelvino Gemo

Supervisor: PhD. Jacob Chimuca

Código: 524172

Maputo

2025



**Instituto Superior de Gestão, Ciências e Tecnologias**

Departamento de Ciências de Engenharias

Curso: Licenciatura em Engenharia Ambiental

**Trabalho de Conclusão do Curso**

**AVALIAÇÃO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS CAUSADOS PELA EXPANSÃO URBANA  
NOS MANGAIS: O CASO DO BAIRRO DA COSTA DO SOL, MAPUTO, 2024**

Nome do estudante: Sheron Germana Etelvino Gemo

Supervisor: PhD. Jacob Chimuca

Código: 524172

Monografia apresentada ao Instituto Superior de Gestão, Ciências e Tecnologias (ISGCT) da Universidade Politécnica como parte dos requisitos para a obtenção do grau de Licenciatura em Engenharia Ambiental sob supervisão de PhD. Jacob Chimuca.

**Supervisor:** PhD Jacob Chimuca

Maputo

2025

AVALIAÇÃO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS CAUSADOS PELA EXPANSÃO URBANA  
NOS MANGAIS: O CASO DO BAIRRO DA COSTA DO SOL, MAPUTO, 2024

Trabalho de conclusão de curso, apresentado ao Departamento de Ciências de Engenharias do Instituto Superior de Gestão, Ciências e Tecnologias, Universidade Politécnica – A Politécnica, Maputo, como parte dos requisitos necessários para a obtenção do grau de Licenciatura em Engenharia Ambiental.

Aprovado por:

### **Declaração de Autenticidade**

Eu, Sheron Germana Etelvino Gemo, declaro que este trabalho nunca foi apresentado na essência, para a obtenção de qualquer grau e resulta da minha investigação, estando ao longo do texto e nas referências bibliográficas indicadas as fontes utilizadas.

A Autora

---

(Sheron Germana Etelvino Gemo)

Maputo

2025

## **Dedicatória**

Aos meus pais á quem dedico este trabalho,

Etelvino Augusto Gemo & Flávia Felícia Joaquim

## **Agradecimentos**

Agradeço em primeiro lugar a Deus todo poderoso pelo dom da vida, pela sabedoria e força que N'ele sempre obtive nos maus e bons momentos.

Agradeço aos meus pais, pelo amor, apoio, confiança, força, sacrifícios e investimento que sempre deram e fizeram pela minha educação, desde o início da minha jornada acadêmica até hoje onde marco um grande passo na minha vida, que é a conquista do meu grau de licenciatura, o qual á eu dedico do fundo do coração. Aos meus irmãos,Valter Gemo,Tailane Gemo, Ermelinda Gemo agradeço, pois, o desejo de ser um exemplo e modelo de inspiração, deu-me e continua dando forças para alcançar metas grandes e crescer profissionalmente.

Agradeço a avó Lúcia, que em cada chamada que lhe fizesse, durante este percurso, não deixava de me enviar palavras de motivação, forças e bom trabalho.

Agradeço aos meus tios, que durante esta caminhada me receberam e trataram como filha, apoiando em tudo que fosse necessário.

Agradeço ao meu Supervisor PhD. Jacob Fortuna José Chimuca, pela orientação, disponibilidade e partilha de conhecimento, que contribuíram fortemente na conclusão deste trabalho.

Agradeço também as minhas amigas e colegas Valdeth Godinho, Rachel Godinho, Arminda Bonho Yasmin Sefo, Jassira Vilanculos pelo companheirismo e pela motivação diante dos altos e baixos que a vida acadêmica de vez em vez os presenteava.

A todos que, de alguma forma contribuíram para a realização e conclusão deste trabalho, o meu muito obrigado.

### **Parecer do supervisor**

A estudante Sheron Germana Etelvino Gemo, finalista do curso de Licenciatura em Engenharia Ambiental nesta Universidade, realizou a sua Monografia sob o tema: Avaliação Dos Impactos Ambientais Causados Pela Expansão Urbana Nos Mangais: O Caso Do Bairro Da Costa Do Sol, Maputo, 2024, tendo mostrado alto domínio do assunto que se propôs a pesquisar, e que hoje se candidata para defesa. Com um tema relevante para a área de Engenharia Ambiental e, sobretudo com grande contributo social, a estudante adoptou uma estrutura segundo as normas de escrita e apresentação de trabalhos de fim de curso desta universidade e outras gerais, aplicou uma metodologia adequada para o alcance do principal objectivo pré-definido, os resultados, conclusões e recomendações estão claros e com utilidade para a ciência, ramo profissional de interesse, e à sociedade no geral.

Assim, eu, Professor Doutor. Jacob Chimuca, seu supervisor, aprecio positivamente e recomendo a submissão deste trabalho de Monografia para a defesa pública, perante um júri, conforme as normas da Universidade Politécnica.

Maputo, 2025

O Supervisor

---

PhD. Jacob Chimuca

## **Resumo**

### **Avaliação dos impactos ambientais causados pela expansão urbana nos mangais do bairro da costa do sol**

Este trabalho teve como objectivo principal avaliar a expansão associada a construção nas áreas de mangal na Costa do Sol entre os anos de 2000 a 2020. Para a efectividade do presente trabalho fez-se o mapeamento da região a ser estudada por através do QGIS, e para a obtenção das imagens de 2000 e 2010 utilizou-se satélite Landsat-TM 5 para a obtenção das imagens e Landsat-OLI 8 para as imagens de 2020, imagens do Google earth e inquéritos. As imagens de landsat ajudaram para obtenção da evolução da mudança na cobertura da terra. Procedeu-se a classificação supervisionada (Máxima Verossimilhança), em seis classes (mangal, solo exposto, corpos de água, vegetação alagada, infraestruturas, e outro tipo de vegetação) no software QGIS e interpretado em forma de mapas e de forma gráfica, com intuito de analisar as alterações. Os resultados mostram alterações em todas as classes durante os 20 anos em estudo, os mangais e as infraestruturas especificamente, mostraram um crescimento nos anos de 2000 e 2020, apresentando dinâmicas contrastantes, refletindo tendências diferentes no uso do solo. Os mangais experimentaram uma recuperação significativa, aumentando de 66,7931 hectares em 2010 para 205,053 hectares em 2020. E, em contrapartida, as infraestruturas expandiram-se de maneira ainda mais acentuada, em 2000, a área ocupada por infraestruturas era de 612,912 hectares, e em 2020 essa área praticamente dobrou, atingindo 1424,71 hectares. Com o inquérito realizado, foi possível identificar a percepção dos residentes em relação a importância dos mangais, bem como os serviços ecossistêmicos que os mesmos fornecem, incluindo serviços de provisão de alimentos, madeira, água, estacas para construções, além de serviços culturais como recreação e pesquisa científica. Em conclusão, o estudo revelou um crescimento significativo tanto nas áreas de mangal quanto nas infraestruturas ao longo dos 20 anos analisados. A recuperação dos mangais, juntamente com a expansão acelerada das infraestruturas, demonstra a dinâmica contrastante no uso do solo. Além disso, a percepção dos residentes sobre os serviços ecossistêmicos dos mangais destaca a sua relevância ambiental e socioeconômica para a região.

*Palavras-chaves: Expansão urbana, mangais*

## Abstract

### **Assessment of the environmental impacts caused by urban expansion on the mangroves of the Costa do Sol neighborhood.**

This work aimed to evaluate the expansion associated with construction in mangrove areas in Costa do Sol between the years 2000 and 2020. For the effectiveness of the present study, the mapping of the region to be studied was done using QGIS. Landsat-TM 5 satellite images were used for obtaining the images from 2000 and 2010, and Landsat-OLI 8 for the 2020 images, in addition to Google Earth images and surveys. The Landsat images helped to track the changes in land cover over time. Supervised classification (Maximum Likelihood) was performed into six classes (mangrove, exposed soil, water bodies, flooded vegetation, infrastructure, and other types of vegetation) using QGIS software, and the results were interpreted in the form of maps and graphs to analyze the alterations. The results show changes in all classes during the 20-year study period, particularly in mangroves and infrastructure, which showed growth in both 2000 and 2020, presenting contrasting dynamics and reflecting different land-use trends. Mangroves experienced significant recovery, increasing from 66.7931 hectares in 2010 to 205.053 hectares in 2020. On the other hand, infrastructure expanded even more drastically: in 2000, the area occupied by infrastructure was 612.912 hectares, and by 2020, this area had nearly doubled, reaching 1,424.71 hectares. Through the conducted survey, it was possible to identify the residents' perception of the importance of mangroves, as well as the ecosystem services they provide, including provisioning services such as food, wood, water, and poles for construction, in addition to cultural services like recreation and scientific research. In conclusion, the study revealed significant growth in both mangrove areas and infrastructure over the 20 years analyzed. The recovery of the mangroves, along with the accelerated expansion of infrastructure, demonstrates the contrasting dynamics in land use. Additionally, the residents' perception of the ecosystem services provided by the mangroves highlights their environmental and socio-economic importance to the region.

*Keywords: Urban expansion, mangroves*

## Índice

CAPÍTULO I: INTRODUÇÃO.....	14
1.1. Contextualização .....	14
1.2. Problema de pesquisa.....	14
1.3. Hipóteses .....	15
1.4. Objectivos.....	16
Objectivo Geral.....	16
Objectivos Específicos .....	16
1.5. Justificativa.....	16
1.6. Delimitação do tema.....	18
1.6.1. Delimitação espacial.....	18
1.6.2. Delimitação de escala temporal.....	18
1.7. Estrutura do trabalho .....	18
CAPÍTULO II. REVISÃO DA LITERATURA.....	19
Breve Introdução .....	19
2.1. Marco conceptual .....	19
2.2. Desenvolvimento circunstâncial, descritivo e detalhado do fenómeno .....	20
2.3. Marco Teórico .....	20
2.3.1 Ecossistemas de mangais.....	21
2.3.2. Espécies biológicas predominantes nos ecossistemas de mangais .....	22
2.3.3.Mangais e seus valores ou serviços ecossistêmicos .....	23
2.3.4. Conservação e recuperação das florestas de mangais .....	24
2.3.5. Mangais em Moçambique .....	25
2.3.6. Causas da degradação dos ecossistemas de Mangal em Moçambique.....	27
2.3.7. Sectores e jurisdições envolvidos na governança dos mangais.....	27
2.3.8. Sensoriamento Remoto.....	29
2.3.9. Mapeamento e Sistemas de Informações Geográficas (SIG).....	31
2.3.10. Cálculo do índice de acurácia.....	32
2.4. Marco Referencial .....	33
CAPÍTULO III.METODOLOGIA .....	35
3.1.Área de estudo.....	35
3.2. Tipo de estudo e desenho da pesquisa.....	36

3.3. População e amostra.....	36
3.4. Técnicas e instrumentos de recolha de dados.....	38
3.5. Aplicação dos questionários.....	40
3.6. Tratamento de dados .....	41
3.7.Limitações da metodologia .....	42
CAPÍTULO IV. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	43
4.1. Análise comparativa dos mapas da costa do sol (2000,2010,2020).....	43
4.2. Análise do mapa da costa do sol (2024).....	46
4.3. Análise comparativa das áreas (hectares) ocupadas pelas classes .....	47
4.4. Análise da acurácia.....	48
4.5. Identificação dos participantes .....	49
4.6. Resultados do questionário dirigido aos pescadores, residentes e ambientalistas .....	51
4.7. Resultados do questionário dirigido ao representante da autoridade governamental da área do ambiente da cidade de Maputo.....	56
4.8. Serviços ecossistémicos do mangal da Costa do Sol .....	59
4.9. Medidas de conservação e gestão sustentável adaptáveis aos mangais da Costa do Sol...	60
CAPÍTULO V. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES.....	62
5.1. Conclusão.....	62
5.2. Recomendações.....	62
CAPÍTULO VI. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	64
Apêndices.....	70

## **Índice de tabelas**

Tabela 1.Principais espécies comuns do ecossistema de mangal (Priscila, 2021).....	19
Tabela 2.Distribuição das espécies vegetais de mangal ao nível de Moçambique e sua importância socioeconómica.....	26
Tabela 3.Instrumentos jurídicos de gestão do ecossistema de mangal (PAT,2018).....	27
Tabela 4. Classificação do índice kappa.....	34
Tabela 5. Relação das áreas e hectares ao longo dos 20 anos.....	47
Tabela 6. Caracterização da amostra inquirida por categorias sociodemográficas aos inquéritos 1 e 2 do estudo.....	48
Tabela 7. Acesso ao mangal,utilização dos recursos e periodicidade de utilização.....	50
Tabela 8. Finalidades do uso do mangal da costa do sol.....	52
Tabela 9. Ameaças do mangal da costa do sol .....	53
Tabela 10. Histórico do mangal da costa do sol.....	53
Tabela 11. Educação ambiental.....	55

## **Índice de figuras**

Figura 1.Principais categorias de serviços de ecossistemas de mangal (Micoa,2013).....	24
Figura 2.Obtenção de imagens por teledetecção (Adenilson Geovanini,2013).....	29
Figura 3.Espectro electromagnético segundo o comprimento de onda.....	30
Figura 4.Mapa geográfico do bairro da costa do sol (CENACARTA,2021).....	35
Figura 5. Entrevista aos moradores e pescadores do bairro da costa do sol.....	37
Figura 6. Alteração da cobertura do solo para os anos 2000,2010,2020.....	42
Figura 7.Alteração da cobertura do solo para o ano de 2024 (Qgis,2024).....	46
Figura 8. Resíduos sólidos do mangal da costa do sol.....	57

## **Lista de abreviaturas, siglas e acrónimos**

ANAC - Administração Nacional das Áreas de Conservação

AQUA - Agência Nacional para o Controlo da Qualidade Ambiental

INAMAR - Instituto Nacional da Mar

MEA - Avaliação Ecosistémica do Milénio

MICOA - Ministério para Coordenação da Acção Ambiental

MITADER - Ministério da Terra Ambiente e Desenvolvimento Rural

MTA - Ministério da Terra e Ambiente

ODS - Objectivos de Desenvolvimento Sustentável

PNUMA - Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente

TEEB - Economia dos Ecossistemas e da Biodiversidade

QGIS - Sistema de Informações geográficas Quantum

FAO - Programa Mundial de Alimentação

NASA - National Aeronautics and Space Administration (Administração Nacional da Aeronáutica e Espaço)

USGS - United States Geological Survey (Serviço Geológico dos Estados Unidos)

LANDSAT - Land Remote Sensing Satellite (Satélite de Sensoriamento Remoto Terrestre)

OTB - Orfeo Tollbox

SVM - Support Vector Machine (Máquina de Vectores de Suporte)

REM - Radiação Electromagnética

OLI - Operational Land Imager (Sensor Operacional de Imagem da Terra)

CENACARTA - Centro Nacional de Cartografia

## **CAPÍTULO I: INTRODUÇÃO**

### **1.1. Contextualização**

A degradação dos ecossistemas em áreas urbanas tem sido amplamente discutida, especialmente no que se refere às percepções e valores atribuídos pela população local a esses ambientes naturais. Em paralelo, o crescimento de investimentos no meio urbano tem contribuído para a redução e destruição de ecossistemas sensíveis, como os mangais. Ricos em biodiversidade, esses ecossistemas possuem um valor ambiental, social e económico inestimável, sendo essenciais para o desenvolvimento sustentável das sociedades (Barbier et al., 2011).

Os mangais são ecossistemas costeiros únicos, caracterizados por uma complexa rede de interações biológicas e adaptações às condições de salinidade. Abrigam diversas espécies de árvores e arbustos, como mangueiras, avicennias e rhizophoras, que desenvolveram mecanismos especializados para sobreviver à salinidade e à submersão frequente (Nordhaus & Wolff, 2008). Esses ecossistemas se distribuem ao longo de regiões tropicais e subtropicais e exercem funções ecológicas fundamentais, como a proteção da linha de costa, o suporte à biodiversidade e a regulação de nutrientes (Gilman et al., 2008).

Na cidade de Maputo, especificamente na zona costeira da Costa do Sol, a expansão urbana tem exercido forte pressão sobre os mangais, resultando na sua degradação progressiva (Alongi, 2002). A substituição da vegetação de mangal por infraestruturas como imóveis, estradas e outros empreendimentos compromete a biodiversidade local e os serviços ecossistêmicos que esses ambientes oferecem (Dahdouh-Guebas et al., 2005). Além disso, o avanço urbano intensifica a poluição da água, o descarte inadequado de resíduos sólidos e a descarga de esgoto, afetando diretamente a qualidade da água e a saúde dos mangais. A impermeabilização do solo, por sua vez, agrava a erosão costeira e a perda de habitats.

Essa expansão desordenada constitui uma das principais ameaças à integridade dos mangais da Costa do Sol, enfraquecendo sua capacidade de fornecer serviços ecossistêmicos essenciais e comprometer a resiliência das comunidades locais frente aos eventos climáticos extremos (Gilman et al., 2008). Diante desse cenário, torna-se urgente a adoção de medidas eficazes de conservação, que promovam a recuperação e a sustentabilidade desses valiosos ecossistemas (Barbier et al., 2011).

## **1.2. Problema de pesquisa**

A expansão urbana e a proliferação de empreendimentos imobiliários nos mangais da Costa do Sol — uma zona costeira de elevada importância ecológica — representam uma ameaça crescente à integridade desses ecossistemas sensíveis. A problemática central reside na evidente incompatibilidade entre o desenvolvimento urbano desordenado e a conservação dos mangais, que são essenciais para a manutenção da saúde ambiental e para a provisão de serviços ecossistêmicos vitais.

Esses serviços incluem a proteção contra a erosão costeira e tempestades, a regulação do ciclo de nutrientes, o sequestro de carbono e o suporte à biodiversidade marinha e terrestre. No entanto, a intensificação das pressões antrópicas, especialmente relacionadas à construção civil e à ocupação irregular, tem provocado a destruição progressiva dos mangais da Costa do Sol, comprometendo severamente suas funções ecológicas.

