



**INSTITUTO SUPERIOR POLITECNICO DE GAZA**  
**FACULDADE DE AGRICULTURA**  
**CURSO DE ENGENHARIA FLORESTAL**

**ESTADO DE CONSERVAÇÃO DA VEGETAÇÃO DE MANGAL NA ZONA**  
**COSTEIRA DA CIDADE DA MAXIXE**

Monografia apresentada e defendida como requisito para a obtenção do grau de  
Licenciatura em Engenharia Florestal

**Autor:** Hipólito da Cruz Bento Cumbe.

**Tutor:** Eleutério José Gomes Mapsanganhe MSc.

**Lionde, Novembro de 2020**



## **INSTITUTO SUPERIOR POLITÉCNICO DE GAZA**

Projecto de Licenciatura sobre o estado de conservação da vegetação de mangal na zona costeira da cidade da Maxixe apresentado ao Curso de Engenharia Florestal na Faculdade de Agricultura do Instituto Superior Politécnico de Gaza, como requisito para obtenção do grau de Licenciatura em Engenharia Florestal.

Tutor: Eleutério José Gomes Mapsanganhe

Lionde, Novembro de 2020

**ÍNDICE**

<b>ÍNDICE DE TABELAS</b> .....	VI
<b>ÍNDICE DE FIGURAS</b> .....	VI
<b>LISTA DE ABREVIATURAS E ACRÔNIMOS</b> .....	VII
<b>DEDICATÓRIA</b> .....	VIII
<b>AGRADECIMENTOS</b> .....	IX
<b>DECLARAÇÃO</b> .....	X
<b>RESUMO</b> .....	XI
<b>ABSTRACT</b> .....	XII
<b>1. INTRODUÇÃO.</b> .....	13
1.1. Problema e justificativa .....	15
1.2. Objectivos.....	16
1.2.1. Geral .....	16
1.2.2. Específicos.....	16
<b>2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> .....	17
2.1. Mangal.....	17
2.1.1.Distribuição mundial do mangal .....	17
2.1.2. Distribuição do mangal em Moçambique.....	17
2.1.3.Taxonomia.....	18
2.1.4. Importância do mangal. ....	18
2.1.4.1. Mitigação da alteração climática .....	19
2.1.4.2. Protecção e amortecimento das zonas costeiras .....	19
2.1.4.3. Conservação da biodiversidade. ....	19
2.1.4.4. Segurança alimentar. ....	20
2.1.4.5. Importância económica.....	20
2.1.5. Ameaças ao ecossistema do mangal.....	20
2.1.6. Medidas de protecção e restauração do mangal. ....	21

2.1.6.1. Projectos de restauração. ....	22
2.2. Estrutura e composição da floresta. ....	22
2.2.1. Composição da floresta. ....	23
2.2.1.1. Diversidade. ....	23
2.2.1.1.1. Índice de diversidade de Shannon Weaver ( $H'$ ) e equitabilidade de Pielou. ....	23
2.2.1.2. Estrutura da floresta. ....	24
2.2.1.2.1. Regeneração natural ....	24
<b>3.METODOLOGIA.</b> .....	<b>25</b>
3.1. Descrição da área de estudo.....	25
3.1.1. Clima e Hidrologia. ....	25
3.1.2. Hidrografia. ....	26
3.1.3. Solos ....	26
3.1.4. Vegetação. ....	26
3.2. Materiais. ....	26
3.3. Amostragem da vegetação do mangal na zona costeira da cidade da Maxixe. ....	27
3.4. Levantamento da vegetação.....	27
3.5. Avaliação da regeneração natural. ....	28
3.6. Avaliação do estado de conservação do mangal. ....	28
<b>4. PROCESSAMENTO E ANALISE DE DADOS.</b> .....	<b>29</b>
4.1. Composição florística. ....	29
4.1.1. Índice de diversidade de Shannon-Weaver ( $H'$ ) e equitabilidade de Pielou ( $J$ ) ....	29
4.2. Estrutura horizontal. ....	29
4.2.1. Abundância. ....	30
4.2.2. Frequência. ....	30
4.2.3. Dominância. ....	30
4.2.4. Índice de Valor de Importância (IVI). ....	31
4.3. Relação diâmetro-altura. ....	31
4.4. Precisão do inventário e número ideal de unidades amostrais. ....	31

<b>5. RESULTADOS E DISCUSSÃO.</b> .....	32
5.1. Composição florística do mangal da zona costeira da cidade da Maxixe. ....	32
5.1.1. Índice de diversidade de Shannon Weaver (H'). .....	32
5.2. Coeficiente de equitabilidade de Pielou ( <i>J</i> ). .....	33
5.3. Estrutura horizontal do mangal. ....	33
5.4. Distribuição diamétrica. ....	34
5.4.1. Distribuição dimétrica das espécies. ....	35
5.5. Relação diâmetro-altura e correlação de Person. ....	36
5.6. Avaliação da regeneração natural .....	38
5.7. Estado de conservação. ....	40
5.8. Precisão da amostra e número ideal de unidades amostrais. ....	42
<b>6. CONCLUSÕES.</b> .....	<b>44</b>
<b>7. RECOMENDAÇÕES.</b> .....	<b>45</b>
<b>8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.</b> .....	<b>46</b>
<b>9. ANEXOS</b> .....	<b>51</b>

## ÍNDICE DE TABELAS

Tabela.01: Materiais e softwares para colecta e processamento de dados.....	26
Tabela.02: Espécies de mangal da cidade da Maxixe, suas respectivas famílias e géneros....	32
Tabela.03: Comparação dos Índices de diversidade e coeficiente de equitabilidade do mangal da Maxixe com o de Mahite, Baía de Pemba e Baía de Sofala.....	33
Tabela.04: Estrutura horizontal (Abundância, Frequência, Dominância e IVI).....	34
Tabela.05: Abundância absoluta por classes diamétricas das espécies de mangal na zona costeira da cidade da Maxixe.....	35
Tabela 06: Abundância relativa das classes de regeneração do mangal da zona costeira da cidade da Maxixe.....	39
Tabela. 07: Abundância relativa das espécies por classe de regeneração do mangal da zona costeira da cidade da Maxixe.....	49
Tabela 08 : Abundância relativa das categorias de conservação do mangal da zona costeira da cidade da Maxixe.....	40
Tabela 09: Abundância relativa das espécies por categoria de conservação do mangal da zona costeira da cidade da Maxixe.....	41
Tabela 10 : Abundância relativa das categorias de conservação nas classes diamétricas.....	42
Tabela.11: Medidas de precisão da amostra.....	43

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura.01: Localização da área de estudo (Produzido pelo autor, Fonte DINAGECA).....	25
Figura.02: Esquema das quadriculas e sub-quadriculas.....	27
Figura.03: Grelha de amostragem ( produzida pelo autor. Fonte: Google Earth).....	27
Figura.04: Abundância absoluta das classes diamétricas do mangal na zona costeira da cidade da Maxixe.....	35
Figura.05: Relação diâmetro -altura da <i>A.marina</i> .....	36
Figura.06: Relação diâmetro-altura da <i>S.alba</i> .....	37
Figura.07: Relação diâmetro-altura da <i>R.mucronata</i> .....	37
Figura.08: Relação diâmetro-altura da <i>C. tagal</i> .....	37

Figura.09:Relacao diâmetro -altura da *B.gymnorrhiza*.....37

## LISTA DE ABREVIATURAS E ACRÔNIMOS

CAP-	Circunferência a Altura do Peito
DAP-	Diâmetro a altura do peito.
DNGA-	Direcção Nacional de Gestão Ambiental
FAO-	Food and Agriculture Organization of the United Nations.
GIS-	Geographical Information System.
GPS-	Global Positioning System.
ha-	Hectare.
IM-	Índice de Morisita
ind.especie-	Individuo por espécie
IVI-	Índice de Valor de Importância
Km-	Quilómetros
Ln-	Logaritmo natural
MITADER-	Ministério de Terra Ambiente e Desenvolvimento Rural.
mm-	Milímetro
m-	Metro
$m^2 \cdot ha^{-1}$ -	Metros quadrados por hectare.
nats	unidade natural de base $e$ (irracional)
QM-	Quociente de mistura
s.d-	Sem data.
SPSS-	Statistical Package for the Social Sciences
tC/ha-	Toneladas de carbono por hectare.
%-	Percentagem
$\pi$	Pi ( 3.1415...)