Segundo Ellison (2008), a expansão urbana tem resultado na conversão de vastas áreas de mangal em zonas urbanizadas, acarretando a perda de habitat para inúmeras espécies vegetais e animais que dependem desses ecossistemas para sobreviver. Tal processo pode desencadear extinções locais e uma acentuada redução da diversidade biológica. Adicionalmente, a urbanização contribui para o aumento da poluição hídrica, por meio do escoamento de resíduos químicos, fertilizantes, óleos e outros poluentes oriundos das atividades humanas (Mitra et al., 2009). Essa contaminação compromete não apenas a vida aquática, mas também representa riscos à saúde pública (Alongi, 2008).

Outro impacto significativo da remoção dos mangais é o aumento da vulnerabilidade das zonas costeiras à erosão e às inundações, conforme salientado por Hamilton e Casey (2016). Ao atuarem como barreiras naturais, os mangais absorvem a energia das ondas e protegem o litoral contra eventos climáticos extremos (Barbier et al., 2011). A sua destruição expõe as comunidades costeiras a riscos crescentes, como a elevação do nível do mar e tempestades intensas, agravando a possibilidade de desastres naturais e ameaçando diretamente a segurança e o bem-estar das populações locais.

Em Moçambique, a cidade de Maputo destaca-se entre os centros urbanos com as maiores taxas de degradação de mangais, sendo a Costa do Sol um dos locais mais afetados. É neste contexto de crescente degradação ambiental que se define a questão central desta pesquisa: “Quais são os impactos da expansão urbana sobre os mangais da Costa do Sol e quais estratégias podem mitigar sua degradação?”

### **1.3. Hipóteses**

Hipótese nula ( $H_0$ ): A expansão urbana não causou alterações significativas no estado ecológico nem na qualidade dos serviços ecossistêmicos dos mangais da Costa do Sol.

Hipótese alternativa ( $H_1$ ): A expansão urbana nos mangais da Costa do Sol resulta em uma diminuição significativa da biodiversidade e na degradação dos serviços ecossistêmicos prestados por esse ecossistema.

### **1.4. Objectivos**

#### **Objectivo Geral**

Analisar o Impacto Ambiental da Expansão Urbana nos mangais do bairro Costa do Sol; Analisar os impactos ambientais decorrentes da expansão urbana sobre os mangais do bairro Costa do Sol, na cidade de Maputo.

#### **Objectivos Específicos**

- Identificar os serviços ecossistêmicos fornecidos pelos mangais da Costa do Sol;
- Avaliar os padrões de expansão urbana ao longo da Costa do Sol;
- Identificar as áreas de maior pressão sobre os mangais;
- Sugerir medidas de conservação e gestão sustentável dos mangais, visando mitigar os impactos da expansão urbana e promover a recuperação desses ecossistemas.

### **1.5. Justificativa**

A seleção de um tema de investigação científica é orientada por múltiplos fatores interligados, que abrangem tanto as motivações pessoais da pesquisadora quanto as necessidades teóricas, práticas e sociais do contexto em análise. Neste estudo, a escolha do tema fundamenta-se em três dimensões complementares: pessoal, socioambiental e acadêmica, as quais conferem à pesquisa relevância, aplicabilidade e coerência metodológica.

Do ponto de vista pessoal, a motivação da autora está profundamente enraizada em sua conexão com o meio ambiente e, em particular, com os ecossistemas costeiros. Tendo crescido em uma cidade litorânea, a pesquisadora vivenciou de perto os efeitos da urbanização acelerada sobre áreas naturais sensíveis, como os mangais. Essa experiência fomentou um compromisso ético e afetivo com a conservação ambiental, especialmente diante das ameaças crescentes impostas pelo crescimento urbano desordenado. O estudo dos impactos da expansão urbana sobre os mangais do bairro Costa do Sol, portanto, representa a convergência entre uma vivência pessoal significativa e o desejo de contribuir cientificamente para a preservação dos ecossistemas costeiros em Moçambique, com vistas à sustentabilidade ambiental para as futuras gerações.

Na dimensão socioambiental, a relevância do tema é inquestionável, dada a importância estratégica dos mangais como ecossistemas multifuncionais. Os mangais fornecem uma ampla gama de serviços ecossistêmicos essenciais, incluindo a proteção da linha costeira contra erosão e eventos extremos, a filtragem de sedimentos e poluentes, o suporte à biodiversidade e a sustentação de atividades econômicas tradicionais, como a pesca artesanal. A degradação desses ecossistemas compromete não apenas a integridade ecológica local, mas também a segurança alimentar, a resiliência climática e a qualidade de vida das comunidades humanas que deles dependem. Com a crescente pressão urbana sobre as zonas costeiras, como é o caso da Costa do Sol, torna-se urgente compreender a magnitude dos impactos ambientais e propor medidas de gestão e conservação que conciliem o desenvolvimento urbano com a sustentabilidade ecológica.

Sob a perspectiva acadêmica, a investigação oferece uma oportunidade concreta de aplicar os conhecimentos teóricos adquiridos no curso de Engenharia Ambiental a um problema contemporâneo de elevada complexidade e relevância. A abordagem do tema exige a integração de diversas áreas do saber, como Ecologia, Gestão Costeira, Direito Ambiental, Sistemas de Informação Geográfica (SIG) e Cartografia, permitindo uma análise interdisciplinar e aplicada. Além disso, o estudo contribui para a formação técnica e crítica da pesquisadora, ao capacitá-la para diagnosticar e propor soluções sustentáveis para os desafios enfrentados nas interfaces entre urbanização e conservação ambiental.

Em termos de contexto nacional, dados do Ministério do Mar, Águas Interiores e Pescas (2021) indicam que mais de 90 hectares de mangal são destruídos anualmente em Moçambique, com as maiores taxas de degradação concentradas em áreas urbanas densamente povoadas, como Maputo,

Beira, Quelimane e Pemba. A escolha deste tema está, portanto, alinhada aos compromissos internacionais assumidos pelo país, notadamente o Objetivo de Desenvolvimento Sustentável (ODS) 14 da Agenda 2030, que visa "conservar e utilizar de forma sustentável os oceanos, os mares e os recursos marinhos para o desenvolvimento sustentável". Assim, o presente estudo não apenas aborda um problema ambiental concreto e atual, como também se propõe a contribuir com subsídios técnicos e científicos para a formulação de políticas públicas e estratégias de ordenamento territorial e conservação dos ecossistemas costeiros.

## **1.6. Delimitação do tema**

### **1.6.1. Delimitação espacial**

A presente pesquisa “Avaliação dos Impactos Ambientais causados pela Expansão Urbana nos Mangais será realizada na cidade de Maputo, concretamente no bairro da Costa do Sol”. A pesquisa tomou como referência as características da área de estudo nomeadamente a vegetação, solos, aspectos hidrográficos e sua evolução ao longo do tempo em função da exploração humana, bem como trazer uma abordagem reflexiva sobre a relação entre a população e os recursos naturais, com enfoque específico no ecossistemas dos mangais e descrever algumas práticas da vida quotidiana e que caracterizam a exploração dos mangais na área de estudo assim como buscar soluções para mitigar os impactos negativos da actuação desses habitantes sobre o ecossistema dos mangais nessa área de estudo.

### **1.6.2. Delimitação de escala temporal**

A pesquisa abordou o tema Avaliação dos Impactos Ambientais causados pela Expansão Urbana nos Mangais, concretamente no bairro da Costa do Sol, cidade de Maputo, fez-se uma análise das actividades humanas sobre a exploração da floresta do mangal nos últimos 20 anos, para compreender a evolução temporal do mesmo e obedeceu um espaço temporal de três (3) meses tendo começado no mês de Julho de 2024 até Setembro de 2024 respectivamente.

## **1.7. Estrutura do trabalho**

O presente estudo está estruturado da seguinte maneira: No capítulo I, avança - se com a introdução, onde se faz a exposição da contextualização do tema que é seguida pelo problema e pelas hipóteses, objetivos (geral e específicos), de seguida a justificativa, a delimitação espacial e temporal do tema em estudo por fim a estrutura do trabalho. O capítulo II aborda em torno da revisão da literatura, onde inicialmente fez-se uma breve introdução, e de seguida são apresentados

conceitos básicos, fundamentação teórica, revisão da literatura. O capítulo III contém a metodologia da pesquisa na qual se apresenta o tipo da pesquisa, as técnicas utilizadas para recolha de dados, a análise dos resultados e tratamento dos dados. O capítulo IV contém a discussão que corresponde à apresentação, análise e interpretação dos resultados colhidos. O capítulo V engloba as conclusões, recomendações. O capítulo VI corresponde as referências bibliográficas e por fim os apêndices.

## **CAPÍTULO II. REVISÃO DA LITERATURA**

### **Breve Introdução**

Este capítulo é referente a revisão da literatura. Neste capítulo trata-se dos conceitos básicos, sob ponto de vista de alguns autores, relacionados aos ecossistemas de mangal, sensoriamento remoto, mapeamento e sistemas de informação geográfica, a sua fundamentação teórica. Em seguida a literatura empírica e focalizada, onde abordou-se sobre um estudo semelhante feito fora e dentro do país.

### **2.1. Marco conceptual**

**Mangais** são ecossistemas de transição, localizados em áreas costeiras intertidais tropicais e subtropicais dominadas por árvores e arbustos tolerantes à salinidade, que formam ecossistemas complexos e produtivos segundo Tomlinson (1986).

**Ecossistemas de mangal** são sistemas ecológicos complexos localizados nas zonas intertidais de regiões tropicais e subtropicais, caracterizados por sua alta produtividade e biodiversidade, e desempenham funções críticas na proteção costeira, na ciclagem de nutrientes e na provisão de habitat para numerosas espécies de acordo com Duke et al. (2007).

**Expansão urbana** refere-se ao crescimento das áreas urbanizadas, geralmente de forma desordenada, em detrimento de áreas rurais e naturais, frequentemente resultando em impactos ambientais adversos (Seto et al., 2011)

**Impacto ambiental** é qualquer alteração no meio ambiente, seja adversa ou benéfica, resultante das atividades humanas (Glasson et al., 2005).

**Avaliação de impacto ambiental (AIA)** é um processo sistemático de identificação e avaliação das consequências ambientais de projetos, políticas, planos ou programas propostos antes de sua implementação (Wood, 2003).

**Serviços ecossistêmicos** são os benefícios que os ecossistemas fornecem aos seres humanos, incluindo serviços de provisão, regulação, suporte e culturais (Millennium Ecosystem Assessment, 2005).

**Sensoriamento remoto** é definido como o uso de radiação electromagnética para adquirir informações sobre o oceano, a terra ou atmosfera, sem qualquer contacto físico com o objecto, a superfície ou fenómeno sob investigação (Martin, 2004).

## **2.2. Desenvolvimento circunstâncial, descritivo e detalhado do fenómeno**

A avaliação do impacto ambiental (AIA) da expansão urbana nos mangais da Costa do Sol é crucial por várias razões, primeiramente, os mangais desempenham um papel essencial na protecção das zonas costeiras contra erosão, tempestades e inundações, servindo também como habitats para diversas espécies marinhas e terrestres, além de serem fontes de recursos para as comunidades locais. A expansão urbana descontrolada resulta na destruição desses ecossistemas, e consequente perda de biodiversidade, aumento da vulnerabilidade costeira e impactos negativos na subsistência das comunidades locais.

Historicamente, Maputo e, em particular, a zona do bairro Costa do Sol, têm experimentado um crescimento urbano significativo, desde o período colonial até a independência e nos anos subsequentes, a capital de Moçambique tem atraído um número crescente de habitantes, impulsionando o desenvolvimento urbano. No entanto, esse crescimento nem sempre foi acompanhado por uma gestão ambiental adequada, levando à degradação de áreas naturais.

Além disso, a análise de Gomes et al. (2022), revela que a conversão de áreas naturais em terrenos urbanos tem intensificado a poluição, o acúmulo de resíduos sólidos e o aumento da deposição de produtos químicos nos mangais. O estudo conclui que, à medida que a urbanização avança, os mangais perdem sua capacidade de proteger as costas e de sustentar a biodiversidade marinha e terrestre. Isso compromete não apenas os ecossistemas, mas também os meios de subsistência das populações locais que dependem desses recursos para atividades como a pesca e a colecta de moluscos.

## **2.3. Marco Teórico**

Nesta subsecção apresentar-se-á algumas teorias que estão relacionadas com o tema em estudo.

### **2.3.1 Ecossistemas de mangais**

O ambiente aquático possibilita a interação necessária entre os organismos vivos bem como o seu desenvolvimento. As zonas húmidas, na qual se inserem os ecossistemas aquáticos, são definidas como “zonas de pântano, charco, turfeira ou água, natural ou artificial, permanente ou temporária, com água estagnada ou corrente, doce, salobra ou salgada, incluindo águas marinhas cuja profundidade na maré baixa não exceda os seis metros enfatiza Ramsar (2016). As zonas húmidas estão constituídas por três tipos, nomeadamente: zonas húmidas florestais intertidais; zonas húmidas florestais de água doce e zonas húmidas turfosas florestais. Portanto, nas zonas húmidas florestais intertidais é onde encontramos: os pântanos de mangal e os pântanos e florestas ribeirinhas de água doce segundo Ramsar (2011).

Os ecossistemas de mangal são considerados como parte de zonas húmidas florestais intertidais, e são áreas húmidas onde se desenvolvem diversas espécies de árvores que no seu todo formam uma floresta. Esta visão, ainda é contemplada por Baia (2004) ao conceitualizar “os mangais como comunidades vegetais que colonizam as lagoas costeiras, os estuários e as depressões dos deltas”. Contudo, neste ecossistema, as árvores dos mangais são apenas um dos componentes do complexo ecossistema dos mangais o qual inclui: corpos associados de água e solos, bem como uma variedade de outras plantas, animais e microrganismos.

A água, o solo, as plantas e animais, contribuem para que o mangal se torne um ecossistema muito produtivo. Feitosa (2011) citando Albuquerque et al. (2015), afirma que “o mangal é um ecossistema costeiro tropical, de transição entre ambientes terrestres e marinhos, sujeito ao regime dos mares, dominado por espécies vegetais típicas, as quais se associam a outros componentes vegetais e animais”. O ecossistema do mangal proporciona ambiente favorável para o desenvolvimento das espécies de animais e plantas, pois estes fornecem condições de alimentação, habitat propício e viveiro para as variadas espécies de peixe, crustáceos e moluscos como afirma Ferreira e Lacerda (2016) citando Amade et al. (2018).

Ainda como características, “os Mangais possuem uma vegetação altamente adaptada aos constantes movimentos da maré para suportar a alta salinidade que lhe é imposta, porém são altamente sensíveis à acção humana”. A sensibilidade dos mangais a acções antrópicas demonstra o cuidado merecido que se deve observar em qualquer âmbito de intervenção, pese embora detenham características específicas para reproduzirem em ambiente aquático.

### 2.3.2. Espécies biológicas predominantes nos ecossistemas de mangais

O conceito de espécie, patente em várias obras demonstra uma diversidade de entendimentos acerca do seu significado. Geralmente quando abordamos sobre espécies, nos inclinamos no conjunto de organismos e nas suas diferentes características. Baseado na unificação dos conceitos biológico de espécies e conceito filético de espécies, citados por (Olmos, 2011), “espécies são metapopulações (populações diferenciadas de alguma maneira) de organismos que estejam em uma trajetória evolutiva independente de outras metapopulações”. Tendo em conta as suas características, as espécies vão evoluindo de acordo com as condições do habitat em que se encontram, permitindo o surgimento de novas espécies biológicas. Os ecossistemas de mangal, a nível mundial, apresentam uma diversidade de espécies, influenciadas por sua característica meramente húmida. Fundamentando-se nos autores Wilking e Lewis (2011), apresentamos algumas espécies comuns de mangais (vegetais) predominantes em todo planeta, num número de 20 (Tabela 1).

Tabela 4.Principais espécies comuns do ecossistema de mangal (Priscila, 2021)

<b>Espécie</b>	<b>Nome comum</b>	<b>Família</b>
<i>Acanthus illicifolius</i>	Acanto	Acanthaceae
<i>Avicennia marina</i>	Mangal branco	Acanthaceae
<i>Avicennia officinalis</i>	Mangal indiano	Acanthaceae
<i>Aegiceras corniculatum</i>	L. Blanco	Primulaceae
<i>Avicennia alba</i>	Solitary tree	Acanthaceae
<i>Avicennia germinans</i>	Mangal branco	Acanthaceae
<i>Avicennia schaueriana</i>	Mangal preto	Acanthaceae
<i>Bruguiera parviflora</i>	Flores pequenas	Rhizophoraceae
<i>Bruguiera gymnorrhiza</i>	Mangal vermelhas	Rhizophoraceae
<i>Barringtonia racemosa</i>	Freshwater Mangrov	Lecythidaceae
<i>Bruguiera cylindrica</i>	Mangal preto	Rhizophoraceae
<i>Bruguiera sexângula</i>	Mangal rio cima	Rhizophoraceae
<i>Ceriops tagal</i>	Mangal branco/estimulano/indiano	Rhizophoraceae
<i>Cariofiloides de bruguiera</i>	-----	-----

<i>Carapa moluccensis</i>	Molucas	Meliaceae
<i>Ceriops decandra</i>	-----	Rhizophoraceae
<i>Clerodendrum inerme</i>	Camarão da gloria	Lamiaceae
<i>Crenea marítima</i>	-----	Lythraceae
<i>Derris trifoliata</i>	Karangvel	Fabaceae
<i>Exoecaria agallocha</i>	Mangal leitoso	Euphorbiaceae
<i>Kandelia obovata</i>	-----	Rhizophoraceae
<i>Kandelia candel</i>	-----	Rhizophoraceae
<i>Lagopoides de aeluropus</i>	Capim mangal	Gramíneas

### 2.3.3. Mangais e seus valores ou serviços ecossistêmicos

A atribuição de valores aos diversos ecossistemas como o mangal, traduz-se na utilidade destes para os diversos fins, sociais, económicos e ambientais no mundo. Tendo em conta que os mangais fazem parte de um sistema ecológico tropical entre a terra e o mar, localizado em terrenos baixos na foz dos rios e estuários, com solo inundado pelas variações das marés e tendo grande variação de salinidade, os mesmos constituem um dos ecossistemas com múltiplas funcionalidades para o meio ambiente e o bem estar socioeconómico, ao fornecer vários serviços segundo Correia e Sovierzosk (2005). Porque afirma-se que “Muitas espécies de peixes e camarões, capturados pela pesca comercial costeira, utilizam os manguezais como berçários e refúgios para reprodução” (Correia & Sovierzoski, 2005). O ecossistema do mangal destaca-se pela sua importância em áreas como; pesca, turismo, economia, educação e outros. Na mesma ótica, o Ministério da Terra Ambiente e Desenvolvimento Rural em Moçambique (MITADER , 2014), faz uma menção comparável a outros ecossistemas, afirmando que os mangais fornecem uma diversidade de produtos, funções e serviços que são de valor económico significativo para as comunidades. Os benefícios fornecidos pelos serviços dos mangais contribuem para a satisfação das necessidades básicas do homem principalmente os que vivem ao seu redor, podendo ser considerados serviços sociais e ambientais como regulação do clima, alimentos, prevenção da erosão, sequestro de carbono entre outros.

Neste contexto, apresentamos duma forma hierárquica os benefícios ou serviços que os seres humanos têm dos mangais e que são produzidos pelas interações que ocorrem no interior do seu ecossistema (Fig. 1).

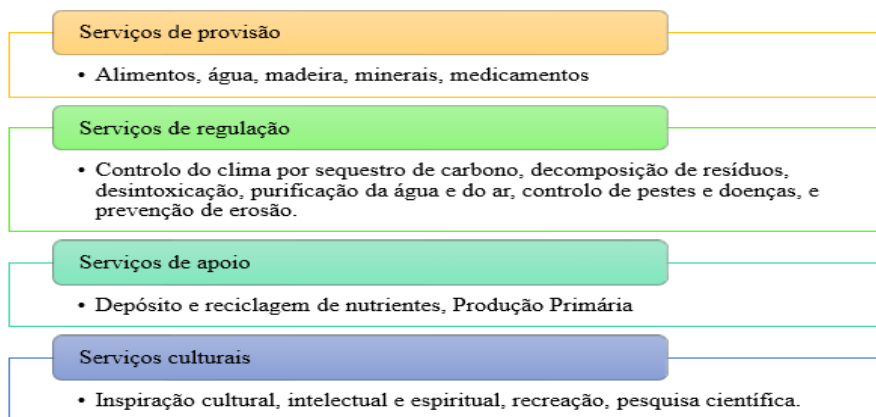


Figura 6.Principais categorias de serviços de ecossistemas de mangal (Micoa,2013)

#### **2.3.4. Conservação e recuperação das florestas de mangais**

O estado de conservação dos mangais em muitos países do mundo é crítico, apesar dos esforços dos governos para sua conservação e reposição, por meio da aplicação de legislações ambientais, estratégias de conservação e de recuperação, projectos e acções.

A conservação e protecção dos mangais em todo o mundo é movida por leis e programas de acordo com realidades que caracterizam os países. O Programa das Nações Unidas para o Meio ambiente (PNUMA) é estrutura máxima a nível global que vela pelos sistemas de governação ambiental, promove cooperações políticas ambientais (Sampaio,2016). Dentre outros programas encontramos, a Convenção sobre Terras Húmidas de importância internacional (Ramsar, 2016).

De acordo com MITADER (2015) as principais estratégias de conservação do mangal são: existência de um plano de gestão de mangal; gestão do mangal baseada na comunidade; quadro legal de gestão do mangal. Constitui igualmente estratégia de conservação e recuperação de mangal: a atribuição de um valor financeiro ao ecossistema de mangal com base em actividades comerciais como o ecoturismo, pois este representa um conjunto de princípios turísticos sustentáveis, representados pelos serviços de recreação, turismo e valor espiritual, cuja importância reside na interação sustentável entre o homem e meio ambiente, neste caso concreto

para unir os mangais e as pessoas (Friess,2017). Diversos factores são actores importantes para a persecução destas estratégias. Entre estas destacam-se: projectos de gestão de mangal, o envolvimento comunitário na gestão do mangal, assistência técnica, monitoria e avaliação das actividades e planos de acção, fiscalização etc. A eficácia das acções de conservação e recuperação dos mangais dependem da incorporação de medidas correctas e o seu respectivo exercício. Para o caso de mangais, as acções incluem; plantio de mangais para a sua restauração, monitoria entre outras.

É recomendável, obedecer padrões de reflorestamento dos mangais, para que se obtenha resultado desejado de crescimento. O MITADER (2015) elenca cinco etapas importantes a serem observadas nos projectos de reflorestamento das áreas dos ecossistemas de mangais. Primeiramente é importante conhecer as espécies de mangal pertencentes ao local, segundo passo é compreender as condições do local em termos de padrões hidrológicos e outras condições que permitirão o crescimento desejado das espécies de mangal, a terceira etapa consiste em encontrar os obstáculos que impedem a restauração natural do mangal no local, na quarta etapa sugere-se que depois de descobertos os obstáculos corrija-se as condições do local para que a restauração aconteça com sucesso, e o quinto e o último passo é recomendado que se plante o mangal depois de cumprir de forma eficaz as quatro etapas primeiras.

### **2.3.5. Mangais em Moçambique**

Moçambique é um país rico em recursos naturais, e a costa Moçambicana, com cerca de 2.770 km de comprimento, é caracterizada por uma ampla diversidade de habitats incluindo praias, recifes de corais, estuários, bacias, mangais, tapetes de ervas marinhas (Balidy & Jacinta, 2011).

A zona costeira Moçambicana, destaca-se por deter ecossistemas que cobrem grandes dimensões e ocupam lugares de destaque a nível mundial e em particular de África como os mangais. Segundo a FAO (2005/2007) citado MITADER (2015), o mangal em Moçambique ocupa uma área estimada de 390.000 hectares (FAO, 2007). Um estudo realizado por Giri et al., (2011) indica que o mangal de Moçambique ocupa o terceiro lugar de extensão em África, depois da Nigéria e Guiné Bissau. Dada a extensão da zona costeira, percebe-se a riqueza dos ecossistemas marinhos que o país possui com enfoque para o mangal, razão pela qual em Moçambique, cerca de 396.080 hectares são mangais e ainda ocorrem 8 espécies vegetais, nomeadamente: *Avicennia* marinha,

Bruguiera gymnorrhiza, Ceriops tagal, Heritiera littoralis, Lumntzera racemosa, Rhizophra mucronata, Sonneratia alba, e Xylocarpus granatum (Balidy & Jacinta, 2011).

Os ecossistemas de mangal têm um contributo significativo na resposta às necessidades de desenvolvimento das populações, mediante as características de cada espécie (Tabela 2). As florestas de mangal em Moçambique, ocorrem nas províncias de; Maputo, Gaza, Inhambane, Sofala, Zambézia, Nampula e Cabo Delgado afirma Saket e Matusse (1994) citando Hogueane (2007).

Mediante o processo de zonação dos mangais nas regiões costeiras de Moçambique, verifica-se um padrão de distribuição de espécies de acordo com a tolerância das plantas a factores como flutuações de salinidade, disponibilidade de nutrientes, e nível de oxigénio no solo. Estes factores, influenciam a ocorrência de espécies e definem os locais onde se desenvolvem.

*Tabela 5. Distribuição das espécies vegetais de mangal ao nível de Moçambique e sua importância socioeconómica*

Nº	Espécies	Zonas de ocupação	Importância	Zonas de maior ocorrência
1	<i>Avicennia marina</i>	Margem terrestre, parte do mar e no meio da floresta.	Combustível Lenhoso, Medicamentos, Apicultura, habitats para peixes	Províncias de: Maputo, Nampula, Gaza, Inhambane, Cabo Delgado.
2	<i>Bruguiera gymnorrhiza</i>	Encontrada no meio da floresta do mangal entre as espécies de <i>Rhizophora mucronata</i> e <i>Ceriops tagal</i>	Combustível Lenhoso	Províncias de: Nampula, Gaza, Inhambane, Cabo Delgado.
3	<i>Ceriops tagal</i>	Margens interiores dos rios	Combustível Lenhoso	Província de Nampula
4	<i>Heritiera littoralis</i>	Zona ribeirinha do mangal, cresce em habitats com baixa salinidade e restrito em zonas próximas a montantes dos rios.		
5	<i>Lumntzera racemosa</i>		Apicultura, habitats para peixes	Províncias de: Maputo, Nampula, Sofala
6	<i>Rhizophra mucronata</i>	São dominantes em solos lodosos e muitas vezes formam uma paisagem homogênea	Combustível Lenhoso, Estacas, habitats para peixes	Província de Nampula e Maputo
7	<i>Sonneratia alba</i>	Superfícies onde as águas da maré inundam diariamente, e onde a salinidade é quase constante e aproximada a da água do mar.	Alimentação, Combustível Lenhoso	Províncias de: Inhambane, Maputo, Nampula
8	<i>Xylocarpus granatum</i>	Ocorre misturado com <i>Avicennia marina</i> , cresce em zonas com relevo elevado onde há inundações da maré, onde há influência da água doce.		Províncias de: Cabo Delgado, Maputo e Sofala

### **2.3.6. Causas da degradação dos ecossistemas de Mangal em Moçambique**

Em Moçambique, as causas de degradação dos mangais estão relacionadas aos factores, naturais e antropogénicos, sendo o antropogénico de maior ocorrência, devido a demanda pelos recursos encontrados nos ecossistemas de mangais e a sua forma de exploração pouco sustentáveis (Macamo & Siteo, 2017). As ameaças naturais e antropogénicas que perigam a costa Moçambicana são fenómenos que vêm ocorrendo desde os tempos passados e com maior destaque para os últimos anos: a urbanização, erosão, o desmatamento, as mudanças climáticas, a aquacultura e a poluição.

Sake e Matusse (1994) citando Hogueane (2007) afirmam que com base no inventário feito em 1992 em Moçambique existia cerca de 396.000 ha de florestas de mangal e a partir desta altura em diante observou-se uma redução da floresta de mangal na ordem de 3,9 % por ano, originadas por vários fatores uma das quais a sobre exploração.

Conforme os dados acima, as ameaças naturais e antrópicas aos ecossistemas de mangal vão se intensificando consideravelmente ao longo dos anos. O corte de espécies de mangal para construção de habitações e uso como combustível lenhoso é uma ameaça antropogénica registada em mangais localizados tanto em zonas rurais bem como nas zonas urbanas, dado o seu valor na resposta às necessidades das populações locais. Devido ao desenvolvimento socio económico actual e as oportunidades que as zonas urbanas oferecem em relação as zonas rurais, a ocupação das áreas de mangal nas zonas urbanas são factores preocupantes à sobrevivência dos mangais.

### **2.3.7. Sectores e jurisdições envolvidos na governança dos mangais**

Os ecossistemas de mangal em Moçambique são regulamentados pelos instrumentos jurídicos indicados na Tabela 3.

Tabela 6. Instrumentos jurídicos de gestão do ecossistema de mangal (PAT,2018)

Instrumentos jurídicos legais	Descrição
Lei 20/97 de 19 de Outubro	Lei-Quadro do Ambiente
Resolução 5/95 de 6 de Dezembro	Política Nacional do Ambiente
Resolução n.º 33/2020 de 18 de Maio	Estratégia de gestão do mangal 2020-2024
Lei n.º 5/2017, de 11 de Maio	Lei da Proteção, Conservação e Uso Sustentável da Diversidade Biológica

Regulamento da Lei n.º 16/2014, de 20 de Junho	Lei da Protecção, Conservação e Uso Sustentável da Diversidade Biológica, alterada e republicada pela Lei n.º 5/2017, de 11 de Maio
Lei 22/2013 de 1 de Novembro	Lei de Pescas
Lei 10/99 de 7 de Julho	Lei das Florestas Bravia
Decreto 12/2002, de 6 de Junho	Regulamento da Lei de Floresta e Fauna Bravia

Em Moçambique, as estratégias com vista a protecção e recuperação do ecossistema de mangal, são baseadas em políticas, legislações etc. e, comportam consigo directrizes de acções para conservação e recuperação. Portanto, sendo mangais áreas extremamente importantes enquadram-se em vários sectores (pescas, mar, florestas etc.). Entretanto, as políticas e legislações de cada um destes sectores no que respeita ao tratamento dado aos mangais chegam a ser divergentes pois, baseiam-se nos objectivos e programas de funcionamento de cada sector. De acordo com Slobodian e Badoz (2020), as políticas nacionais e a legislação relativa aos mangais, em Moçambique, estão fragmentadas e potencialmente conflituantes, criando confusão para as agências do governo e segurança pública, assim como os usuários. Não há uma estrutura uniforme que defina e oriente a utilização e protecção dos mangais em Moçambique, alguns sectores contribuem para sua protecção e outros possibilitam a sua degradação. Um exemplo concreto, a Política Florestal e de Fauna Bravia refere-se aos mangais como áreas de reprodução para crustáceos e outras espécies marinhas. Entretanto, a Lei da Pesca e os Regulamentos de Pesca Marítima não consideram essas áreas (Slobodian & Badoz, 2020). Portanto, as fragmentações nas políticas referentes ao uso dos mangais colocam em causa a protecção do mangal, sendo que cada um dos sectores desenha-as de acordo com sua percepção sobre os mangais.

A organização interna, no que respeita a gestão dos recursos naturais, concede maior autoridade às instituições vinculadas ao ambiente, em relação as medidas de protecção e conservação ambiental. No país, a gestão dos mangais está sob tutela de instituições nacionais, sendo o Ministério da Terra e Ambiente (MTA) o órgão máximo, que desenha políticas e orienta os diversos programas de gestão ambiental em diversas áreas incluindo a dos mangais. As restantes instituições nacionais que estão envolvidas na gestão dos mangais são: Administração Nacional das Áreas de Conservação (ANAC); Agência Nacional para o Controlo da Qualidade Ambiental (AQUA); Ministério do Mar Águas Interiores e Pescas; Instituto Nacional da Marinha (INAMAR);

Comunidades Locais; Organizações da Sociedade Civil e as Instituições de Investigação (Macamo & Siteo, 2017). Em Moçambique as estratégias para protecção e restauração dos ecossistemas costeiros e principalmente dos mangais tendem a intensificar-se, por meio de desenho de políticas, aplicação da legislação ambiental, programas nacionais e internacionais, e práticas sustentáveis ao ambiente costeiro. Existem vários documentos elaborados no âmbito de protecção do ecossistema de mangal, como as Estratégias e Planos Nacional de Ação para Restauração de Mangal 2015-2020 e 2020-2024 que são instrumentos elucidativos da realidade do mangal em Moçambique e das estratégias para gestão e restauração.

### 2.3.8. Sensoriamento Remoto

Correia (2007), define sensoriamento remoto como o processo de aquisição de informação de objectos, áreas ou fenómenos, sobre ou próximos da superfície terrestre, por um sensor de radiação electromagnética colocado acima desta superfície. Compreende a detecção, aquisição e análise da energia electromagnética emitida ou reflectida pelos objectos terrestres e que essa mesma energia electromagnética é registada por sensores remotos (Moraes, 2004).

Os sensores são instrumentos especializados que tornaram possível a colecta de informação sobre um objecto ou uma área geográfica a partir de uma grande distância, sendo que estes podem ser colocados a bordo de aeronaves (Fotografias aéreas) ou satélites (imagens satélites). Sob condições controladas, os sensores podem fornecer informações sobre a localização geográfica, altitude, propriedades da vegetação, tipo de uso da terra, temperatura da superfície, humidade do solo, profundidade do oceano, entre outras (Jensen, 2000). É chamado de satélite todo objecto que gira em torno de outro objecto. A figura 2 mostra o processo de obtenção de dados da superfície terrestre pelos sensores a bordo dos satélites.

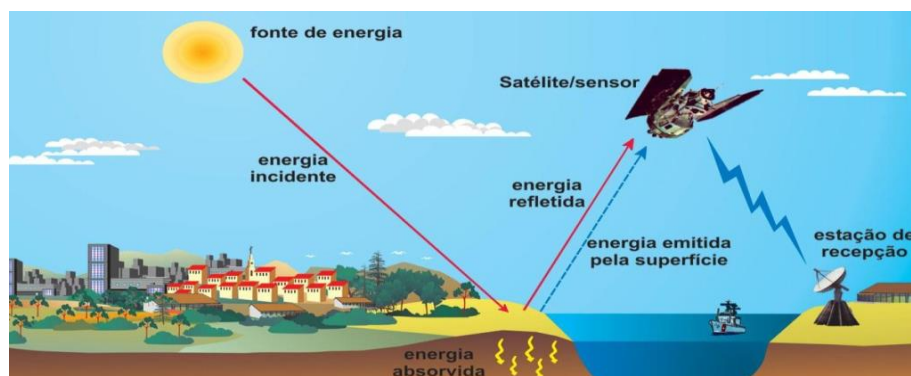


Figura 7.Obtenção de imagens por teledetecção (Adenilson Geovanini,2013)

A imagem satélite apresenta um formato digital e a sua interpretação e análise dependem de recursos computacionais. É formada por pequenas células individualmente conhecidas como pixéis, o conjunto de pixéis fornece todas as informações que compõem uma imagem completa, o pixel é indivisível e o seu valor integra todo o feixe de luz proveniente da parcela do solo ou alvo que corresponde ao mesmo (Melo et al., 2004). A dimensão do pixel define a resolução espacial da imagem, quanto menor a sua dimensão, maior é a resolução espacial da imagem, e conseqüentemente maior é a capacidade de distinguir e definir alvos pequenos. Imagem de satélite é uma imagem da totalidade ou de parte da Terra. As imagens de satélite proporcionam uma visão sinóptica e multi-temporal de extensas áreas da superfície terrestre. A imagem de satélite é obtida de forma remota a partir de sensores acoplados a satélites artificiais. Os sensores são as “máquinas fotográficas” dos satélites. (Sarmiento e Zacharias, 2013). Eles podem ser passivos, ou seja, utilizam a Radiação Electromagnética (REM) natural reflectida ou emitida a partir da superfície terrestre, ou activos, utilizando a REM artificial, produzida por radares instalados nos satélites).