## **DEDICATÓRIA**

Dedico este trabalho ao meu pai Bento Francisco Notisso, por acreditar em mim, conceder-me ensinamentos, apoio incondicional, dedicação, inspiração para toda a minha formação,

Ao meu avô Francisco Notisso Cumbe pelos ensinamentos da vida (paz a sua alma)

A minha irmã Guilhermina da Conceição Bento Cumbe pela Paciência confiança e encorajamento.



## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço a Deus todo-poderoso pela dádiva da vida e capacidade de raciocínio.

Um especial agradecimento endereço ao dr. Eleutério José Gomes Mapsanganhe na qualidade de tutor, pela sábia orientação dada na realização deste trabalho, pelo acompanhamento, paciência e disponibilidade dispensada.

Aos meus pais Bento Francisco Notisso e Hortência Hilario Manguê, pelo amor incondicional, pela doação e dedicação em todos os momentos de minha vida.

A minha namorada Débora Bendzane pelo encorajamento e por ter sido quem mais de perto esteve comigo nesta caminhada, obrigado pelo carinho, paciência e por sua capacidade de me trazer confiança a cada dia.

Aos meus irmãos, Hilario Bento Cumbe, Guilhermina da Conceição Bento Cumbe, Ivódia Banze, Astra Banze, pela confiança e respeito durante todos os dias de nossas vidas.

A todos meus primos em especial Erson Herminio Cristina pela ajuda na colheita de dados e pela grande amizade, a Dimilton Francisco Notisso, Arsénio Bonifácio.

A todos meus tios em especial Pedro Francisco Notisso que sempre deu apoio moral, financeiro (sempre que podia) e conselhos em toda minha trajetória académica, o meu muito obrigado.

A todos meus docentes em especial ao dr. Luís Comissario, Eng. Severino Macoo, Eng. Emídio Matusse dr. Sérgio Bila, dr. Arão Finiasse, , e os demais.

Em especial aos meus colegas e amigos Gerson Vilanculos, Silvano da Silva, Rosália Cossa, Edmilson Rodrigues, Félix Alberto, Jonas Rui, Justino Natalino, Samuel Menete, que para além de amigos, souberam ser irmãos e companheiros nos momentos mais felizes e difíceis do curso.



## INSTITUTO SUPERIOR POLITECNICO DE GAZA

### Declaração

Declaro por minha honra que este Trabalho de Culminação do Curso é resultado da minha investigação pessoal e das orientações do meu tutor, o seu conteúdo é original e todas as fontes consultadas estão devidamente mencionadas no texto, nas notas e na bibliografia final. Declaro ainda que este trabalho não foi apresentado em nenhuma outra instituição para propósito semelhante ou obtenção de qualquer grau académico.

Lionde, Novembro de 2020

---

(Hipólito da Cruz Bento Cumbe)

## RESUMO

Este estudo foi realizado na zona costeira da cidade da Maxixe, com objectivo de avaliar o estado de conservação do mangal. Os dados foram colectados nas comunidades de Sahane (Chicunque) e Sofane (Malalane-1) de Fevereiro a Abril de 2020. Foram amostradas no total 35 parcelas com base no estabelecimento de uma grelha de amostragem (amostragem sistemática) com recurso ao Google Earth, onde os pontos amostrais (coordenadas) encontravam-se a 100 m de distância entre si. O primeiro ponto (quadrícula) foi estabelecido de forma aleatória e a partir deste, foram demarcadas sistematicamente as outras quadrículas, posicionadas ao longo de 12 transectos perpendiculares á linha da costa com 50m de distância entre si, os pontos amostrais foram localizados com recurso ao GPS, onde em cada ponto foi estabelecida uma quadrícula de 10mx10m, mensurados e registados todos os indivíduos com CAP>7.9cm (DAP>2.5cm). Num dos cantos de cada quadrícula de 10mx10m foi estabelecida uma quadrícula de 5mx5m para o estudo da regeneração natural, onde foram contados e agrupados em 3 classes de regeneração (propágulos, indivíduos em transição e arbustos). Para o estudo do estado da conservação, os indivíduos foram agrupados em 5 categorias (indivíduos intactos, corte parcial, corte profundo, cepos e mortes por causas naturais). Foram identificadas 5 espécies: *Avicennia marina*; *Sonneratia alba*; *Rhizophora mucronata*; *Ceriops tagal* e *Bruguiera gymnorrhiza*. A *Avicennia marina* foi a mais abundante, frequente, dominante e com maior índice de valor de importância. O índice de diversidade de Shannon Weaver foi de 1.34 e equitabilidade 0.83. A classe de regeneração II que são indivíduos em transição apresentou maior número de indivíduos (43.68%). O estado de conservação na zona costeira da cidade da Maxixe é bom, justificado pela alta abundância de indivíduos intactos (86.2%), sendo que (13.8%) foram degradados pela exploração humana. Este estudo é de grande importância no que tange ao manejo do mangal na zona costeira da cidade da Maxixe, bem como na priorização de espécies a conservar e de espécies mais ecologicamente importantes a nível da estrutura horizontal.

**Palavras-Chave:** Estado de conservação do mangal; regeneração natural; importância ecológica.

## ABSTRACT

This study was carried out in the coastal area of the city of Maxixe, with the objective of assessing the conservation status of the mangrove. Data were collected in the communities of Sahane (Chicunque) and Sofane (Malalane-1) from February to April 2020. A total of 35 plots were sampled based on the establishment of a sampling grid (systematic sampling) using Google Earth, where the sample points (coordinates) were 100 m apart. The first point (grid) was established at random and from this point the other grid lines were systematically demarcated, positioned along 12 transects perpendicular to the coast line 50m apart, the sample points were located using GPS, where in each point a grid of 10mx10m was established, all individuals with  $CAP > 7.9\text{cm}$  ( $DBH > 2.5\text{cm}$ ) were measured and recorded. In a corner of each 10mx10m grid, a 5mx5m grid was established for the study of natural regeneration, where they were counted and grouped into 3 regeneration classes (propagules, individuals in transition and shrubs). For the study of the state of conservation, individuals were grouped into 5 categories (intact individuals, partial cut, deep cut, stumps and deaths from natural causes). Five species were identified: *Avicennia marina*; *Sonneratia alba*; *Rhizophora mucronata*; *Ceriops tagal* and *Bruguiera gymnorrhiza*. *Avicennia marina* was the most abundant, frequent, dominant and with the highest importance value index. Shannon Weaver's diversity index was 1.34 and equitability 0.83. Regeneration class II, which are individuals in transition, presented a greater number of individuals (43.68%). The state of conservation in the coastal zone of the city of Maxixe is good, justified by the high abundance of intact individuals (86.2%), with 13.8% ) have been degraded by human exploitation. This study is of great importance in terms of mangrove management in the coastal area of the city of Maxixe, as well as in prioritizing species to be conserved and of more ecologically important species in terms of the horizontal structure.

**Keywords:** Mangrove conservation status, natural regeneration, ecological importance

## 1. INTRODUÇÃO.

Os mangais são florestas que crescem em áreas entre-marés, ao longo dos estuários, onde a água salgada mistura-se com a água doce nas zonas tropical e sub-tropical (Chávez, 2018). Têm a capacidade de adaptar-se a diferentes graus de salinidade, ambientes severos, altas temperaturas, alta sedimentação e solos pantanosos anaeróbicos e pobres com acumulação de substâncias tóxicas (Kathiresan & Bingham, 2001).