A REM é definida como a propagação de energia, por meio de variação temporal dos campos eléctrico e magnético da onda portadora (Sarmiento e Zacharias, 2013). Espectro electromagnético são as regiões espectrais da REM conhecidas pelo homem. As faixas do espectro electromagnético referem-se aos seguintes intervalos de comprimentos de onda: visível, infravermelho próximo médio, termal e microondas, como se pode observar na figura 3. (Sarmiento e Zacharias, 2013), referem ainda que a faixa de comprimento de onda da REM é praticamente ilimitada. O espectro electromagnético conhecido se estende dos comprimentos de onda dos raios cósmicos aos comprimentos de corrente alternada emitida pelas redes de alta tensão.

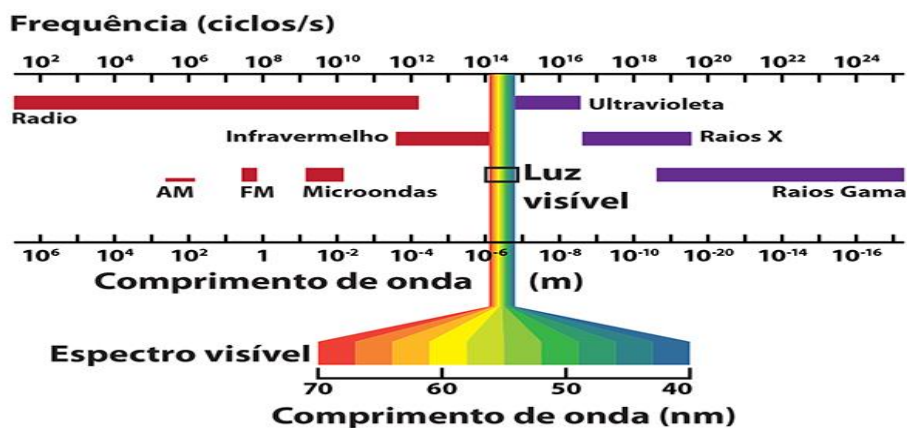


Figura 8. Espectro electromagnético segundo o comprimento de onda

### **2.3.9. Mapeamento e Sistemas de Informações Geográficas (SIG)**

O mapeamento é o processo de criação de representações gráficas de áreas geográficas, normalmente na forma de mapas. Esses mapas podem mostrar características naturais, como rios e montanhas, ou construções humanas, como estradas e cidades. O objectivo é representar de forma visual e precisa informações sobre uma região específica (Silva, 2018). Um exemplo específico de mapeamento é o mapeamento de cobertura vegetal, que envolve a identificação, classificação e monitoramento das diferentes formas de vegetação em uma área. Esse tipo de mapeamento é crucial para o estudo de ecossistemas, planejamento ambiental e monitoramento de mudanças no uso do solo. Técnicas como a análise de imagens de satélite e o uso de SIG são amplamente utilizadas para mapear a cobertura vegetal, permitindo a detecção de mudanças na vegetação ao longo do tempo, como o desmatamento e a regeneração natural (Pereira & Souza, 2019). Além disso, o mapeamento de cobertura vegetal é essencial para a gestão de recursos naturais, conservação da biodiversidade e mitigação das mudanças climáticas (Ferreira, 2020).

Os Sistemas de Informações Geográficas (SIG) são ferramentas essenciais para o mapeamento moderno. Eles combinam software e dados geográficos para capturar, armazenar, analisar, gerenciar e exibir informações sobre locais e eventos espaciais. Um SIG permite que os usuários visualizem, interpretem e compreendam padrões e relacionamentos geográficos de maneira mais eficiente (Oliveira & Santos, 2020).

Um SIG é composto por diversos componentes inter-relacionados, incluindo hardware, software, dados geográficos, pessoas e métodos. O hardware inclui computadores, servidores, GPS, scanners e outros dispositivos usados para colectar, armazenar e processar dados (Ferreira, 2019). O software abrange programas que processam dados geográficos, como ArcGIS, QGIS e ERDAS Imagine (Martins, 2021). Os dados geográficos são as informações espaciais e não espaciais que o sistema usa, como coordenadas geográficas, imagens de satélite e dados tabulares (Pereira, 2017). As pessoas são os usuários e especialistas que operam o sistema e interpretam os dados (Almeida, 2018). Já os métodos se referem aos processos e técnicas para colectar, armazenar, analisar e apresentar dados geográficos (Gomes, 2022).

As funcionalidades de um SIG incluem a captura de dados, o armazenamento de dados, a análise espacial, a visualização e a consulta e recuperação de dados. A captura de dados refere-se à colecta de informações geográficas e tabulares (Costa, 2019). O armazenamento de dados envolve a

organização e arquivamento dos dados em bancos de dados geográficos (Ribeiro, 2020). A análise espacial permite examinar relações e padrões espaciais, como sobreposições, distâncias e distribuição (Lima, 2016). A visualização envolve a criação de mapas, gráficos e outras formas visuais para apresentar os resultados das análises (Silva, 2018). Finalmente, a consulta e recuperação possibilita pesquisar e recuperar dados específicos dentro do sistema (Moura, 2021).

Seus benefícios incluem precisão e eficiência, tomada de decisão informada e economia de tempo e custo (Silva, 2018). A precisão e eficiência se refletem na maior precisão na captura e análise de dados geográficos (Lima, 2016). A tomada de decisão informada melhora a qualidade das decisões ao fornecer insights detalhados sobre questões geográficas (Pereira, 2017). A economia de tempo e custo se dá pela automatização de tarefas complexas, reduzindo a necessidade de trabalho manual intensivo (Almeida, 2018).

### **2.3.10. Cálculo do índice de acurácia**

A acurácia de uma classificação temática pode ser expressa a partir da elaboração de uma matriz de erros ou também conhecida como matriz confusão e de contingência. Essa matriz compara, classe a classe, e o relacionamento entre os dados de referência conhecidos (verdade de campo) e os correspondentes resultados de uma classificação automática, expressando, desta forma, a maioria das características sobre o desempenho da classificação, esta é a maneira mais efectiva de expressar a qualidade, mostrando para cada classe os erros de inclusão e omissão (Lillesand et al., 2004). Assim, o índice de acurácia Kappa pode ser determinado usando a seguinte equação (1):

Equação 1:

$$\kappa = \frac{P_o - P_e}{1 - P_e}$$

**Onde:**

K= Coeficiente de concordância Kappa;

Po = Proporção de unidades (Pontos de referência) que concordam isto é, obtém-se dividindo o número de pixéis que concordam pelo número total de pixéis.

Pe = Proporção de elementos atribuídos a cada classe ao acaso, isto é, corresponde ao produto da linha e da coluna dessa classe na matriz de confusão.

	1	2	K	Total da linha (ni+)
1	n11	n12	n1k	n2+
2	n21	n22	n2k	n2+
K	nk1	nk2	Nkk	nk+
Total da coluna (n+j)	n+1	n+2	n+k	N

$n_{i+} = \sum_{k=1}^K n_{ij}$ , Corresponde ao número de amostras classificadas na categoria “i” na classificação digital e,  $n_{+j} = \sum_{i=1}^K n_{ij}$ , Corresponde ao número de amostras classificadas na categoria “j” no conjunto de dados de referência. Após ter sido determinado o índice de acurácia Kappa é necessário determinar a exactidão ou precisão global (Lillesand et al., 2004), que é a estimativa da proporção de acerto global dos classificadores e é calculada a partir da soma dos valores da diagonal principal (pixéis correctamente classificados) dividida pelo total da amostra na matriz de erros (Russel et al., 2009).

### Classificação do Índice Kappa (K)

Tabela 4. Classificação do índice kappa

Índice Kappa	Qualidade de classificação
[0.00-0.20[	Má
[0.20-0.40[	Razoável
[0.40-0.60[	Boa
[0.60-0.80[	Muito Boa
[0.80-1.00[	Excelente

## 2.4. Marco Referencial

Pesquisas sobre a expansão urbana nos mangais têm revelado impactos profundos e duradouros, especialmente em regiões costeiras de países em desenvolvimento, como Moçambique. Segundo Blasco et al.(1996), num estudo compilado em “Mangrove Ecosystems: Function and Management”, os autores concluem que a destruição directa dos mangais para a construção de infraestrutura urbana resulta em uma perda significativa de biodiversidade e degradação de serviços ecossistêmicos vitais. Eles destacam que a expansão urbana rápida e descontrolada em regiões do Sudeste Asiático e América Latina tem levado à conversão de vastas áreas de mangais

em zonas urbanas e industriais, afectando negativamente tanto o ambiente quanto as populações locais que dependem desses ecossistemas. Rajesh P. Rastogi (2011), no livro “Mangroves: Ecology, Biodiversity and Management”, explora como a urbanização costeira na África Austral tem levado à fragmentação dos mangais, especificamente em Moçambique, Tanzânia e África do Sul. Rastogi afirma que a poluição das áreas urbanas, a alteração dos regimes hidrológicos e a pressão crescente de construção são os principais factores que ameaçam a integridade desses ecossistemas cruciais para a biodiversidade e para as comunidades locais.

No contexto nacional, Silva & Massingue (2016), afirmam que a expansão urbana nas cidades costeiras, como Maputo e Beira, tem resultado na perda acelerada de mangais. Eles concluem que a construção de habitações e infraestrutura urbana, aliada à falta de um planeamento urbano sustentável, está contribuindo para a degradação desses ecossistemas essenciais. Além disso, para Ferreira et al. (2017), no estudo sobre Impactos da Urbanização nos Mangais de Maputo publicado no *Journal of African Environmental Studies*, destacam que a urbanização ao longo da Costa do Sol, em Maputo, tem causado danos irreversíveis aos mangais, com implicações não apenas ambientais, mas também sociais e económicas, devido à dependência das comunidades locais de recursos provenientes dos mangais para suas atividades de pesca e coleta. Gomes & Santos (2018), enfatizam que a conversão de áreas naturais em terrenos urbanos tem aumentado a poluição e a pressão sobre os mangais, comprometendo suas funções ecológicas de protecção costeira e sustentação de biodiversidade. Eles concluem que é fundamental adotar práticas de urbanização sustentável para proteger esses ecossistemas e garantir a resiliência das comunidades costeiras. Um estudo de caso realizado na província de Maputo concluiu que a expansão urbana descontrolada está invadindo áreas de mangais e outro ainda realizado pela Universidade Eduardo Mondlane revelou que entre 2000 e 2015, houve uma redução significativa nas áreas de mangais devido à conversão para uso urbano (Massingue, 2017). A cidade da Beira, frequentemente afectada por ciclones, depende dos mangais para protecção costeira, pesquisas mostram que a urbanização tem comprometido essa protecção natural, aumentando a vulnerabilidade da cidade a desastres naturais (Guerreiro, 2015).

## CAPÍTULO III.METODOLOGIA

Neste capítulo, são apontados os aspectos metodológicos da pesquisa, com ênfase nos seguintes tópicos: Área de estudo; Tipo de estudo e desenho da pesquisa; População e amostra; Técnicas e instrumentos de recolha de dados; Aplicação de inquéritos,e Tratamento de dados.

### 3.1.Área de estudo

O bairro da Costa do Sol situa-se no Distrito Municipal KhaMavota que compreende um território formado pela Cidade de Maputo, entre as latitudes 25° e 55° e 25° 51' Sul e as longitudes 32° 36' 32° 41' Este. A norte limita se com bairro de Muntanhana, a Oeste e Noroeste com os bairros de Albazine, 3 de Fevereiro e Laulane, a Sudoeste com o bairro Ferroviário, a Sul com os bairros Polana caniço “A” e “B”, e a Este com o canal de Moçambique (Siteo, 2015). O bairro do Costa do Sol é uma das zonas mais povoadas da capital do país, ocupando uma área de mais de 950 mil hectares divididos em 30 quarteirões.

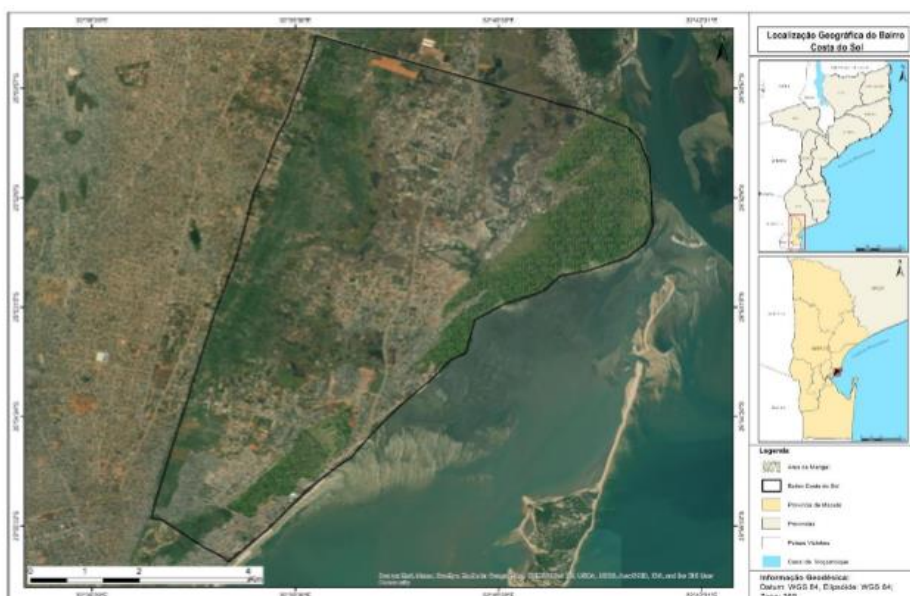


Figura 9.Mapa geográfico do bairro da costa do sol (CENACARTA,2021)

O bairro é constituído pela a seguinte organização hierárquica: (i) secretário do bairro (é a estrutura máxima do bairro, liderando todo o bairro e todas as áreas relacionadas ao desenvolvimento do bairro), (ii) chefes dos quarteirões (lidera os quarteirões do bairro e presta contas ao secretário do bairro) e (iii) chefes de 10 casas (lidera as 10 casas dentro do quarteirão e presta contas ao chefe do quarteirão). Residem no bairro um total de 31.507 habitantes, dos quais 15.133 homens e 15.374

mulheres com diferentes níveis sociais (baixa, média e alta) (Censo Geral da População e Habitação,2017). A pesca, agricultura e o comércio representam as principais actividades económicas praticadas no bairro.

O bairro da Costa do Sol possui um número de infraestruturas, que permitem que os residentes locais tenham acesso aos principais serviços básicos (saúde, educação, água, eletricidade). No que se refere a infraestruturas educacionais, o bairro da Costa do Sol, possui uma escola do ensino secundário geral e três escolas primárias do ensino básico (do 1º ao 7º ano de escolaridade). Para o acesso aos cuidados de saúde, o bairro possui um centro de saúde, que serve para prestar assistência aos residentes locais. Possui igualmente, um posto de abastecimento de água da região sul, que abastece água canalizada à maior parte dos habitantes em suas residências. Outras infraestruturas de maior destaque nos últimos anos no bairro da Costa do Sol são indústrias hoteleiras instaladas à beira da praia.

### **3.2. Tipo de estudo e desenho da pesquisa**

Para avaliar os impactos ambientais da expansão urbana sobre os mangais do bairro Costa do Sol, foi adotada uma abordagem metodológica mista, integrando métodos quantitativos e qualitativos, com um desenho de pesquisa descritivo. Essa combinação permitiu à pesquisadora uma compreensão mais ampla e aprofundada da problemática em estudo.

A vertente quantitativa consistiu na recolha e análise de dados numéricos e mensuráveis. Especificamente, foi realizado o mapeamento da expansão urbana entre os anos de 2000 e 2020, utilizando técnicas de sensoriamento remoto, sistemas de informação geográfica (SIG), bem como ferramentas como o Orfeo ToolBox (OTB) e o classificador de vetores de suporte (SVM). A análise estatística subsequente permitiu identificar correlações entre o avanço urbano e as alterações nos ecossistemas de mangal, como a perda de habitat e degradação ambiental.

Por outro lado, a vertente qualitativa teve como objetivo compreender as percepções, atitudes e experiências das comunidades locais e outros atores relevantes. Para tal, foram realizadas entrevistas semi-estruturadas com moradores da região e demais partes interessadas, permitindo compreender os impactos percebidos da expansão urbana sobre os mangais, sob a ótica daqueles diretamente afetados.

### 3.3. População e amostra

O universo populacional considerado neste estudo foi de 31.406 habitantes. A amostra foi definida por meio de uma amostragem probabilística aleatória simples, garantindo que todos os indivíduos da população tivessem igual probabilidade de serem selecionados. Para o cálculo do tamanho da amostra, utilizou-se a fórmula ajustada para populações finitas, a fim de assegurar representatividade, mesmo diante de um número total limitado.

A recolha dos dados foi realizada nas residências, ruas adjacentes ao mangal e instituições relacionadas ao meio ambiente. O total de entrevistados foi de 35 pessoas, distribuídas da seguinte forma:

- Pescadores:  $n = 19$
- Residentes do bairro Costa do Sol:  $n = 11$
- Ambientalistas:  $n = 4$
- Gestores da área do ambiente da cidade de Maputo:  $n = 1$

O grupo de Ambientalistas incluiu indivíduos com atuação diversa no setor ambiental, como docentes universitários, funcionários de instituições públicas e membros de organizações não governamentais que desenvolvem atividades na área ambiental.



Figura 10. Entrevista aos moradores e pescadores do bairro da costa do sol

Fonte: Autora

### **3.4. Técnicas e instrumentos de recolha de dados**

Para o mapeamento foram utilizadas 3 imagens de satélites correspondentes ao horizonte temporal de 20 anos, numa série que partiu desde 2000, 2010 até 2020 para compreender os processos de mudança de uso e cobertura de terra com enfoque no Mangal na região do bairro da Costa do Sol – Maputo. Para o efeito, fez-se a aquisição das imagens satélites a partir do USGS (Serviço Geológico dos Estados Unidos). Para os anos 2000 e 2010 baixou-se imagens utilizando sensores a bordo do LandSat 5, devido à sua capacidade de captar imagens multiespectrais em sete bandas, incluindo visível, infravermelho próximo, infravermelho de ondas curtas e infravermelho térmico e para o ano de 2020 baixou-se imagens utilizando sensores a bordo do LandSat 8, que é equipado com o sensor OLI (Operational Land Imager), que fornece 9 bandas espectrais, e o TIRS (Thermal Infrared Sensor), que oferece duas bandas térmicas.

Esses sensores apresentam melhor qualidade radiométrica, maior número de bandas, e uma resolução espacial mais refinada em comparação com os sensores do Landsat 5. A escolha de imagens do Landsat 5 para os anos 2000 e 2010 e do Landsat 8 para 2020 é baseada tanto na disponibilidade dos satélites quanto na melhoria das capacidades tecnológicas, garantindo a continuidade e a qualidade das análises ao longo das décadas.

Para evitar interferência das nuvens, procurou-se fazer aquisição das imagens em datas de céu aberto para que assim melhorasse a precisão nas observações durante o processo de mapeamento.

O primeiro passo para alcançar o objectivo do mapeamento foi fazer a correção atmosférica das imagens satélites, que consiste no tratamento de imagens de satélite, como aquelas capturadas pelos satélites Landsat, que visa remover ou minimizar os efeitos da atmosfera terrestre sobre os dados colectados. Esses efeitos atmosféricos incluem a dispersão da luz e a absorção de radiação solar pelas partículas e gases presentes na atmosfera, como poeira, vapor d'água e aerossóis, que podem distorcer as informações espectrais obtidas. Ao fazer-se a correção atmosférica excluiu-se as bandas cromáticas nas imagens do satélite LandSat 8 (banda 10 e 11), tendo obtido como resultado 7 bandas. Para o LandSat 5 não houve necessidade de se excluir as bandas cromáticas pois estas são inexistentes. Fez-se a correção atmosférica para todas as bandas utilizando o software QGIS versão 3.28.4, tendo sido utilizado o mesmo software para todo o processo de mapeamento. Imediatamente, após a correção atmosférica fez-se a composição de bandas em que consistiu na

união das diferentes bandas do satélite para obter uma imagem colorida para permitir uma melhor visualização e classificação mediante as diferentes reflectâncias do uso e cobertura de terra. Na composição falsa de cores para as imagens dos três anos utilizou-se a ordem 5,4,3, em que o 5 corresponde a reflectância da vegetação (cor vermelha), o 4 reflectância do solo (tons castanhos escuros) e o 3 reflectância da água (cor azul escuro, branco).

Para a efectivação do mapeamento utilizou-se o plugin OTB (Orfeo ToolBox) a partir do QGIS e para a validação do modelo utilizou-se a máquina SVM (Support Vector Machine) que é uma máquina de aprendizado amplamente utilizada para classificação e regressão, esta se baseia na construção de um modelo que separa os dados em diferentes classes com a máxima margem de separação, onde através dele tornou-se possível extrair a matrix confusão podendo determinar a exactidão global e o respectivo índice Kappa (Índices de acurácia de modelos). Para o mapeamento, criou-se polígonos que serviram como amostras para cada classe de classificação e com o tamanho da área foi possível discriminar até 6 classes de uso e cobertura de terra, dentre elas (**Mangal, Solo exposto, Corpos de água, Vegetação alagada, Infraestruturas e Outro tipo de vegetação**). Assim, através da máquina de aprendizado SVM foi possível predizer os modelos

Para realizar o cálculo da relação das áreas em hectares para os três mapas com seis classes de classificação de imagens, inicialmente, foi realizada a projeção dos dados raster (imagens) para o sistema de coordenadas UTM, zona 36 Sul, utilizando o sistema de referência geodésico WGS84. A escolha pela projeção UTM se justifica por sua capacidade de minimizar distorções em áreas relativamente pequenas, como as representadas pelos mapas em questão, garantindo a precisão dos cálculos de área. Em seguida, as imagens raster classificadas foram convertidas em arquivos shapefile (polígonos), este processo gerou polígonos correspondentes a cada classe de classificação, permitindo uma análise espacial mais detalhada. Para essa conversão, foram utilizadas ferramentas como “Raster to Polygon” disponíveis em softwares SIG como QGIS e ArcGIS, assegurando que os shapefiles mantivessem a projeção UTM previamente aplicada.

Com os polígonos gerados, foi possível calcular a área de cada classe de classificação para cada mapa. O cálculo foi realizado adicionando-se um novo campo à tabela de atributos do shapefile, no qual foi armazenada a área de cada polígono. Para conversão das áreas para hectares foi usada

a seguinte  
Equação 2: 
$$\text{Área (hectares)} = \frac{\text{Área (m}^2\text{)}}{10,000}$$
 equação (2):

Este cálculo foi executado automaticamente no SIG, utilizando funções nativas como "Calculate Geometry" ou "Field Calculator". Posteriormente, a tabela de atributos do shapefile, contendo as áreas calculadas para cada classe, foi extraída e exportada para um arquivo Excel, que facilitou a organização e análise dos dados, permitindo a comparação entre as áreas das diferentes classes para cada mapa. Finalmente, com os dados organizados em Excel, foi possível realizar análises comparativas e agregar as áreas de interesse conforme a necessidade do estudo.

### **3.5. Aplicação dos questionários**

Foram aplicados 2 inquéritos, sendo um para os residentes, pescadores e membros de associações ambientalistas e, outro, para o representante da autoridade governamental da área do ambiente-responsável do Departamento da Área de Vereação do Ambiente e Salubridade da cidade de Maputo. Cada inquérito comportou um número de 5 a 6 questões. Comumente, em circunstâncias metodológicas de inquérito, existem três tipos de questões: fechadas, abertas e mistas. O estudo optou por usar os três tipos de questões nos dois inquéritos. As questões fechadas, despertaram os inquiridos sobre conteúdos do assunto questionado, direcionando-lhes para a escolha de alternativas mais justas ao seu ponto de vista, sendo que neste tipo de questões, “o entrevistado deve responder à alternativa que mais se ajusta às suas características” (Richardson, 2015). No entanto, o tipo de questões fechadas utilizadas no estudo consistiu em: questões com alternativas dicotómicas, cujas alternativas de resposta consistem no “Sim-Não”; questões com alternativas de respostas múltiplas (Bom, Não bom e Desconhece) e, por último, questões com alternativas de respostas hierarquizadas (Uma a duas vezes, três a quatro vezes e Todos os dias). As questões abertas são as que mais possibilitam ao pesquisador obter diferentes opiniões em relação a um determinado caso, dada a liberdade conferida aos inquiridos. As questões abertas presentes no questionário serviram para conhecer na íntegra os níveis de percepção dos inquiridos sobre o mangal. De igual modo, foram aplicadas questões mistas, com a combinação de perguntas abertas e fechadas. Neste tipo de questão foi incluída a categoria “outro”. Esta possibilitou a exploração de mais respostas por parte do entrevistado, concedendo-lhe poder de expressar outras opiniões além das já contidas no questionário.

Quanto ao conteúdo das questões, os questionários podem conter: questões sobre factos, questões sobre atitudes; questões sobre comportamentos, perguntas de sentimentos, perguntas sobre padrões

de acção; perguntas referentes a razões conscientes de crenças, sentimentos, orientações ou comportamentos (Gil, 2016). Tratando-se de um estudo de caso, “mangal” cujo objectivo centra-se em avaliar o impacto da expansão urbana sobre os mangais, as percepções de diferentes grupos acerca do valor que estes atribuem ao mangal, bem como os serviços ecossistêmicos que este proporciona, optou-se pelo uso das questões sobre factos e estes contemplam igualmente, questões sobre atitudes, questões sobre comportamentos; perguntas de sentimentos, etc. Adicionalmente à aplicação dos inquéritos por questionário, foram anotados e incluídos nos resultados para análise, quaisquer comentários que os inquiridos tenham desejado partilhar no âmbito dos temas em questionamento.

### **3.6. Tratamento de dados**

Os métodos estatísticos e a técnica de análise de conteúdo tornaram-se parte do tratamento de dados, por serem de carácter quantitativo e qualitativo e englobarem mais elementos sendo a comparação um deles. Este foi usado para quantificar o número de indivíduos entrevistados, organizá-los em categorias de acordo com respostas fornecidas. E foi sustentado por ferramenta de estatísticas descritiva simples, como a média aritmética e o desvio padrão. A média aritmética, é utilizada para confrontar todos os dados obtidos entre os grupos e encontrar maior estabilidade das respostas fornecidas por estes, tendo em conta o objectivo geral do estudo, e o desvio padrão se apresenta como medida de maior estabilidade entre os grupos ilustrando o nível de realidade de cada grupo alcançado pela pesquisa em determinadas dimensões.

Dentre o grupo de inqueridos, pescadores, residentes, membros de associações ambientalistas e autoridades que tutelam a área do ambiente, viu-se necessário ter em conta as suas posições em relação ao mangal: a exploração, valor económico, social e ambiental do mangal, e outras variáveis inclusas no questionário. Para a descrição objectiva, sistemática e quantitativa do conteúdo destes grupos, as categorias de idade, sexo, nível académico e profissão tornaram-se essenciais para a comparação de suas respostas. Inclui-se na análise de conteúdo a comparação das mensagens ou respostas dos grupos inqueridos e o impacto de cada resposta, no caso deste estudo, viu-se importante comparar mensagens dos pescadores, residentes, membros de associações ambientalistas sobre o mesmo questionário.

### **3.7.Limitações da metodologia**

- Os participantes podem ter fornecido respostas influenciadas por seus conhecimentos prévios ou percepções pessoais sobre os impactos da urbanização;
- A expansão urbana é um processo dinâmico e os resultados podem refletir a situação no momento da coleta de dados;
- A amostra pode ser distorcida se as áreas mais afastadas ou menos envolvidas no processo de urbanização não forem adequadamente cobertas.

## CAPÍTULO IV. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### Breve introdução

Neste capítulo apresentam-se os dados recolhidos no campo, a sua respectiva análise e resultados obtidos. Este é um dos capítulos mais importantes da pesquisa visto que com ele chegamos ao alcance dos objectivos da monografia.

#### 4.1. Análise comparativa dos mapas da costa do sol (2000,2010,2020)

Olhando para os mapas descritos na figura 6, do Bairro da Costa do Sol referentes aos anos 2000, 2010 e 2020, observa-se uma clara dinâmica de mudanças no uso e cobertura do solo. Em 2000, a cobertura de mangal (representada em verde escuro) estava distribuída ao longo da costa nas áreas litorâneas.

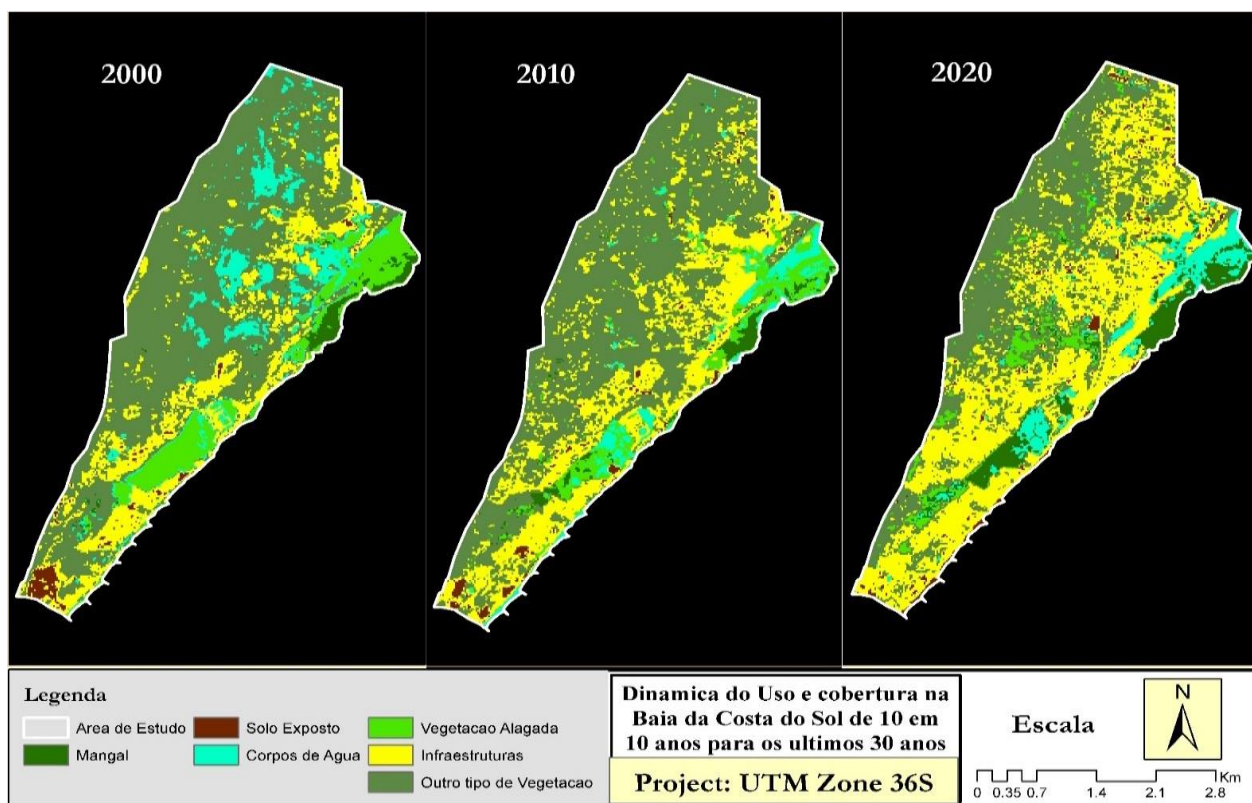


Figura 6. Alteração da cobertura do solo para os anos 2000,2010,2020.

Fonte: Qgis, 2024

No entanto, ao observar o mapa de 2010, nota-se um pequeno aumento dessas áreas, particularmente nas regiões ao norte e leste, em 2020, essa tendência de aumento continua, com

uma área considerável de florestas de mangal, indicando um aumento desse ecossistema ao longo do tempo, o que pode estar relacionado a factores hidrológicos, como níveis de água, fluxos de água doce, controle da salinidade, sedimentação, precipitação e recarga de lençóis freáticos. No estudo realizado por Murtugudde et al. (2007) observou-se que o aumento das precipitações em áreas de mangal ao longo da costa de Bangladesh contribuiu directamente para a recuperação de mangais, com a regeneração da vegetação nativa em áreas previamente degradadas. Esse estudo indica que, quando as condições climáticas e hidrológicas, como a distribuição e intensidade das chuvas, favorecem os mangais, há um aumento no crescimento e na cobertura vegetal. Em particular, a deposição de sedimentos em áreas costeiras contribuiu significativamente para a recuperação do habitat, oferecendo as condições ideais para o desenvolvimento da vegetação de mangal. Outro exemplo relevante pode ser encontrado no estudo de Gilman et al. (2008), que mostrou que o aumento do nível de água, especialmente em áreas de mangais expostas ao aumento do nível do mar, teve um efeito positivo em muitas regiões, como as Filipinas e as Ilhas Marshall, este estudo indicou que o aumento da deposição de sedimentos, transportados por correntes marítimas e estuarinas, contribuiu para a regeneração de áreas de manguezais, além de melhorar a resiliência e a resistência do ecossistema a tempestades e outros eventos climáticos.

O mesmo cenário de aumento foi verificado num estudo sobre a “Análise da Dinâmica de Cobertura Florestal do Mangal do Posto Administrativo de Morrumbene, entre os Anos de 1998-2018” onde o mangal teve um aumento de 1503.63 ha (1998) para 1562.58 ha (2018) de cobertura florestal do mangal no período de 20 anos. Esses estudos demonstram que a recuperação dos mangais não é um fenómeno isolado, mas sim um processo que depende de uma série de factores hidrológicos interligados. Quando esses factores são restaurados ou mantidos em um equilíbrio favorável, como o aumento da precipitação, a melhoria do fluxo de água doce e a deposição de sedimentos, os mangais têm uma margem considerável de recuperação.

Em contrapartida, um estudo feito no estuário dos Bons Sinais sobre a avaliação da cobertura da floresta do mangal, mostrou que a área total da floresta do mangal reduziu entre os anos de 2005 a 2015, e que a redução estava relacionada com os maiores índices de abate do mangal verificada na área de estudo assim como a ocupação por parte de populações nas áreas de mangal (Opinincal, 2016). O mesmo cenário não se difere muito com os resultados encontrados no estudo realizado por Cambula (2015) ao fazer análise multitemporal da dinâmica de cobertura do mangal entre os

anos 1990-2014, onde verificou uma redução de cobertura de mangal no Estuário do Limpopo, tendo associado essa tendência ao facto de haver influência de factores antropogênicos aos ecossistemas dos mangais tendo tido como factor agravante as cheias do ano 2000 na Província de Gaza.

A vegetação alagada (verde claro), em 2000, estava presente em grandes áreas, principalmente nas regiões centrais e ao sul, este cenário pode estar associado as cheias que se fizeram sentir no ano de 2000 entre os meses de Fevereiro e Março, essa ocorrência se alinha ao efeito das enchentes sazonais sobre áreas úmidas, como reportado por Sahoo et al. (2015), que descrevem o impacto directo de inundações na expansão temporária de áreas alagadas. No entanto, o mapa de 2010 revela uma diminuição dessas áreas, sugerindo uma substituição parcial por outras classes de uso do solo, como infraestrutura ou solo exposto. Em 2020, a vegetação alagada continua a se retrair, ocupando uma área menor em comparação aos anos anteriores, o que pode estar associado a alterações no regime hídrico e ou ao avanço das actividades humanas.

O solo exposto (castanho), em 2000, estava concentrado em uma pequena área, ao sul da área de estudo. Contudo, nos mapas de 2010 e 2020 observa-se uma redução notável de solo exposto, o que sugere uma perda de vegetação natural e ou aumento das actividades de construção. Um estudo feito por Gonçalves et al. (2016), afirma que a urbanização frequentemente leva à substituição de solo exposto por construções, promovendo também a perda de áreas naturais.

Os corpos de água (azul ciano), em 2000 estavam bem distribuídos pela área de estudo. No entanto, em 2010, são visíveis pequenas variações nesses corpos de água, com algumas áreas reduzidas, possivelmente devido a drenagens ou mudanças na gestão da água. Em 2020, há um leve aumento adicional nos corpos de água, especialmente nas proximidades dos mangais.