Este ecossistema pode ser dividido em dois grupos, sendo o primeiro das espécies de mangais exclusivas que crescem só no meio ambiente do mangal sem estender-se para comunidade da vegetação terrestre e são adaptadas morfológicamente e fisiologicamente a condições salinas, inundadas e anaeróbicas, e o segundo grupo inclui outras espécies associadas aos habitats do mangal (FAO, 2007).

Os mangais providenciam uma série de serviços ecológicos, paisagísticos, culturais, históricos e económicos importantes para as comunidades costeiras e ecologicamente são um local de grande biodiversidade, incluindo plantas, animais, bactérias, fungos e outros grupos tróficos importantes (Hogarth, 2015).

A grande diversidade de fauna abrange aves (incluindo várias espécies protegidas), peixes (muitos de elevado valor comercial), crustáceos (incluindo os economicamente importantes camarão e o caranguejo) e moluscos (Kathiresan & Bingham, 2001).

Como qualquer outro tipo de floresta, os mangais são sequestradores de carbono, e no contexto actual das mudanças climáticas e sua mitigação, ocupam lugar de destaque, dado que sequestram e retêm maior quantidade de carbono que qualquer outra floresta terrestre, sequestrando em torno de  $1.023 \text{ tc}\cdot\text{ha}^{-1}$  por ano (Donato *et al*, 2011; Kauffman & Donato 2012).

Segundo Marzoli, (2007), a área de mangais reduziu em todo o país de 408,000 ha em 1972 para 357,000 ha em 2004, com uma perda total de 51,000 ha em 32 anos. Estas perdas de mangal são relacionadas á factores naturais e antropogénicos (exploração de produtos florestais, sedimentação, erosão, dinâmica hidrológica, e conversão) (Taylor *et al*, 2013).

No país, mais de 60% da população vive na zona costeira e a maior parte depende dos recursos marinhos e costeiros incluindo os mangais. As maiores cidades como Maputo, Beira, Quelimane e Pemba, estão localizadas na zona costeira e coincide com a alta taxa de

degradação de mangais em torno desses centros urbanos, onde a demanda de produtos de mangal, tais como carvão, lenha e material de construção é alta (MITADER, 2015).

As maiores áreas de mangais têm sido usadas pelo homem, especialmente perto de centros de densidade populacional, nomeadamente no norte do país e próximo dos portos. Árvores, especialmente *Rhizophora mucronata*, são amplamente utilizadas para madeira, lenha e carvão, portanto, a perda do mangal origina significativamente na redução da biodiversidade marinha, bem como na quantidade desses recursos afectando assim a economia das comunidades locais que usam o mangal para construção, como combustível lenhoso e também dos recursos pesqueiros (FAO, 2005).

Estudos sobre a taxa de desflorestamento anual do mangal feitos entre os anos 1972 a 1990 indicavam que a província de Inhambane tinha uma taxa de 1.2%, (Balidy *et al.*, 2005), de acordo com estudos realizados em 2016, constatou-se que a cobertura de mangal na província de Inhambane é de 14,898 ha.

Tendo em conta a importância do mangal na protecção da costa e suas mais diversas funções ecológicas, culturais e económicas, bem como a vulnerabilidade costeira que a cidade da Maxixe apresenta, tornou-se imperioso estudar o estado da conservação da vegetação do mangal bem como as suas características.

### **1.1. Problema e justificativa**

Estimativas mostram que Moçambique possui cerca de 300.000 ha de florestas de mangal (Aquino *et al.*, 2018), apesar da crescente consciência de sua importância, há evidências que a taxa de desmatamento dos mangais em Moçambique é de  $18.2\text{km}^2.\text{ano}^{-1}$  (Taylor *et al.*, 2013). As perdas de mangal têm sido consideráveis e tendem a continuar, de 2003 a 2013, cerca de 156 ha foram perdidos anualmente causadas pela expansão urbana e agrícola, pela erosão costeira, pela extracção de produtos pesqueiros e de madeira para uso comercial (Aquino *et al.*, 2018).

A destruição do ecossistema de mangal pode influenciar na redução da diversidade da fauna marinha, problemas de erosão costeira, exposição da costa aos eventos climáticos, e diversos problemas ecológicos e económicos ao longo da costa (Chevallier, 2013).

Actualmente nota-se ao longo da costa da cidade da Maxixe extensas áreas sem cobertura da vegetação do mangal o que em algumas áreas nota-se a erosão costeira, desabamento de barreiras bem como a redução deste ecossistema. A avaliação do estado de conservação do mangal constitui uma etapa fundamental na identificação e estabelecimento da sua interacção com a costa e a comunidade, pois permite diagnosticar e traçar acções de carácter preventivo no local. Neste contexto, este estudo pretende levar a cabo um trabalho de avaliação do estado da conservação da vegetação de mangal na zona costeira da cidade da Maxixe.

As comunidades circunvizinhas têm um papel importante na preservação e controlo do mangal, pois são elas que vivem o drama quotidiano tanto da redução da quantidade de mariscos, erosão, bem como de perda dessa vegetação, ocasionando assim diversos problemas ecológicos, portanto, devem estar dotadas de conhecimentos e práticas que lhes permitam desenvolver suas actividades em harmonia com o ambiente.

Com este trabalho pretende-se contribuir na avaliação do estado da vegetação do mangal, factores concorrentes ao desenvolvimento da sua redução, participando desta forma na melhoria das estratégias de intervenção na zona costeira.

## **1.2. Objectivos**

### **1.2.1. Geral**

- ❖ Avaliar o estado de conservação do mangal na zona costeira da cidade da Maxixe.

### **1.2.2. Específicos**

- ❖ Determinar a estrutura e composição florística do mangal na zona costeira da cidade da Maxixe;
- ❖ Avaliar o estado de conservação do mangal na zona costeira da cidade da Maxixe;
- ❖ Determinar a taxa de regeneração natural das espécies de mangal na zona costeira da cidade da Maxixe.



## **2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

### **2.1. Mangal**

#### **2.1.1. Distribuição mundial do mangal.**

Os mangais localizam-se entre latitudes 25°N e 25°S, nas zonas tropicais e subtropicais (Kauffman & Donato, 2012), estudos realizados no ano 2000 constatou-se que a área total de mangal em todo o mundo era cerca de 137,760 km<sup>2</sup>, os mangais mais extensos são encontrados na Ásia com cerca de 6.8 milhões de hectares representando 42% do mangal a nível mundial, apenas a Indonésia destaca-se com 23% seguindo a África com 20%, América central e do norte 15%, Oceânia 12%, América do sul 11% e Austrália 7% (Giri *et al.*, 2010).

No litoral africano os mangais cobrem cerca de 3.5 milhões de hectares e em todos os países ao longo das costas ocidentais e orientais de África (Chevallier, 2013), disperso ou concentrado da Mauritânia para Angolana na costa ocidental, do Egipto para a África do Sul na costa oriental, inclusive Madagáscar e várias outras ilhas (FAO, 2007). 70% de todo o mangal africano pode ser encontrado em só cinco países, nomeadamente, Nigéria(32%), Moçambique(12%), Madagáscar (9%), Guiné (9% ) e Camarões(8%) e outros 30% (Chevallier, 2013).

#### **2.1.2. Distribuição do mangal em Moçambique.**

Moçambique possui a segunda maior área de mangal no continente Africano, e a maior na região oriental de África, com uma cobertura estimada em pouco mais de 300.000 ha (Fatoyinbo & Simard, 2013; Aquino *et al.*, 2018), que varia entre 290.000 e 368.000 ha (Pereira *et al.*, 2014). Encontra-se maioritariamente concentrado nas regiões Centro e Norte, onde grandes volumes de água doce são descarregados para o Oceano Índico, principalmente os rios Zambeze, Pungué, Save e Búzi no Centro do país. O Delta do Zambeze estende-se numa distância de 180 Km ao longo da costa e 50 Km para o interior e alberga cerca de 50% dos mangais de Moçambique, sendo um dos mais extensos habitats de mangal em África (Chevallier, 2013). No norte de Moçambique, os mangais são encontrados a partir do rio Rovuma em Cabo Delgado, até Angoche em Nampula, com áreas de notável desenvolvimento em Lumbo, Ibo- Quissanga e Baía de Pemba. No Sul do país, os mangais ocorrem com mais incidência em Morrumbene, Baía de Inhambane, Baía de Maputo, e na Ilha de Inhaca (MITADER, 2015).

Ocorrem no país 9 espécies de mangal, onde a *Avicennia marina*, *Bruguiera gymnorhiza*, *Ceriops tagal*, *Sonneratia alba* e *Rhizophora mucronata* são dominantes e as menos dominantes são a *Pemphis acidula*, *Heritiera litorallis*, *Lumnitzera racemosa* e *Xylocarpus granatum* (Barbosa *et al.*, 2001).

### 2.1.3. Taxonomia

Apenas cerca de 110 das 250.000 espécies de plantas vascularizadas, são características das florestas de mangal, a família Rhizophoraceae está virtualmente presente em todas as zonas onde o mangal está presente, e o género Rhizophora é muito comum em todo o mundo, dos muitos estudos feitos, registam-se hoje, 8 famílias e 12 géneros, pertencendo tanto às magnoliopsida como às liliopsida (Neves *et al.*, 2005).

- ❖ *Avicennia marina*: Família-Avicenniaceae; Genero- Avicennia.
- ❖ *Bruguiera gymnorhiza*: Família- Rhizophoraceae; Genero- Bruguiera.
- ❖ *Ceriops tagal*: Família- Rhizophoraceae; Genero- *Ceriops*.
- ❖ *Sonneratia alba*: Família- Sonneratiaceae; Genero- *Sonneratia*.
- ❖ *Rhizophora mucronata*- Família- Rhizophoraceae; Genero- *Rhizophora*.
- ❖ *Pemphis acidula*-Família- Lythraceae; Genero- *Pemphis*.
- ❖ *Heritiera litorallis*-Família- Malvaceae; Genero- *Heritiera*
- ❖ *Lumnitzera racemosa*-Família- Combretaceae-Genero- *Lumnitzera*.
- ❖ *Xylocarpus granatum*-Família- Meliaceae- Genero- *Xylocarpus*

### 2.1.4. Importância do mangal.

Uma das características do ecossistema do mangal é a de ser um berçário natural de formas juvenis de várias espécies animais, pelas suas condições ideais para a reprodução e desenvolvimento. A localização do mangal entre marés faz com que o ecossistema tenha uma variedade de nichos ecológicos: vegetação tolerante à salinidade e às inundações periódicas; habitat de uma fauna diversificada, onde é possível encontrar representantes dos anelídeos, dos moluscos, dos crustáceos, dos aracnídeos, dos insectos, dos anfíbios, dos répteis, dos peixes, das aves e dos mamíferos (Chávez, 2018).

Este ecossistema representa para muitas comunidades locais e ancestrais a sua identidade, os seus costumes, as suas tradições, o seu património histórico e a sua memória da paisagem, da qual também dependem economicamente. Os usos e valores do ecossistema de mangal são

muitos e variados, os recursos que o mangal fornece são utilizados de diversas maneiras, os mais conhecidos são: reparação ou construção de canoas; produção de lenha ou carvão; na medicina (produção de medicamentos); na alimentação, adicionalmente a isso, o mangal é uma protecção natural das marés vivas e tsunamis, à qual podem estar sujeitos os povoados costeiros (Chávez, 2018).

#### **2.1.4.1. Mitigação da alteração climática**

O ecossistema de mangal têm a capacidade de absorver e armazenar 10 vezes mais o dióxido de carbono que os ecossistemas terrestres de tamanho similar, os corais jovens crescem entre as raízes do mangal que evitam seu branqueamento causado pelas alterações climáticas. Os recifes de coral são a base da vida marinha, e o seu desaparecimento significaria um desastre para os oceanos (Kolb, 2016).

#### **2.1.4.2. Protecção e amortecimento das zonas costeiras**

O mangal serve de protector e amortecedor das linhas costeiras contra tempestades, incluindo furacões, também estabilizam o solo ao atenuarem os processos de erosão causada pelas inundações e pelos danos das marés vivas (Feller & Sitnik, 2002).

São parte das barreiras vivas conjuntamente com outros ecossistemas, tais como os recifes de coral, para mitigar os impactos da subida do nível do mar causada pela alteração climática ou outros acontecimentos extremos, demonstrando resiliência às perturbações temporais (Bolstad, 2016).

Este ecossistema têm a capacidade, pelo seu sistema de raízes e troncos, de reduzir a pressão do fluxo das ondas dos tsunamis de até 100 m de largura, e em altura conseguem reduzir entre 13 % e 66 % por cada 100 m de franja de ecossistema do mangal (Alongi, 2008). Funcionam também como contentores dos sedimentos transportados pelo escoamento a montante, controlando-os e capturando-os, e assim, minimizando problemas de assoreamento em canais e lagoas (Alongi, 2008).

#### **2.1.4.3. Conservação da biodiversidade.**

Os mangais armazenam grandes quantidades de nutrientes no solo, devido ao processamento de matéria orgânica mediante a decomposição microbiana (Alongi, 2008). Fornecem refúgio, sendo também ao mesmo tempo o habitat para muitos organismos marinhos, tais como

peixes, caranguejos, ostras, e outros invertebrados e animais selvagens, tais como pássaros e répteis nos períodos mais críticos da etapa de vida como na reprodução e crescimento, inclusive, é refúgio para a fauna silvestre local e migratórias, que em alguns casos encontram-se ameaçadas ou em perigo de extinção (Feller & Sitnik, 2002).

#### **2.1.4.4. Segurança alimentar.**

O mangal, ao ser refúgio de organismos e fornecedores de nutrientes, são uma fonte importante de numerosos recursos pesqueiros, ao mesmo tempo que é uma barreira viva, também pode ajudar a mitigar a poluição dos aquíferos (reservas de água doce), e zonas com aptidão agrícola da salinização produzida pelas inundações que tem acontecido como consequência pela subida do nível do mar (Chávez, 2018).

#### **2.1.4.5. Importância económica.**

A indústria pesqueira depende da existência deste ecossistema, pela sua alta produtividade de biomassa pesqueira, que contribui no crescimento económico das populações, mais do que isso, as espécies de valor comercial estão ligadas directamente ao mangal durante pelo menos parte do seu ciclo de vida, frequentemente durante a reprodução e crescimento (Feller & Sitnik, 2002)..

Os mangais são importantes em termos de valor estético, científico e educativo, são locais onde se pode desenvolver actividades como esportes aquáticos, passeios de barco, observação de aves, ecoturismo entre outras actividades de lazer e recreio (Bolstad, 2016). São Também fonte de matérias-primas como madeira, lenha, carvão, estacas e medicamentos (Alongi, 2008).

#### **2.1.5. Ameaças ao ecossistema do mangal**

Apesar de todos os benefícios e serviços associados ao ecossistema do mangal, eles estão sujeitos a ameaças de carácter natural, e antrópico, esta última é contínua e progressiva, que tem ocasionando desflorestamento, degradação, poluição e fragmentação. As principais ameaças são:

- ❖ As alterações climáticas, na qual se evidencia no aumento do nível do mar, aumento do  $\text{CO}_2$ , aumento da temperatura do ar e da água e a mudança das precipitações na sua

frequência e intensidade, afectando lugares onde o mangal poderia colonizar e expandir-se (Alongi, 2008);

- ❖ A conversão dos habitats do mangal para o desenvolvimento urbano, agropecuária nas planícies costeiras, rede viária que compreende a implementação de pontes, estradas ou auto-estradas, indústria petroléira, mineração entre outros, que são cada vez mais expansivos (Flores-Verdugo *et al.*, 2005);
- ❖ Poluição por pesticidas provenientes da agricultura, bem como derrames de petróleo proveniente da indústria petroléira (FAO, 2007);
- ❖ Uma das maiores ameaças do mangal é a aquacultura, com destaque para a construção de tanques de camarão, responsáveis por mais da metade das perdas dos ecossistemas do mangal (Kolb, 2016);
- ❖ O desflorestamento mundial tem um impacto de perdas nos ecossistemas do mangal de 1 % a 2 % anual (Alongi, 2008).