As infraestruturas (amarelo) eram limitadas em 2000, cobrindo poucas áreas. Entretanto, em 2010, a expansão das infraestruturas torna-se evidente, especialmente ao longo das principais vias. Em 2020, essa expansão continua, com ocupação mais densa e abrangente, reforçando a tendência de urbanização crescente na região. Esse crescimento contínuo até 2020 reforça a tendência de urbanização que, segundo Souza et al. (2018), promove a expansão de áreas urbanas em detrimento

de zonas naturais. Esse estudo enfatiza a sua análise de que o avanço de infraestruturas intensifica a pressão sobre a cobertura vegetal original.

Por fim, outro tipo de vegetação (verde militar), que cobria grandes áreas em 2000, também mostra sinais de redução ao longo dos anos. Em 2010, essa vegetação ainda está presente, mas algumas áreas já foram substituídas por infraestrutura e ou solo exposto. Em 2020, a cobertura continua a diminuir, à medida que mais áreas são convertidas para outros usos, impactando a biodiversidade local, corroborando com o estudo de França et al. (2018) que enfatizam que o processo de uso e ocupação do solo tem sido intensificado pelo surgimento de novas habitações, os quais ocasionam intenso desmatamento de grandes áreas.

#### **4.2. Análise do mapa da costa do sol (2024)**

No mapeamento do uso e cobertura do solo para o ano de 2024, que pode ser observado na figura 7, as classes de mangais (verde escuro), corpos de água (corpos de água), solo exposto (castanho) e infraestruturas (amarela), registraram aumento e a vegetação alagada (verde claro) e outro tipo de vegetação (verde militar) registraram redução, continuando assim, com as mesmas tendências dos anos anteriores.

A análise dos mapas de uso e cobertura do solo da Baía da Costa do Sol, entre 2000 e 2024, revela importantes tendências relacionadas à dinâmica ambiental e ao impacto humano. A área de mangal apresentou aumento ao longo do período, estudos como o de Alongi (2012) evidenciam a capacidade dos mangais de se regenerarem quando ações de proteção são implementadas, sugerindo que a recuperação local pode estar associada a programas governamentais e apoio de organizações ambientais.

Em contraste, as infraestruturas urbanas registraram expansão significativa, substituindo áreas naturais e solo exposto, indicando o avanço da urbanização desordenada. Essa transformação, frequentemente associada à atratividade econômica das áreas costeiras, é uma das principais causas de degradação ambiental, segundo Seto et al. (2012), levando à perda de biodiversidade e à alteração dos serviços ecossistêmicos.

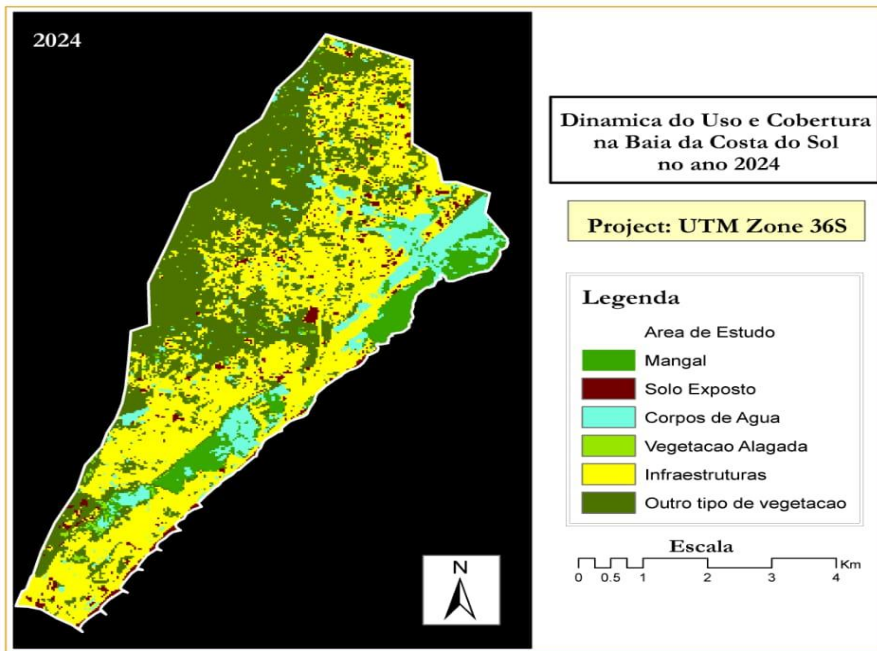


Figura 7. Alteração da cobertura do solo para o ano de 2024 (Qgis, 2024)

A vegetação alagada sofreu uma redução expressiva, atribuída à conversão para infraestruturas e alterações no regime hídrico local. Áreas alagadas, como destacam Mitsch e Gosselink (2015), são vulneráveis às ações humanas e mudanças climáticas, sendo susceptíveis a perdas irreversíveis se não forem protegidas. De forma similar, outros tipos de vegetação também diminuíram, indicando a pressão constante de actividades humanas, como agricultura e expansão urbana, conforme observado por Massuanganhe et al. (2015). Por outro lado, os corpos de água apresentaram um aumento, possivelmente devido à criação de canais artificiais, reservatórios ou impactos do aumento do nível do mar. O solo exposto cresceu significativamente, refletindo processos de desmatamento e preparo de terrenos para construção.

#### 4.3. Análise comparativa das áreas (hectares) ocupadas pelas classes

Para a classe de mangais, observou-se através da tabela 9, um aumento significativo na área entre 2010 e 2020. Os dados refletem uma expansão de 66,7931 hectares em 2010 para 205,053 hectares em 2020, e para 2024 um aumento de 208.0622 hectares, sugerindo uma recuperação ou aumento da área de mangais. Quanto ao solo exposto, houve um crescimento na área de 49,7716 hectares em 2010 para 71,7061 hectares em 2020 e 86.4867 hectares em 2024 respectivamente. Em relação aos corpos d'água, os dados indicam uma redução

**acentuada entre 2000 e 2010, com a área** diminuindo para 168,308 hectares em 2010. Contudo, entre 2010 e 2024, houve uma recuperação parcial, com a área aumentando para 255,155 hectares.

Classes	Áreas (ha) para cada ano			
	2000	2010	2020	2024
Mangal	65.434	66.7931	205.053	208.0622
Solo Exposto	50.05	49.7716	71.7061	86.4867
Corpos de Água	316.142	168.308	217.008	255.155
Vegetação Alagada	313.421	232.899	125.743	71.9820
Infraestruturas	612.912	892.356	1424.71	1472.10
Outro tipo de Vegetação	1999.18	1946.99	1312.13	1262.47

Tabela 5. Relação das áreas e hectares ao longo dos 20 anos

Fonte: Qgis,2024

Para a **vegetação alagada**, observou-se uma diminuição contínua ao longo dos períodos analisados. A área reduziu-se de 232,899 hectares em 2010 para 71.9820 hectares em 2024, refletindo uma perda significativa dessas áreas. A classe de **infraestruturas** apresentou um crescimento constante e acentuado, com a área expandindo de 612,912 hectares em 2000 para 1472,10 hectares em 2024. A classe **de outro tipo de vegetação** mostrou uma redução significativa ao longo dos anos, passando de 1999,18 hectares em 2000 para 1262.47 hectares em 2024.

#### 4.4. Análise da acurácia

Para avaliar as acurácias do modelo ou mapas referentes aos anos de 2000, 2010 e 2020, foi aplicado o índice Kappa (K). De acordo com a classificação estabelecida por Mendes et al. (2015), e apresentada na Tabela 8 (página 34), o índice Kappa é considerado excelente quando superior a 80%. Os resultados obtidos para os mapas, por meio dos índices de Kappa foi de 85,57% para 2000, 82,07% para 2010 e 81,17% para 2020 respectivamente, indicam que o modelo utilizado possui uma alta capacidade de concordância entre as classificações realizadas e os valores reais observados. Para o modelo de 2024 o índice kappa foi de 78,3% o que indica uma qualidade de classificação muito boa.

Estes resultados vão de acordo com os encontrados por Pradhan et al., (2010), num trabalho feito com vista a classificação de imagens satélites onde encontraram 71, 82.26, respectivamente, os quais consideraram estes valores dos índices estatísticos de validação da classificação como valores de índice Kappa satisfatórios.

#### 4.5. Identificação dos participantes

A tabela 10 caracteriza sócio-demograficamente os participantes da pesquisa - pescadores, residentes, ambientalistas e representante da autoridade governamental da área do ambiente da cidade de Maputo - nas categorias relativas a : idade, sexo, formação académica, local de residência e profissão.

Os pescadores (n=19) têm idades compreendidas entre 22 a 64 anos (média de 43 anos) e são todos residentes no Bairro da Costa do Sol. São compostos na sua maioria (95 %) por elementos do sexo masculino; estes dados numéricos, ainda que apenas se refiram a uma pequena amostra dos totais pescadores, revelam uma desigualdade de género significativa no que respeita a prática da pesca como profissão entre homens e mulheres.

Tabela 6. Caracterização da amostra inquirida por categorias sociodemográficas aos inquiridos 1 e 2 do estudo.

<b>Grupos</b>	<b>Categorias</b>									
Pescadores nº=19	<b>Idade</b>		<b>Sexo</b>		<b>Formação Acadêmica</b>				<b>Residência</b>	
	Intervalo	Média	M (%)	F(%)	EB	ES 1 ciclo	EM	ES	B.Costa Sol	Outros bairros
	22-64	43	18(95 %)	1 (5%)	14 (74%)	4(21%)	0(0%)	1(5%)	19(100%)	0(0%)
Residentes nº=11	<b>Categorias</b>									
	<b>Idade</b>		<b>Sexo</b>		<b>Formação Acadêmica</b>				<b>Residência</b>	
	Intervalo	Média	M (%)	F(%)	EB	ES 1 ciclo	EM	ES	B.Costa Sol	Outros bairros

	33-52	42.5	0%	11(100%)	9 (82%)	2(18%)	0(0%)	0(0%)	11(100%)	0(0%)
Ambientalistas n <sup>o</sup> =4	<b>Categorias</b>									
	<b>Idade</b>		<b>Sexo</b>		<b>Formação Acadêmica</b>				<b>Residência</b>	
	Intervalo	Média	M (%)	F(%)	EB	ES 1 ciclo	EM	ES	B.Costa Sol	Outros bairros
	28-60	44	4 (100%)	0 (0%)	0 (0%)	0(0%)	0(0%)	4(100%)	0(0%)	4(100%)
Representante da autoridade governamental da área do ambiente n <sup>o</sup> =1	<b>Categorias</b>									
	<b>Idade</b>		<b>Sexo</b>		<b>Formação Acadêmica</b>				<b>Residência</b>	
	Intervalo	Média	M (%)	F(%)	EB	ES 1 ciclo	EM	ES	B.Costa Sol	Outros bairros
	45	45	1 (100%)	0(0%)	0 (0%)	0(0%)	0(0%)	1(100%)	0(0%)	1(100%)
(M=Masculino; F= Feminino; EB=Ensino básico; ES 1º ciclo= Ensino secundário do 1º ciclo EM=Ensino médio; ES=Ensino superior;).										

Os pescadores, na sua maioria, possuem um nível de escolaridade básica, e exercem a actividade pesqueira há mais de 15 anos. Segundo informações fornecidas pelos pescadores, a escolha da actividade pesqueira deveu-se às escassas possibilidades de acesso a educação e a condições socioeconómicas que os impossibilitaram de prosseguirem com os estudos. A actividade pesqueira para este grupo é considerada principal e representa a base de sobrevivência dos seus agregados familiares. Os residentes (n=11) são todos do género feminino, com idades compreendidas entre os 33-52 anos (média de 43 anos) e têm outras ocupações profissionais que não são a pesca. As suas ocupações profissionais compreendem as áreas de: comércio, doméstica e agentes de serviço. A maior parte reside no bairro da Costa do Sol há mais de 10 anos. À semelhança do grupo de

pescadores, o seu nível de escolaridade é básico e as suas profissões correspondem igualmente à sua fonte de sobrevivência.

Os membros de associações ambientais (n=4) são todos do sexo masculino, com idades compreendidas entre 28 e 60 anos de idade. A autoridade governamental que tutela a área do ambiente corresponde ao último grupo de participantes do estudo apresentados, foi representado por um elemento, de 45 anos de idade, cuja a sua formação académica é superior.

#### **4.6. Resultados do questionário dirigido aos pescadores, residentes e ambientalistas**

##### ***Acesso ao mangal***

Nas respostas obtidas referentes ao acesso ao mangal descritas na tabela 11, todos os pescadores inquiridos utilizam os recursos do mangal, numa periodicidade diária ou de 1 a 2 vezes por semana. Diferentemente do grupo de pescadores, neste estudo, nos residentes do bairro da Costa do Sol (com outras ocupações profissionais), somente 4 (36 %) acedem ao mangal, de 1 a 2 vezes por semana. Quanto ao grupo de membros de associações ambientais, participantes na pesquisa, fora da periodicidade semanal questionada, tem acesso ao mangal da Costa do Sol, de 1 a 2 vezes por mês com finalidades de investigação. Esses dados revelam que o uso do mangal é directamente influenciado pelo perfil dos grupos estudados. Pescadores dependem desse ecossistema para subsistência e acessam-no com alta frequência, mostrando o valor econômico directo dos mangais para comunidades pesqueiras, conforme discutido por Fisher et al. (2021). Por outro lado, moradores urbanos e ambientalistas, utilizam o mangal de forma menos intensiva e com finalidades específicas, como pesquisa e lazer, o que aponta para um valor ecológico e científico mais do que econômico (Carvalho & Santos, 2019). Estes padrões indicam que os mangais desempenham papéis distintos conforme o grupo de usuários.

Tabela 7. Acesso ao mangal, utilização dos recursos e periodicidade de utilização

<b>Pergunta 1. Acesso ao mangal</b>						
Grupo	Nº	Utilização dos recursos		Periodicidade semanal de utilização do mangal		
		Não	Sim	1 a 2	3 a 4	Diária

Pescadores	11	0	100%	58%	0	42%
Residentes	4	45%	55%	36%	0	0
Ambientalistas	1	0	100%	0	0	0

### **Finalidades do uso do mangal**

A utilidade dos recursos do mangal é ampla e inclui benefícios que respondem as mais diversas necessidades dos grupos abrangidos pela pesquisa. A pergunta 2 do questionário, objetiva conhecer a utilidade do uso do mangal para a amostra inquirida (Tabela 12). A pergunta sobre as finalidades do uso dos recursos do mangal, oferece várias alternativas de resposta incluindo a opção “outro”. As alternativas incluem: alimento, madeira, medicamento, pesquisa científica e recreação.

O alimento representa o recurso mais utilizado entre os pescadores (100 %) e residentes (com outras ocupações profissionais) (45%), sendo o camarão, peixe e caranguejo os recursos aproveitados para alimentação diária e comercialização. A recreação é a segunda opção com mais respondentes (n=7) que corresponde a 37%, e foi escolhida apenas pelos pescadores.

Os pescadores representam o grupo que mais explora as diferentes opções de serviços fornecidos pelo ecossistema do mangal. Na alternativa “outro”, além do medicamento para “cura de dores de barriga”, o mangal segundo os pescadores 11 (58%) é por si utilizado para criação de peixe, processo feito através da abertura de valas.

Para os ambientalistas (100%), a sua opção pelo uso dos recursos do ecossistema do mangal difere dos dois anteriores grupos, sendo a pesquisa científica a sua única utilização. O medicamento é a forma de recurso menos explorada pelos grupos inqueridos, sendo apenas utilizado pelos pescadores (n=3; 15%). Poucos reconhecem a utilidade das espécies de mangal para fins medicinais.

Olhando para as respostas é possível observar que os recursos do mangal são utilizados de forma variada pelos diferentes grupos, evidenciando a versatilidade desse ecossistema em atender necessidades econômicas, sociais e científicas. O alimento, extraído por pescadores e residentes

(com destaque para camarão, peixe e caranguejo), é o recurso mais explorado, reflectindo o papel dos mangais na segurança alimentar e economia local.

Tabela 8. Finalidades do uso do mangal da costa do sol

<b>Pergunta2. Para que fins usa o mangal?</b>							
Grupos	Nº	Alimento	Madeira	Medicamento	Pesquisa Científica	Recreação	Outros
Pescadores	19	100%	11%	15%	0	37%	58%
Residentes	11	45%	9%	0	0	0	45%
Ambientalistas	4	0	0	0	100%	0	0

### *Ameaças ao mangal da Costa do Sol*

A pergunta 3 é referente às ameaças ao mangal da Costa do Sol. Das alternativas de reposta elencadas no questionário, a urbanização, deposição dos resíduos sólidos, a erosão e o desflorestamento constituem as maiores ameaças, de acordo com as respostas de todos os grupos inqueridos (tabela 13). Para 17 (89%) pescadores, a urbanização, deposição de resíduos sólidos, constituem as maiores ameaças ao mangal da Costa do Sol, seguido do desflorestamento, respondido por 16 (84%) pescadores. A erosão e a produção de carvão foram consideradas também ameaças, respetivamente por 13 (68%) e 11 (58%) pescadores. Outra ameaça indicada por 3 (16%) pescadores é o corte de lenha que serve de combustível lenhoso para confecção de alimentos. Ainda que existam estas ameaças, “a ambição humana está por cima de todas ameaças”, afirmam os 4 (36%) residentes. Para os ambientalistas 4 (100%) indicaram a redução da cobertura vegetal da área do mangal e a redução da quantidade de espécies animal e vegetal como outras ameaças ao mangal. Em conformidade com os dados relativos as ameaças, percebe-se que a acção antrópica constitui a maior ameaça. Sendo que a urbanização, o desflorestamento e outras, reduzem consideravelmente a área do mangal e conseqüentemente os serviços de aprovisionamento e de regulação fornecidos pelo ecossistema.