### **2.1.6. Medidas de protecção e restauração do mangal.**

Devido às significativas perdas dos ecossistemas do mangal a nível mundial, e ao impacto ambiental que representa, existe uma preocupação por manter, proteger, reabilitar e restaurar o mangal entre os governos, entidades internacionais e entidades não-governamentais (Flores-Verdugo *et al.*, 2005).

Para restaurar o mangal é preciso considerar as comunidades locais (social, produtividade, e económica) e os aspectos ambientais dos habitats do mangal (clima, períodos de inundação, hidroperíodo, regime de marés, microtopografia, tipo de solos, quantidade de nutrientes, salinidade intersticial, manto freático, vulnerabilidade) para que a planificação seja coerente e abrangente (Flores-Verdugo *et al.*, 2005).

É importante que as medidas a implementar estejam conjuntamente geridas com políticas públicas e normativas municipais, de modo a criar áreas de protecção e restauro, onde as ameaças antrópicas possam ser mitigadas, sendo assim, para que exista uma maior abertura a programas e políticas de conservação do mangal, é preciso melhorar o conhecimento dos serviços do ecossistema que este representa, criando assim vínculos entre as comunidades locais e o ecossistema promovendo a regeneração, e diminuindo a degradação das áreas litorais, as comunidades devem ter uma participação activa como o direito de tomar decisões nos seus territórios, em que a apropriação do espaço em conjunto com os conhecimentos do

funcionamento do ecossistema (que muitos têm da vida silvestre nos seus locais) pode trazer benefícios na subsistência da população e tornam-se guardiãs da vida silvestre (FAO, 2007).

O processo geral para restaurar os ecossistemas do mangal começa com o reflorestamento, seguido do estabelecimento de viveiros, a restauração do hidroperíodo e microtopografia, o controlo da salinidade intersticial, e a acreção natural e artificial (Flores-Verdugo et al., 2005).

Para além disso, os ecossistemas do mangal mantêm a forma do litoral para o seu desenvolvimento. Quando eles sofrem um processo de desmatamento ou destruição total, as formas do litoral mudam pela acção da erosão como consequência das marés e os fluxos, o que faz mais difícil voltar a plantar mangal, e a recuperar seu estado original (Kolb, 2016).

#### **2.1.6.1. Projectos de restauração.**

O CDS-ZC estabeleceu um plano de acção para a restauração de mangal 2015-2020 que visa responder a crescente pressão humana e das mudanças climáticas sobre os mangais e mitigar os seus efeitos através da protecção, conservação e gestão sustentável dos mangais em Moçambique, mantendo a sua função protectora, valores e biodiversidade de modo a atender o desenvolvimento sócio-económico e as necessidades de protecção ambiental em estuários e zonas costeiras (MITADER, 2015).

A conferência dos oceanos de Junho de 2017, em Nova Iorque, onde Moçambique foi signatário, ficou estabelecido um compromisso nacional, de aumentar a capacidade dos ecossistemas costeiros para o sequestro de carbono através de plantio de cinco mil hectares de mangais até 2022 e reduzir a poluição marinha através de eliminação de efluentes urbanos não tratados em cinco principais cidades do país, neste contexto o CDS-ZC-Gaza realizou uma capacitação técnica envolvendo 10 funcionários e 7 membros de liderança comunitária sobre a conservação, identificação de espaço ideal para a instalação de viveiro em estufa na baía de Inhambane (Ministério do Mar, Aguas Interiores e Pescas, 2018).

#### **2.2. Estrutura e composição da floresta.**

A análise estrutural da vegetação é utilizada para caracterizar os elementos que possibilitam verificar as condições actuais da floresta e determinar a composição entre diferentes tipos florestais (Silva, 2006).

### **2.2.1. Composição da floresta.**

A composição florística pode ser medida pela distribuição espacial das espécies, diversidade, pelo quociente de mistura usado para fornecer a intensidade de mistura das espécies, pelo grau de dispersão das espécies na área que pode ser obtido pelo Índice de Morisita indicando se a dispersão de indivíduos a nível de espécie é agregada, aleatória ou uniforme (Vidal, 2000).

#### **2.2.1.1. Diversidade.**

Diversidade abrange dois diferentes conceitos que são: riqueza e uniformidade, que podem ser aplicados por meio de uma escala hierárquica, desde diversidade genética até diversidade de ecossistemas, sendo que riqueza refere-se ao número de espécies presentes na flora e, ou, na fauna, em uma determinada área e uniformidade ao grau de dominância de cada espécie, em uma área (Suza, 2004).

Em princípio, diversidade pode ser mensurada, considerando-se qualquer componente biológico. Existem vários índices de quantificação da diversidade de um ecossistema, os quais possibilitam, inclusive comparação entre os diferentes tipos de vegetação (Suza, 2004).

Uma comunidade é considerada de alta diversidade se as espécies presentes forem muito abundantes, por outro lado, se uma comunidade apresenta menor abundância de espécies então a diversidade de espécie é baixa nessa comunidade, uma alta diversidade de espécies indica uma comunidade altamente complexa, isto é, para uma grande variedade de espécies admite-se uma maior variedade de interacções (Silva, 2006).

##### **2.2.1.1.1. Índice de diversidade de Shannon Weaver (H') e equitabilidade de Pielou.**

O Índice de diversidade de Shannon-Weaver considera igual peso entre as espécies raras e abundantes. Este índice pode expressar riqueza e uniformidade, pondera que os indivíduos de uma população sejam amostrados ao acaso, desde que a população seja efectivamente infinita e que todas as espécies estejam presentes na amostra, portanto, este índice torna-se elevado se tiver um grande número de espécies raras (Magurran, 1989, citado por Massuanganhe, 2013; Mandlate, 2013)

Segundo Malik *et al.* (2019), para  $H' < 1$  o índice de diversidade é baixo,  $1 < H' \leq 3$  diversidade moderada,  $H' > 3$  alta diversidade.

O índice de equitabilidade corresponde à proporção entre a diversidade observada de uma amostra e a diversidade máxima entre as espécies de uma comunidade (Lloyd & Ghelardi 1964 citado por Massuanganhe, 2013). A equitabilidade significa medida de uniformidade da abundância entre as espécies amostradas na comunidade e pertence ao intervalo [0,1], onde 1 representa a máxima diversidade, ou seja, todas as espécies são igualmente abundantes (Compania Paranaense de Energia, 2012)

#### **2.2.1.2. Estrutura da floresta.**

A estrutura da floresta pode ser caracterizada em horizontal, onde são analisados parâmetros referentes a abundancia, dominância, frequência e índice de valor de importância, e pela estrutura vertical, que estuda a posição sociológica da floresta dividindo-a em estratos( inferior, médio e superior) e também analisa a regeneração natural ( Silva, 2006).

##### **2.2.1.2.1. Regeneração natural**

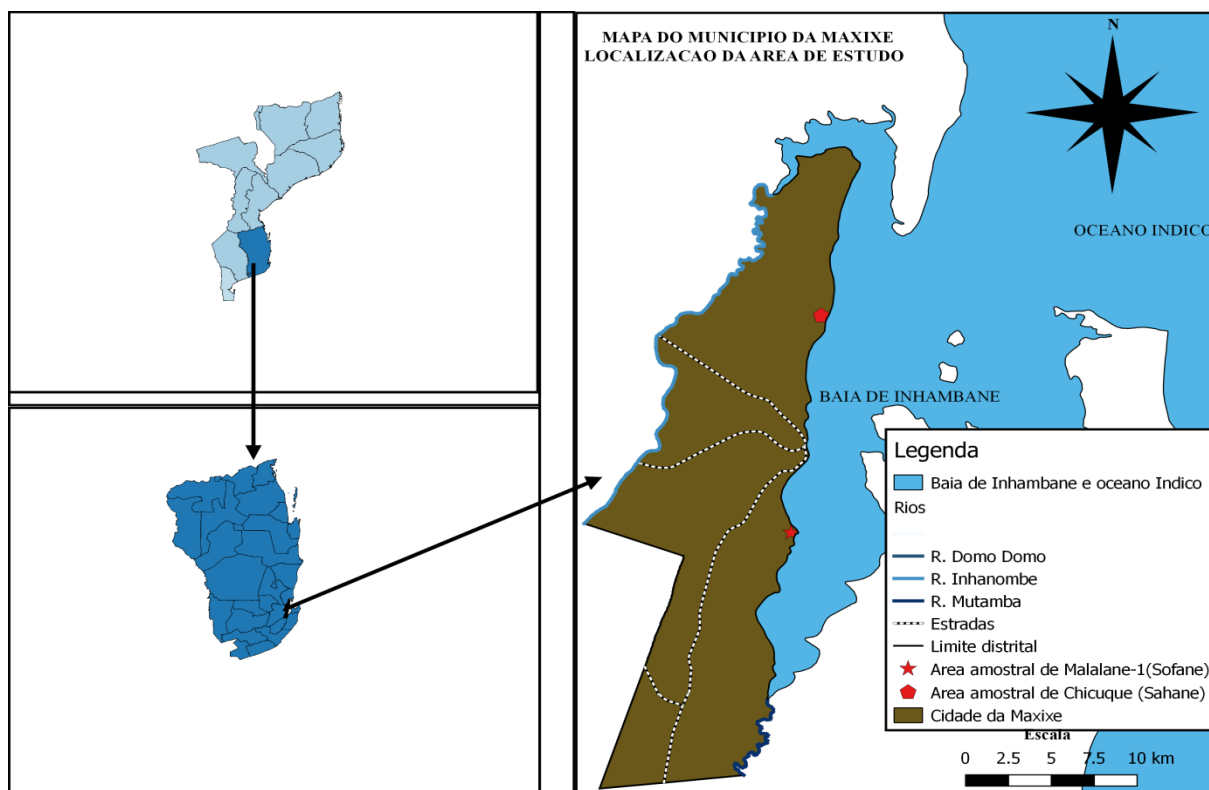
Consideram-se como “regeneração natural” as árvores com uma altura inferior a 1.30 m e aquelas cujo diâmetro à altura do peito seja inferior a 75 mm (55 mm no caso do eucalipto) e que não tenham sido resultado de sementeira ou plantação (Tomé, 2007).



### 3.METODOLOGIA.

#### 3.1. Descrição da área de estudo.

O Município da Maxixe é limitado a Norte pelo Distrito de Morrumbene através do Rio Nhanombe, a Sul pelos distritos de Jangamo e Homoíne, a Este pela Cidade de Inhambane através da Baía do mesmo nome e a Oeste pelos Distritos de Homoíne através do Rio Nhanombe (DNGA, 2008).



**Figura.01:** Localização da área de estudo (Produzido pelo autor. Fonte de dados: DINAGECA).

#### 3.1.1. Clima e Hidrologia.

Segundo a DNGA, (2008) Maxixe é caracterizado por um clima tropical húmido, a temperatura média anual varia de 20.5°C a 26.9°C, onde a média máxima ocorre no mês de Janeiro e a mínima em Julho, sendo que a média máxima varia entre os 24.8°C e 30.9°C e a média mínima entre 15.7°C e 22.8°C, com uma precipitação média anual de aproximadamente 965mm. A época de maior precipitação é de Dezembro a Março, e desde Abril a Novembro é baixa. A humidade relativa do ar atinge o mínimo em Outubro (74%) e a máxima em Junho (79%). Os ventos predominantes são de Sul a Este e por vezes de Norte a Este. A Cidade tem sido afectada por ventos fortes, ciclones e tempestades, pela influência dos factores marinhos (DNGA, 2008).

### 3.1.2. Hidrografia.

A Cidade da Maxixe é limitada a Este por águas da baía, para além destas ela conhece um recorte de linha de água, sendo o mais importante o rio Inhanombe que a limita a Noroeste e se estende até Morrumbene a Norte, desaguando no oceano indico a Este. Outros rios são Domo-Domo e rio Mutamba (DNGA, 2008).

### 3.1.3. Solos

Os solos são constituídos por areias finas de fertilidade um pouco por todo o distrito e retenção de água baixa surgindo contudo algumas áreas onde os solos são férteis (DNGA, 2008)

### 3.1.4. Vegetação.

Praticamente não ocorre qualquer espécie de vegetação natural, havendo apenas referências vegetais constituídas por coqueiros, cajueiros, mangueiras, principalmente nas zonas do interior e alguma vegetação rasteira constituída por ervas e arbustos apenas no período de pousio, a província no geral detém cerca de 20 mil hectares de cobertura de floresta de mangal circundando principalmente as baías e estuários (DNGA, 2008; Ministério do Mar, Águas Interiores e Pescas, 2018)

## 3.2. Materiais.

Foram utilizados certos materiais para a efectivação deste trabalho, como ilustra a tabela abaixo e suas respectivas funções:

**Tabela.01:** Materiais e softwares para colecta e processamento de dados.

Material	Função
1. Fita métrica	Para medição das parcelas e o CAP
2. Corda	Para a delimitação das parcelas
3. Vara graduada (4metros)	Para a medição das alturas
4. GPS	Para a localização dos pontos amostrais
5. Ficha de campo	Para o registo de dados
6. Tinta (Spray)	Para marcar as árvores medidas
7. Computador	Para a análise e processamento de dados
8. Maquina fotográfica	Para o registo das imagens
9. QGis-2.8.2	Para o desenho do mapa da área amostral
10. IBM SPSS Statistics 20)	Para o processamento de dados.

### 3.3. Amostragem da vegetação do mangal na zona costeira da cidade da Maxixe.

A amostra foi colectada nas comunidades de Sahane (Chicuque) e Sofane (Malalane-1) de Fevereiro a Abril de 2020, onde foram amostradas no total 35 parcelas com base no estabelecimento de uma grelha de amostragem (amostragem sistemática) com recurso ao Google Earth, onde os pontos amostrais (coordenadas) encontravam-se a 100 m de distância entre si, e o primeiro ponto (quadrícula) foi estabelecido de forma aleatória e a partir deste, foram demarcadas sistematicamente as outras quadrículas, posicionadas ao longo de 12 transectos perpendiculares á linha da costa com 50m de distância entre si. Os pontos amostrais (coordenadas) foram localizados com recurso ao GPS, em que em cada ponto foi alocada uma quadrícula de 100m<sup>2</sup> (10mx10m) (figura02), gerando assim uma grelha amostral, como ilustra a figura 03.

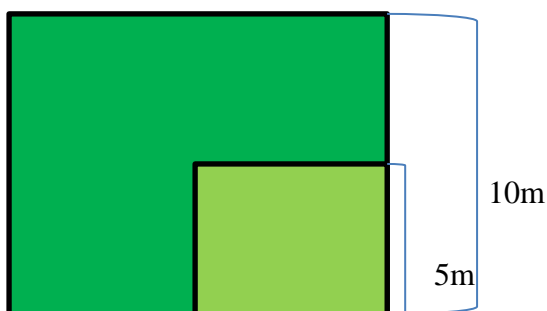


Figura.02: Esquema das quadrículas e sub-quadrículas.



Figura.03: Grelha de amostragem ( produzida pelo autor. Fonte: Google Earth).