Tabela 9. Ameaças do mangal da costa do sol

<b>Pergunta 3. Quais são as maiores ameaças ao mangal da Costa do Sol?</b>												
Grupos	Nº	Urbanização		Deposição de resíduos sólidos		Erosão		Produção de carvão		Desflorestamento		Outras
		Sim	Não	Sim	Não	Sim	Não	Sim	Não	Sim	Não	
Pescadores	19	89%	11%	89%	11%	68%	32%	58%	42%	84%	16%	16%
Residentes	11	91%	9%	73%	27%	45%	55%	36%	37%	100%	0	36%
Ambientalistas	4	100%	0	100%	0	100%	0	0	0	100%	0	0

### ***Histórico do mangal da Costa do Sol***

A pergunta 4, compara a quantidade dos recursos retirados do mangal há 5 anos atrás e na actualidade. As respostas dadas a esta questão (tabela 14) mostram que os recursos retirados no ecossistema do mangal na costa do sol são inferiores relativamente a 5 anos atrás. No grupo de pescadores, a quase totalidade (94,7%) percebe que os recursos atualmente retirados do mangal são inferiores quando comparados a 5 anos atrás e, apenas 1 pescador (5,2%) tem posicionamento contrário. Os residentes (com outras ocupações profissionais) (100%) e os ambientalistas (100%), são unânimes ao dizerem que os recursos atualmente retirados do mangal reduziram comparativamente a 5 anos atrás.

Tabela 10. Histórico do mangal da costa do sol

<b>Pergunta 4. Histórico do mangal da Costa do Sol</b>		
Grupos	Recursos retirados no mangal são superiores relativamente há 5 anos atrás	Recursos retirados são inferiores relativamente há 5 anos atrás

	Sim	%	Não	%	Sim	%	Não	%
Pescadores	1	5	18	95	18	95	1	5
Residentes	Sim	%	Não	%	Sim	%	Não	%

### ***Actividades de educação ambiental e sua periodicidade anual no bairro da Costa do Sol***

A pergunta 5 pretendeu conhecer a percepção da periodicidade de campanhas de educação ambiental levadas a cabo no bairro da Costa do Sol. Como ilustrado na tabela 15, para o grupo dos pescadores, 14 (74%) afirmaram que têm sido realizadas campanhas de educação ambiental, entretanto 5 (26%) do mesmo grupo afirmam não tem sido realizada campanhas de educação ambiental no bairro. Em relação à periodicidade anual destas campanhas, 5 (26%) pescadores disseram igualmente que nenhuma campanha tem sido realizada anualmente, 3 (16%) pescadores afirmaram que a campanhas de educação ambiental são realizadas uma vez por ano e 11 (58%) pescadores disseram que são realizadas periodicamente campanhas de educação ambiental.

No grupo de residentes, 7 (64%), confirmaram a existência de actividades de educação ambiental no bairro ao contrário de 4 (36%) que disseram não haver campanhas de educação ambiental no bairro da Costa do Sol. Os 4 (36%) afirmaram que nenhuma campanha de educação ambiental é realizada, ao passo que 3 elem Mediante o processo de zonação dos mangais nas regiões costeiras de Moçambique, verifica-se um padrão de distribuição de espécies de acordo com a tolerância das plantas a factores como flutuações de salinidade, disponibilidade de nutrientes, e nível de oxigénio no solo. Estes factores, influenciam a ocorrência de espécies e definem os locais onde se desenvolvem.

Mediante o processo de zonação dos mangais nas regiões costeiras de Moçambique, verifica-se um padrão de distribuição de espécies de acordo com a tolerância das plantas a factores como flutuações de salinidade, disponibilidade de nutrientes, e nível de oxigénio no solo. Estes factores, influenciam a ocorrência de espécies e definem os locais onde se desenvolvem. Elementos do grupo de residentes disserem haver pelo menos uma vez por ano campanhas de educação ambiental e 4 (36%) mencionaram haver campanhas de educação ambiental uma a duas vezes por ano.

Os ambientalistas 4 (100%) confirmam a realização de campanhas de educação ambiental no bairro da Costa do Sol. Quanto a periodicidade anual das campanhas de educação ambiental, um

(25%) elemento do grupo afirmou realizar-se pelo menos uma vez por ano, ao contrário dos restantes 3 (75%) elementos que afirmaram realizar-se campanhas de educação ambiental duas ou mais vezes ao ano. Observando os dados obtidos da pergunta 5, percebe-se que apesar de algumas campanhas de educação ambiental serem realizadas no bairro da Costa do Sol, elas são percebidas como insuficientes e esporádicas pela população. A maioria dos pescadores e residentes reconhece a existência dessas iniciativas, mas há uma considerável discrepância na percepção da sua frequência, o que indica uma provável falta de consistência e continuidade. Esses resultados refletem-se num estudo similar realizado por Oliveira e Santos (2019), que enfatizam que campanhas ambientais inconsistentes não alcançam mudanças de comportamento sustentável de longo prazo. Além disso, a confirmação unânime dos ambientalistas sobre a existência de campanhas contrasta com a percepção fragmentada dos outros grupos, sugerindo que as campanhas podem não estar sendo suficientemente acessíveis ou eficazes em comunicar a sua mensagem para toda a comunidade (Silva et al., 2020).

Tabela 11. Educação ambiental

Pergunta 5. Educação ambiental para conservação do mangal					
Grupos	Campanhas de educação		Campanhas de educação periodicidade anual		
	Sim	Não	Nenhuma	Uma	Uma ou Duas
<b>Pescadores</b>	74%	26%	26%	16%	58%
<b>Residentes</b>	64%	36%	36%	28%	36%
<b>Ambientalistas</b>	100%	0	0	25%	75%

#### 4.7. Resultados do questionário dirigido ao representante da autoridade governamental da área do ambiente da cidade de Maputo

A seguir, os dados do questionário aplicado ao representante da autoridade governamental da área do ambiente da cidade de Maputo. Pretende-se com estes dados compreender as estratégias governamentais desenhadas e levadas a cabo para protecção do mangal da Costa do Sol. O questionário era constituído por questões abertas, o que permitiu maior informação.

Relativamente à composição do mangal da Costa do Sol, apresentamos o resumo dos dados das perguntas do questionário. As questões são relativas às características do Mangal da Costa do Sol: área ocupada pelo mangal, espécies vegetal e animal e as mais espécies importantes que ocorrem no mangal da Costa do Sol para sua conservação.

De acordo com os dados obtidos do representante da autoridade governamental do ambiente da cidade de Maputo, "o mangal da Costa do Sol localiza-se no centro do município da cidade de Maputo. Encontram-se no mangal da Costa do Sol espécies vegetais e animais. Nas espécies animais, encontra-se a classe dos invertebrados como crustáceos e moluscos. Entre as espécies vegetais encontram-se por exemplo *Avicennia marina* e *Rhizophora mucronata*. As espécies de *Avicennia marina* e *Rhizophora mucronata* são as de maior importância.

Sobre a questão 1, "Quais as estratégias levadas a cabo para conservação do mangal da Costa do Sol?", a resposta foi que as estratégias passariam pelo "*Estabelecimento de áreas de reservas, delimitação física do mangal, montagem de placas de delimitação física para impedir a construção de habitações no mangal.*"

Foi questionado de seguida (questão 2): "Como está estruturada a assistência técnica ao mangal da Costa do Sol?" A resposta obtida foi: "*A assistência está estruturada com base nos planos anuais. É exercida pelos técnicos da vereação do ambiente do Conselho municipal da cidade de Maputo.*"

Igual a muitos outros ecossistemas, o mangal está sob gestão das autoridades governamentais e estas por sua vez cooperam com outros parceiros e conseqüentemente muitas iniciativas surgem para sua preservação. De acordo com a resposta obtida na pergunta, a assistência técnica é realizada por meio de visitas ao mangal pelos técnicos especialistas da área do ambiente. E é dependente do orçamento de funcionamento do sector que, por vezes, é de difícil acesso.

Acerca das ameaças naturais e antrópicas no mangal da Costa do Sol a questão 3 foi "Quais são as ameaças naturais e antrópicas no mangal da Costa do Sol?", a resposta foi "*Urbanização, desmatamento, resíduos sólidos. Essas ameaças contribuem para a existência da massa de ar quente e dos desastres naturais como a erosão.*"

De entre as ameaças elencadas, a urbanização apresenta-se como a ameaça mais preocupante para as autoridades. Para as autoridades, as ameaças antrópicas são intensas e acabam influenciando negativamente para a existência das ameaças naturais como a erosão. Não só, foi também expresso que estas ameaças geralmente contribuem ainda para a ocorrência de massa de ar quente na zona da Costa do Sol e em alguns locais da cidade de Maputo. A proliferação de resíduos sólidos também se apresenta como uma ameaça preocupante para as autoridades. Os resíduos sólidos contemplam a lista de ameaças e fraquezas de origem antrópica verificadas no mangal da Costa do Sol. São depositados na sua maioria pelos moradores locais em sua rotina diária.

Em alguns quarteirões do bairro não há sistemas de recolha seletiva dos resíduos sólidos e pontos instalados de depósitos dos resíduos sólidos. Nesse contexto, os moradores recorrem ao mangal para assim o fazerem, como ilustram a figura 8.



Figura 8. Resíduos sólidos do mangal da costa do sol. Fonte: Autora

A seguir a questão 4 foi “Quais são as estratégias de divulgação de informação sobre a importância do mangal aos moradores locais e outros beneficiários?”. E a resposta foi “*Elaboração do plano de divulgação da informação e a sua respetiva implementação.*”

Para que a informação sobre a conservação do mangal seja eficazmente divulgada e percebida, as autoridades informaram que foi elaborado o plano de divulgação da informação e aprovada a respectiva resolução. Resultam destes planos acções como a educação ambiental por meio da

sensibilização aos usuários sobre a importância do ecossistema do mangal e a importância de sua conservação.

Para recuperar as áreas degradadas do mangal é indispensável a elaboração e implementação de políticas. Assim, a questão (5) adequada “Quais são as políticas para conservação do mangal?” e a resposta foi “*Elaboração e aplicação do plano de zoneamento do mangal e do plano de acção, plano de manejo ecológico e documento da resolução do plano*”.

Assim, as autoridades informaram que são elaborados anualmente instrumentos de gestão de vários ecossistemas, onde o mangal encontra-se integrado. É elaborado e implementado o plano de zoneamento do mangal e o respetivo plano de acção. O plano de zoneamento do mangal inclui o mapeamento da área do mangal, as espécies contidas no mangal, ameaças, estratégias de conservação e acções de proteção e conservação entre outros. O plano de zoneamento do mangal enquadra-se nas estratégias de proteção e conservação do mangal das autoridades ambientais.

São apresentadas de seguida as respostas sobre a questão (6) “Que acções têm levado a cabo para conservação do mangal?”. A resposta indicou “*Plantio de mudas e das sementes, povoamento das espécies de mangal, Educação Ambiental (EA), preservação das áreas de reserva, sensibilização para impedir a construção por cima do mangal, Diálogo, abertura de valas para permitir o fluxo higrológico e permitir o repovoamento natural do mangal.*”

Conforme os dados desta questão, compreendeu-se que são desenvolvidas no mangal da Costa do Sol, acções de educação ambiental e sensibilização de modo a impedir a construção de habitações na área do mangal. São realizadas igualmente acções de plantio de mudas e de sementes e povoamento de espécies de mangal, a título de exemplo em dias especiais, como o dia 26 de julho, dia Internacional de Protecção do mangal. O diálogo tem sido um dos métodos adotados pelas autoridades. É realizada ainda na área do mangal a abertura de valas para permitir o fluxo higrológico e possibilitar o repovoamento natural do mangal.

#### **4.8. Serviços ecossistémicos do mangal da Costa do Sol**

O mangal oferece recursos para satisfação de diferentes necessidades por meios dos seus serviços ecossistémicos. Segundo os dados colhidos da questão 2, por meio de entrevista, confirmou-se que o mangal da Costa do Sol é usado para diversos serviços ecossistémicos, como alimento (recursos pesqueiros), madeira, medicamentos, pesquisa científica, recreação e outros que beneficiam os

diferentes agentes que com ele interagem, embora de diferentes formas. Estes serviços ecossistémicos identificados neste trabalho encontram-se entre as categorias já publicadas, em serviços de provisão, de regulação, de apoio e serviços culturais (MEA, 2005; MITADER, 2014 b).

Nos serviços de provisão no mangal da Costa do Sol encontram-se: alimentos, água, estacas para construções e medicamentos. São beneficiários directos dos serviços de provisão os pescadores e os residentes (com outras ocupações profissionais). Em particular, o mangal representa alimento para todos os pescadores, assim como madeira, e medicamento, enquanto que os residentes (com outras ocupações profissionais) fazem dele menor uso enquanto alimento e madeira e nenhum uso como medicamento.

Os serviços culturais como a inspiração cultural, intelectual e espiritual, recreação e pesquisa científica pertencem a outra categoria de serviço ecossistémico oferecida pelo mangal da Costa do Sol. Neste tipo de serviço, foram inquiridas duas formas: recreação e pesquisa científica. A pesquisa científica é o serviço cultural explorado apenas pelo grupo dos ambientalistas, ao passo que o mangal é usado como recreação apenas pelos pescadores.

#### **4.9. Medidas de conservação e gestão sustentável adaptáveis aos mangais da Costa do Sol**

Medidas de conservação e gestão sustentável correspondem a estratégias e práticas implementadas para proteger e manter ecossistemas e recursos naturais de forma a garantir sua saúde e funcionalidade a longo prazo. Seu principal objectivo é equilibrar as necessidades humanas com a preservação ambiental, assegurando que os recursos naturais sejam utilizados de maneira responsável e que os ecossistemas continuem a fornecer seus serviços essenciais. Atendendo às diferentes categorias de serviços ecossistémicos fornecidos pelos mangais da costa do sol e integradas ao contexto da expansão urbana, promoção e recuperação desses ecossistemas, são propostas as medidas seguintes:

##### ***Restauração e Reabilitação dos Mangais***

**Replântio de Espécies Nativas:** Implementar projectos de restauração que envolvam o replântio de espécies nativas de mangal, para restaurar a biodiversidade e a funcionalidade ecológica dos ecossistemas. Incluir a participação de comunidades locais no processo de replântio para garantir a adaptação das espécies e o sucesso dos projetos de restauração.

Remoção de Espécies Invasoras: Controlar e erradicar espécies invasoras que competem com as espécies nativas e ameaçam a saúde dos mangais. Desenvolver estratégias para o controle contínuo dessas espécies e promover a educação sobre o impacto das invasões.

### ***Protecção Legal e Regulatória***

Legislação e Regulamentação: Fortalecer e implementar legislações específicas para a protecção dos mangais contra desmatamento e poluição. Assegurar que as leis sejam rigorosamente aplicadas e que haja penalidades para o desrespeito.

Monitoramento e Fiscalização: Estabelecer sistemas de monitoramento contínuo e fiscalização para garantir que as práticas de conservação sejam seguidas. Utilizar tecnologias como sensoriamento remoto para acompanhar as mudanças e os impactos na área dos mangais.

### ***Educação e Conscientização***

Campanhas de Sensibilização: Promover campanhas para aumentar a conscientização sobre a importância dos mangais e os impactos da expansão urbana. Envolver as comunidades locais, pescadores e outros stakeholders na conservação e gestão sustentável dos mangais.

Programas Educacionais: Desenvolver programas educacionais que abordem a importância dos serviços ecossistêmicos dos mangais, focando em suas funções de provisão, regulação, apoio e culturais. Incluir a educação sobre a importância da preservação e dos benefícios dos mangais para as comunidades locais.

## **CAPÍTULO V. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES**

### **Breve introdução**

No presente capítulo, será apresentada a conclusão dos resultados obtidos e recomendações.

#### **5.1. Conclusão**

Tendo como base os objectivos escolhidos para o estudo, conclui-se que:

- Os mangais da Costa do Sol oferecem serviços ecossistêmicos que incluem provisão de alimentos, madeira, água, estacas para construções, além de serviços culturais como recreação e pesquisa científica.
- O processo de urbanização crescente na Costa do Sol mostrou uma redução significativa das áreas de vegetação alagada e outros tipos de vegetação, em favor da expansão de infraestruturas.
- A área passou por significativas mudanças em termos de uso e cobertura do solo. Os dados revelam tanto uma expansão urbana crescente quanto uma recuperação gradual dos mangais. No entanto, a urbanização continua a exercer pressão a área, resultando na diminuição de outras formas de vegetação e na retração de áreas alagadas. Neste contexto aceita-se a hipótese alternativa H(1), segundo a qual: A expansão urbana nos mangais da costa do sol resultam em diminuição da biodiversidade, na degradação de ecossistemas.

#### **5.2. Recomendações**

Face as constatações verificadas durante a recolha, análise e interpretação dos dados sobre a avaliação do impacto ambiental da expansão urbana sobre os mangais da costa do sol recomenda-se as entidades competentes as seguintes medidas sugere-se o seguinte:

- Implementação do uso de drones para monitorar os mangais com maior precisão e frequência, pois drones podem fornecer imagens de alta resolução e dados detalhados sobre a saúde dos mangais e a expansão urbana, permitindo a detecção precoce de alterações e a avaliação de impactos de forma mais eficaz.
- Realização de mapeamento contínuo dos mangais utilizando tecnologias de sensoriamento remoto e sistemas de informações geográficas (SIG), mapeando as áreas afectadas e analisando a expansão urbana em relação às áreas de mangais pode ajudar a identificar padrões e áreas críticas que precisam de maior protecção e garantido que as imagens sejam extraídas em dias sem muitas nuvens para uma boa resolução e visualização das imagens.

- Promoção de programas de educação ambiental e engajamento comunitário para aumentar a conscientização sobre a importância dos mangais e envolver a comunidade na conservação e fiscalização local desses ecossistemas.

Recomenda-se aos pescadores, as seguintes medidas:

- Evitar e denunciar casos de desmatamento e ou abates do mangal para qualquer que seja o uso;
- Procurar envolver-se mais em campanhas de educação ambiental, sensibilização e limpeza dos mangais;
- Evitar o depósito de resíduos sólidos nas áreas de mangais.

## CAPÍTULO VI. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALFREDO, I. J. Detecção remota e sistema de informação geográfica aplicados na análise multi-temporal da cobertura vegetal da cidade de Maputo. 2015. Maputo.

ALMEIDA, J. Usuários e especialistas em SIG. Editora Geotecnologias, 2018.

ABDULLAH, K.; SAID, A.; OMAR, D. Community-Based Conservation in Managing Mangrove Rehabilitation in Perak and Selangor. Janeiro, 2014. Disponível em: <<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/>>.

RAMSAR. Florestas para água e zonas húmidas - Convenção de Ramsar Sobre Zonas Húmidas, United Nations Forum and Forests, Mozambique-brochura. 2011.