### 3.4. Levantamento da vegetação.

Em cada parcela, foi feita a identificação das espécies de mangal com recurso ás descrições de (Australian Institute of Marine Science, 1993; Primavera et al.,2004; Reddy, 2008;

Primavera, 2009; Kar, 2018;) Com base na informação das características de cada espécie, observou-se minuciosamente cada planta e identificou-se. Este processo foi realizado em todas as quadrículas estabelecidas e medida a circunferência a altura do peito (CAP 1.3m), de todas as árvores com CAP > 7.9 cm correspondente a DAP >2.5 cm com auxílio da fita métrica, a altura das árvores foi estimada recorrendo-se a uma vara graduada de 4 metros de altura.

### **3.5. Avaliação da regeneração natural.**

Para avaliar a regeneração natural, foi estabelecida uma subparcela de 5m x 5m num dos cantos dentro de cada parcela de 10m x 10m conforme sugere (Macamo *et al.*,2016). Onde foram identificados contados e agrupados em três classes de regeneração baseado na altura, todos os indivíduos com diâmetro menor que 2,5cm, em conformidade com (Bandeira *et al.*, 2009 ; Mandlate, 2013 ; Kairo *et al.*, 2002; Kairo *et al.*, 2008), nomeadamente:

- ❖ Regeneração da Classe I - de indivíduos com altura maior que 5 cm e menor que 40 cm considerados propágulos;
- ❖ Regeneração da Classe II- de indivíduos com altura acima de 40 cm e menor que 150 cm, considerados na transição de propágulos para arbustos e
- ❖ Regeneração da Classe III- de indivíduos com altura acima de 150 cm menor 300 cm, que são considerados arbustos.

### **3.6. Avaliação do estado de conservação do mangal.**

Conforme Cuamba & Mandlate (2014), pode se considerar mangal em bom estado de conservação se mais de 50 % das árvores amostradas forem intactas, caso contrário considera-se um mangal em mau estado de conservação, para tal, todas as árvores foram categorizadas em cinco classes de conservação conforme (Bandeira *et al.*, 2009; Mandlate ,2013; Pereira *el al.*,2018), nomeadamente:

Intacto (I) - indivíduos sem corte;

Corte parcial (II) - indivíduos com corte parcial, 75% de ramos não cortados e ramo principal intacto;

Corte profundo (III) – indivíduos com 75% dos ramos cortados, incluindo o ramo principal e apenas com poucas folhas no tronco principal;

Cepo (IV) - indivíduos cujo tronco foi completamente cortado e Morte por causas naturais (V) será medida a área basal dos cepos.

#### 4. PROCESSAMENTO E ANÁLISE DE DADOS.

Os dados adquiridos foram introduzidos numa folha de cálculo (Excel 2010) e processados através do programa estatístico SPSS (Statistical Package for the Social Sciences, IBM SPSS Statistics 20), onde calcularam-se todos os parâmetros referentes a amostra segundo os objectivos específicos do trabalho. A precisão da amostra foi obtida através de métodos de estatística descritiva.

O DAP foi obtido pela divisão entre o CAP e o Pi ( $\pi$ ), como ilustra a equação 1:

$$DAP = \frac{CAP}{\pi} \quad \text{Equação (1)}$$

Onde: CAP = Circunferência a Altura do Peito ;  $\pi = 3.14159$

#### 4.1. Composição florística.

##### 4.1.1. Índice de diversidade de Shannon-Weaver ( $H'$ ) e equitabilidade de Pielou ( $J$ )

O índice de diversidade de Shannon-Weaver foi obtido pela equação 2:

$$H' = -\sum p_i * \ln * p_i \quad \text{Equação (2)}$$

Onde:

Pi=Proporção de indivíduos da i-ésima espécie:  $p_i = n_i/N$ ;  $n_i$  =Número de indivíduos amostrados para a espécie i; N=Número total de indivíduos amostrados; Ln Logaritmo natural.

A equitabilidade foi calculada pelo coeficiente de uniformidade de Pielou ( $J$ ) pela equação 3.

$$J = \frac{H'}{H_{max}} \quad \text{Equação (3)}$$

Onde :  $H_{máx} = \ln(S)$ ;  $S$  = número total de espécies amostradas;  $H'$  = índice de diversidade de Shannon-Weaver.

#### 4.2. Estrutura horizontal.

A estrutura horizontal da floresta foi obtida pelas fórmulas da abundância, frequência, dominância, dadas em termos absolutos e relativos, e também pelo índice de valor de

importância IVI que serviu como indicador da importância ecológica devido à influência das espécies mais frequentes e dominantes.

#### 4.2.1. Abundância.

A abundância foi calculada pelas equações 4 e 5:

$$Aabs = \frac{Ne}{Nha} \quad \text{Equação (4)}$$

$$AR = \frac{Aabs}{Ntaha} * 100\% \quad \text{Equação (5)}$$

Onde: Ne = número de árvores de cada espécie; Nha= área amostrada em hectare; Aabs= abundância absoluta AR= abundância relativa da i-ésima espécie; Ntpha= número total de árvores encontradas na área amostrada em hectares;

#### 4.2.2. Frequência.

$$FA_i = \left( \frac{NP_i}{Ntp} \right) * 100\% \quad \text{Equação (6)}$$

$$FR_i = \frac{Fai}{\sum_{i=1}^s Fai} * 100\% \quad \text{Equação (7)}$$

Onde: NP<sub>i</sub> = número de parcelas onde ocorre a i-ésima espécie; Ntp: número total de parcelas; Fai = frequência absoluta da i-ésima espécie; FR<sub>i</sub> = frequência relativa das espécies.

#### 4.2.3. Dominância.

$$Dom_{abs} = \frac{gi}{ha}$$

$$Dom_{rel} = \frac{gi/ha}{G/ha} * 100\% \quad \text{Equação (8/9/10)}$$

$$gi = \left[ \frac{1}{4} (\pi * DAP^2) \right]$$

Onde: Dom<sub>abs</sub> = dominância absoluta (m<sup>2</sup>/ha); Dom<sub>rel</sub> = dominância relativa; DAP: =

Diâmetro a altura do peito (1.30 m);  $\pi = 3.14159$ ;  $gi/ha$  = Área basal da espécie i por

unidade de área em hectares;  $G/ha$  = Área basal de todas as espécies por unidade de área em hectares.

#### 4.2.4. Índice de Valor de Importância (IVI).

O Índice de Valor de Importância foi determinado pelos valores relativos da abundância frequência e dominância que serviu de indicador da importância ecológica, devido à influência das espécies mais frequentes e dominantes nos processos básicos de equilíbrio da flora e manutenção da fauna, fornecendo abrigo e alimentação (Oliveira & Amaral, 2003).

$$IVI = AR + FR + DR \quad \text{Equação (11)}$$

Onde: IVI = Índice de Valor de Importância; AR= abundância relativa da i-ésima espécie; DR = dominância relativa; FR = frequência relativa das espécies.

#### 4.3. Relação diâmetro-altura.

Para determinar a medida estatística do grau de relação entre essas duas variáveis calculou-se o coeficiente de Correlação (r):

$$r = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}} \quad \text{Equação 12}$$

#### 4.4. Precisão do inventário e número ideal de unidades amostrais.

Foram calculados alguns parâmetros estatísticos para determinar a precisão da amostra, nomeadamente: Média aritmética; Variância; Desvio padrão; Variância da média; Erro Padrão; Erro absoluto; Erro relativo (%) e intervalo de confiança da média determinado pelos ( Limite inferior e Limite superior ), pelas equações apresentadas no anexo 01.

O número ideal de unidades amostrais foi calculado considerando que a população seja infinita, com limite de erro de 10% e probabilidade de confiança de 95%, pela equação 13:

$$n = \frac{t^2 * s^2}{E^2} \quad \text{Equação (13)}$$

Sendo que: n = número óptimo amostral; t = probabilidade t de student (tabelado), segundo o grau de liberdade (n-1) e nível de significância definido por 5%;  $s^2$  = Variância da população da variável considerada; E- expectativa do erro ( $E = LE * \bar{y}$ ); LE = limite de erro, em geral 0,1 (= 10%);  $\bar{y}$  = *media aritmetica*.