ALVES, T.; SOUSA, C. Relatório da avaliação preliminar da vegetação costeira e dos mangais existentes na área proposta para o estabelecimento de áreas de conservação no arquipélago das ilhas primárias (1as) e secundas (2as). IIAM – Instituto de Investigação Agrária de Moçambique, Agosto de 2007.

AMADE, F.; CHIRWAB, P.; FALCAO, M.; OOSTHIZENC, C. Structural characterization, reproductive phenology and anthropogenic disturbance of mangroves in Costa do Sol, Bons Sinais Estuary and Pemba-Metuge from Mozambique. Journal of Sustainable Forestry, novembro de 2018. Disponível em: <<https://doi.org/10.1080/10549811.2018.1549501>>.

ALONGI, D. M. Present state and future of the world's mangrove forests. Environmental Conservation, v. 29, n. 3, p. 331-349, 2002.

ALONGI, D. M. Mangrove forests: resilience, protection from tsunamis, and responses to global climate change. Estuarine, Coastal and Shelf Science, v. 76, n. 1, p. 1-13, 2008.

ALONGI, D. M. Mangrove forests: A global perspective on the evolution and conservation of tropical wetlands. Springer Science & Business Media, 2012.

BAIA, A. A exploração do ecossistema dos mangais enquanto apropriação do espaço na cidade de Angoche. GEOUSP-Espaço e Tempo, São Paulo, n. 15, p. 171-177, 2004.

BARBIER, E. B. The protective service of mangrove ecosystems: A review of valuation methods. Marine Pollution Bulletin, v. 109, p. 676-681, fevereiro de 2016. Disponível em: <[www.elsevier.com/locate/marpolbul](http://www.elsevier.com/locate/marpolbul)>.

BMZ; IUC; WWF. MOÇAMBIQUE - Policy Brief II: Como pode o Quadro Jurídico e Político ser Reforçado para Garantir o uso Sustentável e a Conservação dos Mangais? Dezembro de 2019. Disponível em: <[https://www.mangrovealliance.org/wp-content/uploads/2020/03/MangroveGovernance\\_PolicyBrief\\_MOZAMBIQUE.pdf](https://www.mangrovealliance.org/wp-content/uploads/2020/03/MangroveGovernance_PolicyBrief_MOZAMBIQUE.pdf)>.

BARBIER, E. B. et al. The value of estuarine and coastal ecosystem services. Ecological Monographs, v. 81, n. 2, p. 169-193, 2011.

CONGALTON, R. G.; KASS, S. Assessing the accuracy of remotely sensed data: principles and practices. 2. ed. 183 p., 2009.

CORREIA, M. M. da S. Noções básicas de detecção remota, fotogrametria e foto interpretação em pedologia. 2007.

COSTA, R. Captura e armazenamento de dados geográficos. Editora Cartografia, 2019.

COSTANZA, R. et al. The value of the world's ecosystem services and natural capital. *Nature*, v. 387, n. 6630, p. 253-260, 1997.

CARVALHO, V. S. Educação ambiental urbana. Rio de Janeiro: Wak Editora, 2014.

CARVALHO, R. et al. Deforestation and mangrove erosion in coastal areas. *Journal of Coastal Ecosystems*, 2019.

CHAVES, M. Corredor ecológico do mangal: Restauro do ecossistema do mangal - caso de estudo Município do Eloy Alfaro e Rio Verde no Equador. Instituto Superior de Agronomia-Universidade de Lisboa, 2018. Disponível em: <[https://vpn.uab.pt/https/scholar.google.pt/scholar?hl=pt-PT&as\\_sdt=0%2C5&q](https://vpn.uab.pt/https/scholar.google.pt/scholar?hl=pt-PT&as_sdt=0%2C5&q)>.

COMISSÃO MUNDIAL SOBRE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO. Nosso futuro comum. 2. ed. Rio de Janeiro, 1991. Disponível em: <[https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/4245128/mod\\_resource/content/3/Nosso%20Futuro%20Comum.pdf](https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/4245128/mod_resource/content/3/Nosso%20Futuro%20Comum.pdf)>.

CORREIA, M.; SOVIERZOSKI, A. Ecossistemas Marinhos: Recifes, Praias e Manguezais. Série Conversando sobre Ciência em Alagoas. Maceió: UFA, 2005. Disponível em: [http://www.ufal.edu.br/usinaciencia/multimedia/livros-digitais-cadernos-tematicos/Ecossistemas\\_Marinhos\\_recifes\\_praias\\_e\\_manguezais.pdf](http://www.ufal.edu.br/usinaciencia/multimedia/livros-digitais-cadernos-tematicos/Ecossistemas_Marinhos_recifes_praias_e_manguezais.pdf). Acesso em: 02 abr. 2025.

COSTA, A.; RIBEIRO, L. Mangroves of Maputo, Mozambique: from Threatened to Thriving. *The Plan Journal\**, v. 2, n. 2, p. 629-651, 2017. DOI: 10.15274/tpj.2017.02.02.2. Recuperado de: [www.theplanjournal.com](http://www.theplanjournal.com).

CUNHA, S.; GUERRA, A. A questão Ambiental: diferentes abordagens. 9. ed. São Paulo: Bertrand Brasil, 2015.

DECRETO LEI Nº 20/97. Lei Moçambicana do Ambiente. I Série - Número 40, 200-21, 1997.

DUKE, N. C.; MEYNECKE, J. O.; DITTMANN, S.; ELLISON, A. M.; ANGER, K.; BERGER, U.; et al. A world without mangroves? *Science*, v. 317, n. 5834, p. 41-42, 2007.

DELFINO, A.; VAZ, S. Ética Ambiental, Economia, Direito e Política. Universidade Aberta, 2006/2007. Lisboa, Washington DC, Faro e Londres. Manual de ética ambiental.

DUKE, N. C.; et al. Large-scale dieback of mangroves in Australia's Gulf of Carpentaria: A severe ecosystem response, coincidental with an unusually extreme weather event. *\*Marine and Freshwater Research\**, v. 58, n. 8, p. 699-702, 2007.

DECRETO LEI Nº 20/97. Lei Moçambicana do Ambiente. \*I Série - Número 40\*, 200-21, 1997.

ELLISON, J. C. Holocene palynology and sea-level change in two estuaries in Southern Irian Jaya. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, v. 220, n. 3-4, p. 291-309, 2005.

ELLISON, A. M. Managing mangroves with benthic biodiversity in mind: Moving beyond roving banditry. *Journal of Sea Research*, v. 59, n. 1-2, p. 2-15, 2008.

FRANÇA, J.; MORAES, F.; OLIVEIRA, S. Deforestation and urban land use: Impacts on biodiversity. *Brazilian Journal of Environmental Conservation*, v. 43, n. 2, p. 201-214, 2018.

FERREIRA, M. *Hardware e SIG: Integração e desafios*. Editora SIG, 2019.

FERREIRA, M. *Mapeamento de cobertura vegetal e gestão ambiental*. Editora Ambiental, 2020.

FERRÃO, M. F. *Manual de Teledetecção. Fascículo I: Satélites e Princípios Físicos da Teledetecção*, 2015.

FLORENZANO, T. G. *Imagens de satélite para estudos ambientais*. São Paulo, SP: Oficina de Textos, 2002. 100 p.

FISHER, J.; et al. *Subsistence Fishing and Coastal Ecosystems: A Sustainable Interaction*. Marine Ecology Progress Series, 2021.

GONÇALVES, L.; OLIVEIRA, A.; SOUZA, D. Urbanization and exposed soil area reduction: Environmental impact assessment. *Journal of Environmental Science and Technology*, v. 58, n. 2, p. 191-199, 2016.

GOMES, L. *Planejamento urbano com SIG*. Editora Urbanismo, 2022.

GOMIDE, M.; SCHUTZ, G.; DE CARVALHO, M.; CAMARA, V. Fortalezas, Oportunidades, Fraquezas e Ameaças (Matriz FOFA) de uma Comunidade Ribeirinha Sul-Amazônica na perspectiva da Análise de Redes Sociais, 2015.

GILMAN, E. L.; ELLISON, J.; DUKE, N. C.; FIELD, C. Threats to mangroves from climate change and adaptation options: A review. *Aquatic Botany*, v. 89, n. 2, p. 237-250, 2008.

HAMILTON, S. E.; CASEY, D. Creation of a high spatio-temporal resolution global database of continuous mangrove forest cover for the 21st century (CGMFC-21). *Global Ecology and Biogeography*, v. 25, n. 6, p. 729-738, 2016.

HOGUANE, A. Perfil Diagnóstico da zona Costeira de Moçambique. *Revista de Gestão Costeira Integrada*, v.7, n.1, p.69-82, 2007. Disponível em: [redalyc.org/pdf/3883/388340121008.pdf](http://redalyc.org/pdf/3883/388340121008.pdf). Acesso em: 02 abr. 2025.

JENSEN, J. R. *Remote sensing of the environment: an earth resource perspective*. Upper Saddle River, NJ: Prentice-Hall, 2000.

- LAMBIN, E. F.; GEIST, H. J.; LEPERS, E. Dynamics of land-use and land-cover change in the tropics. *Annual Review of Environment and Resources*, v. 28, p. 205-241, 2003. DOI: <https://doi.org/10.1146/annurev.energy.28.050302.105459>.
- LILLESAND, T. M.; KIEFER, R. W.; CHIPMAN, J. W. *Remote Sensing and Image Interpretation*. NY: John Wiley & Sons Inc., 5. ed., 2004.
- LIMA, P. *Análise espacial e SIG*. Editora Geoinformática, 2016.
- LIMA, T. Universo dobrado a um canto. *Intersemiose, Revista digital*, jun./dez. 2012.
- MASSUANGANHE, E.; GEMO, S.; X. T. Estudos sobre a Baía de Maputo: Transformações ambientais e impactos urbanos. Universidade Politécnica, Maputo, 2015.
- MARTIN, S. *An Introduction to Ocean Remote Sensing*. DOI: 10.1017/CBO9781139094368, 2004.
- MATHER, P. *Computer processing of remotely sensed images*. 3. ed. 2004.
- MEA. *Millennium Ecosystem Assessment. Ecosystems and Human Well-being: Synthesis*. Island Press, Washington, DC, 2005. Disponível em: <https://www.millenniumassessment.org/documents/document.356.aspx.pdf>. Acesso em: 02 abr. 2025.
- MITSCH, W. J.; GOSSELINK, J. G. *Wetlands*. 5. ed. Wiley, 2015.
- MELO, A. de ÁVILA; MENEZES, P. M. L.; CRUZ, C. M. M. C.; SAMPAIO, A. C. F.; SILVEIRA, R. de ÁVILA. O uso de imagens de satélite no ensino de geografia. *Anais XVI Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto*, INPE, 2013.
- MORAES, E. C. *Fundamentos de sensoriamento remoto*, 2004.
- MOURA, S. *Gerenciamento de desastres naturais com SIG*. Editora Ambiental, 2021.
- NASA. *The Landsat Program*, 2014.
- NORDHAUS, I.; WOLFF, M. Ecological services of mangrove ecosystems: A regional and global perspective. In: *Aquatic Ecology Series*, v. 2, p. 155-174, Springer, 2008.
- OLIVEIRA, A.; SANTOS, B. *Introdução aos Sistemas de Informações Geográficas*. Editora SIG, 2020.
- OLIVEIRA, M.; SANTOS, P. Community Perception and Environmental Campaigns. *Environmental Education Journal*, 2019.

OCHOA, C. Amostragem não probabilística: Amostra por conveniência. Outubro, 2015. Disponível em: <https://www.netquest.com/blog/br/blog/br/amostra-conveniencia>. Acesso em: 02 abr. 2025.

OPININCAI, L. L. Avaliação da cobertura vegetal do mangal no estuário Bons Sinais (2005-2015). Tese de Licenciatura em Oceanografia. Quelimane: Universidade Eduardo Mondlane-ESCMC, 2016.

PEREIRA, F. Dados geográficos em SIG. Editora Geomática, 2017.

PEREIRA, F.; SOUZA, L. Técnicas de mapeamento de cobertura vegetal. Editora Geomática, 2019.

RAMSAR. Florestas PARA ÁGUA e zonas húmidas, 2011. Disponível em: [https://www.ramsar.org/sites/default/files/wwd11\\_mozambique\\_borchura.pdf](https://www.ramsar.org/sites/default/files/wwd11_mozambique_borchura.pdf). Acesso em: 02 abr. 2025.

RAMSAR. An Introduction to the Ramsar Convention on Wetlands, 2016. Recuperado de: [https://www.ramsar.org/sites/default/files/documents/library/handbook1\\_5ed\\_introduction\\_to\\_convention\\_final\\_e.pdf](https://www.ramsar.org/sites/default/files/documents/library/handbook1_5ed_introduction_to_convention_final_e.pdf). Acesso em: 02 abr. 2025.

RICHARDSON, Pesquisa social-Métodos e técnicas. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2015.

RIBEIRO, C. Qualidade dos dados em SIG. Editora Cartografia, 2020.

CONGALTON, R. G.; KASS, C. Assessing the accuracy of remotely sensed data: principles and practices. 2. ed. 183 p., 2009.

SETO, K. C.; GÜNERALP, B.; H. H. H. Global forecasts of urban expansion and its environmental consequences. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, v. 109, n. 40, p. 16083-16088, 2012. DOI: <https://doi.org/10.1073/pnas.1211658109>.

SAHOO, S.; PANIGRAHI, R.; MISHRA, R. Flood impact on wetlands: An ecological perspective. Journal of Hydrology, v. 540, p. 404-416, 2015.

SILVA, T.; et al. Effectiveness of Environmental Awareness Campaigns in Coastal Communities. Journal of Sustainability Studies, 2020.

SILVA, D. Fundamentos do mapeamento e SIG. Editora Geocartografia, 2018.

SOUZA, R.; LIMA, T.; NASCIMENTO, V. Urbanization pressure on natural landscapes. Environmental Urbanization Studies, v. 52, n. 1, p. 87-101, 2018.

TEEB. A economia dos ecossistemas e da biodiversidade “TEEB”. Cambridge: Reino Unido, 2008.

TOMLINSON, P. B. *The Botany of Mangroves*. Cambridge: Cambridge University Press, 1986.

WOOD, C. *Environmental Impact Assessment: A Comparative Review*. Pearson Education, 2003.

WILKING, R.; LEWIS, M. Fate and effects of anthropogenic chemicals in mangrove ecosystems: A review. *Environmental Pollution U.S.* Environmental Protection Agency, abril de 2011. Disponível em: [www.elsevier.com/locate/envpol](http://www.elsevier.com/locate/envpol). Acesso em: 02 abr. 2025.

## Apêndices

a) Questionário dirigido aos atores-chave: Pescadores. Residente e ambientalistas

### Questionário

Universidade Politécnica, A Politécnica

Departamento de Engenharia

**Objectivo do Questionário:** Identificar as percepções das comunidades que interagem com o Mangal da Zona da Costa do Sol, em relação ao valor social, económico e ambiental do Mangal.

### Dados pessoais

**I.Idade**\_\_\_\_\_ **II.Sexo**

Masculino ( ) Feminino ( )

### III.Formação académica

Ensino básico\_\_\_\_\_ ( ) Ensino secundário do 1º ciclo\_\_\_\_\_ ( )

Ensino Médio\_\_\_\_\_ ( ) Ensino superior\_\_\_\_\_ ( )

### IV.Local de residência\_\_\_\_\_

#### 1.Acesso ao mangal

Utiliza os recursos do mangal?

**Sim** ( ) **Não** ( )

1.1.Quantas vezes por semana utiliza os recursos do mangal?

1 Uma a 2 duas vezes\_\_\_\_\_ ( ) 3 Três a 4 quatro vezes\_\_\_\_\_ ( )

Todos os dias \_\_\_\_\_ ( )

#### 2.Para que fins é usado o mangal?

Alimentação\_\_\_\_\_ ( ) Água\_\_\_\_\_ ( )

Madeira\_\_\_\_\_ ( ) Medicamentos\_\_\_\_\_ ( )

Pesquisa científica\_\_\_\_\_ ( ) Recreação\_\_\_\_\_ ( )

Outros\_\_\_\_\_

#### 3. Quais são as maiores ameaças ao mangal da Costa do Sol?

A urbanização?\_\_\_\_\_ Sim ( ) Não ( )

Deposição de resíduos sólidos ( )

Erosão? \_\_\_\_\_ ( )

Produção de carvão \_\_\_\_\_ ( )

Desflorestamento \_\_\_\_\_ ( )

Outras \_\_\_\_\_

#### **4.Histórico do Mangal da Costa do Sol**

A quantidade de recursos atualmente retirados do mangal como Peixes, Camarão, Madeira e outros é:

Superior há 5 anos atrás \_\_\_\_\_ Sim ( ) Não ( )

Inferior há 5 anos atrás \_\_\_\_\_ Sim ( ) Não ( )

#### **5.Educação ambiental para conservação do mangal**

Tem havido campanhas de educação ambiental no bairro? Sim ( ) Não ( )

Em média quantas campanhas por ano de educação ambiental acontecem no bairro sobre o Mangal?

Uma (1) \_\_\_\_\_ ( )

Duas (2) ou mais \_\_\_\_\_ ( )

Nenhuma \_\_\_\_\_ ( )

b) Questionário dirigido as autoridades ambientais do município de Maputo

#### **Dados Pessoais**

**I.Idade** \_\_\_\_\_

**II.Género** \_\_\_\_\_

**III.Formação académica** \_\_\_\_\_

**IV.Local de trabalho** \_\_\_\_\_

**V.Função laboral** \_\_\_\_\_

1. Quais são as estratégias levadas a cabo para conservação do mangal da Costa do Sol?

\_\_\_\_\_

2.Como está estruturada a assistência técnica ao mangal da Costa do Sol?

\_\_\_\_\_

3.Quais são as ameaças naturais e antrópicas no mangal da Costa do Sol?

\_\_\_\_\_

4. Quais são as estratégias de divulgação de informação sobre a importância do mangal aos moradores locais e outros beneficiários?

---

5. Quais são as políticas para conservação do mangal?

---

6. Que ações tem levado a cabo para conservação do mangal?

---