## 5. RESULTADOS E DISCUSSÃO.

### 5.1. Composição florística do mangal da zona costeira da cidade da Maxixe.

Foram amostrados 878 indivíduos na área amostral do mangal da cidade da Maxixe, onde foram identificadas 5 espécies de mangal, pertencentes a 5 géneros e 5 famílias botânicas em 35 unidades amostrais de 0,01ha, correspondente a 0.35 hectares de área total de acordo com a tabela 02 abaixo.

**Tabela.02:** Espécies de mangal da cidade da Maxixe, suas respectivas famílias e géneros.

<b>Espécies</b>	<b>Nomes comuns</b>	<b>Famílias</b>
<i>Avicennia marina</i>	Mangal branco	Avicennaceae
<i>Sonneratia alba</i>	Mangal verde	Sonneratiaceae
<i>Rhizophora mucronata</i>	Mangal encarnado	Rhizophoraceae
<i>Ceriops tagal</i>	Manga branco	Rhizophoraceae
<i>Bruguiera gymnorrhiza</i>	Mangal encarnado	Rhizophoraceae

#### 5.1.1. Índice de diversidade de Shannon Weaver (H').

Neste estudo o índice de diversidade de Shannon-Weaver encontrado foi de 1.34 sendo baixo em relação ao obtido em Mahate-Baia de Pemba por (Cuamba & Mandlate, 2014), numa área de 0.47 hectares , 800 indivíduos e 7 espécies em 47 parcelas amostradas, onde obtiveram 1.43, e próximo porém superior em relação ao de (Mandlate, 2013) obtido num estudo na Baía de Sofala com área de 0.846 hectares e 1528 indivíduos em 55 parcelas amostradas e 6 espécies que obteve 1.31, esta diferença deve-se a diferentes números de espécies nas diferentes áreas estudos.

Segundo Magurran (1988) citado por Companhia Paranaense de Energia (2012) o índice de Shannon-Wiever (H') é influenciado pela riqueza de espécies e pela sua equitabilidade, deste modo, se a abundância relativa das espécies for mais equilibrada o índice se torna elevado. Quanto maior for o índice de Shannon, mais diversificada será a comunidade florestal, onde a



relação espécie/indivíduo assume proporcionalidade satisfatória mostrando não haver dominância de uma ou poucas espécies (Silva *et al.*, 2014).

O índice de diversidade obtido neste trabalho revela que a comunidade de mangal é moderadamente diversificada, justificado por encontrar-se entre  $1 < H' \leq 3$  (Malik *et al.*, 2019), o que é caracterizado pelo número de espécies encontradas (riqueza).

### 5.2. Coeficiente de equitabilidade de Pielou (J).

O coeficiente de equitabilidade neste estudo foi de 0.83, apresentando-se superior em relação ao de (Cuamba & Mandlate, 2014) e (Mandlate, 2013), que tiveram os mesmos valores de 0.73.

O coeficiente de equitabilidade obtido neste estudo revela certa desigualdade entre as espécies, havendo um elevado número de espécies igualmente distribuídas em termos de abundância, explicado pela sua aproximação à unidade. Segundo (Magurran 1988, citado por Companhia Paranaense de Energia 2012), a equitabilidade varia de 0 a 1, sendo que 1 representa máxima diversidade, ou seja, as espécies são igualmente abundantes.

**Tabela.03:** Comparação dos Índices de diversidade e coeficiente de equitabilidade do mangal da Maxixe com o de Mahite, Baía de Pemba e Baía de Sofala.

Local de estudo	Fonte	Shannon-Weaver (H)	Coef. de Equitabilidade ( J)
Maxixe	Presente estudo	1.34	0,83
Mahite, Baía de Pemba	Cuamba e Mandlate, 2014	1.43	0,73
Baía de Sofala	Mandlate, 2013	1.31	0.73

### 5.3. Estrutura horizontal do mangal.

A espécie *Avicennia marina* foi a que apresentou maior abundância, maior frequência, maior dominância e foi a que teve maior índice de valor de importância (ver tabela 04). Estes resultados assemelham-se com os obtidos por Balidy *et al.*, (2005) em que obteve abundância, para a *Avicennia marina* (92%) na Maxixe, e em outros locais como Zongoene (99.5%), Porto de Inhambane (98%), Incomati e Reserva do Maputo (80%), Chimbambo (75%) e Santa Maria (65%). Macamo *et al.* (2015) Também teve maior dominância da *Avicennia marina* em Incomati com (71.46%).

O destaque que a *A.marina* apresentou, pode ser explicado pela sua maior capacidade de regeneração natural em relação as outras espécies Balidy *et al.*, (2005), e esta encontrou-se distribuída de forma regular e continua por toda área amostrada.

Segundo Balidy *et., al* (2005) a espécie *Sonneratia alba* é frequente na cidade de Inhambane e arredores de Maxixe até Morrumbene, portanto, neste estudo a *Sonneratia alba* apresentou frequência de 22,69%, sendo a segunda mais importante a nível estrutural, conforme mostra a tabela 4 abaixo.

**Tabela.04:** Estrutura horizontal do mangal na zona costeira da cidade da Maxixe.

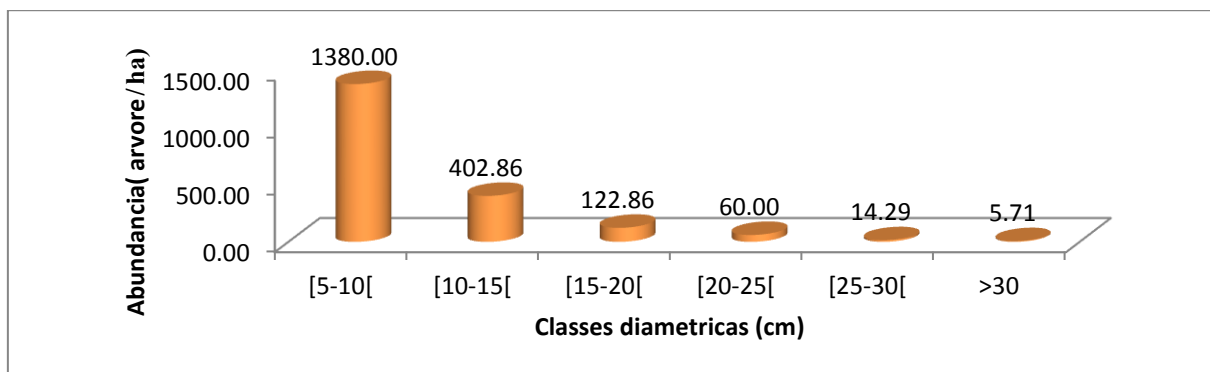
Especies	Abundancia		Frecuencia		Dominancia		IVI
	Absoluta(n/ha)	Relativa(%)	Absoluta(n/ha)	Relativa(%)	Absoluta(m2/ha)	Relativa(%)	
<i>Avicennia marina</i>	1225,71	48,86	0,86	25,21	8,82	51,20	125,28
<i>Sonneratia alba</i>	394,29	15,72	0,77	22,69	4,39	25,47	63,87
<i>Rhizophora mucronata</i>	540,00	21,53	0,74	21,85	0,94	5,45	48,82
<i>Ceriops tagal</i>	154,29	6,15	0,54	15,97	1,65	9,55	31,67
<i>Bruguiera gymnorhiza</i>	194,29	7,74	0,49	14,29	1,43	8,33	30,36
<b>Total</b>	<b>2508,57</b>	<b>100,00</b>	<b>3,40</b>	<b>100,00</b>	<b>17,23</b>	<b>100,00</b>	<b>300</b>

#### 5.4. Distribuição diamétrica.

A curva da distribuição diamétrica do mangal da Maxixe é do tipo J-invertido no qual mostra um número decrescente de árvores em relação ao aumento do diâmetro, onde obteve-se diâmetro mínimo de 3,2 cm e máximo foi de 38,2cm.

No gráfico, nota-se que o maior número de indivíduos está concentrado nas primeiras classes diamétricas (5cm-10cm; e de 10cm-15cm) o que significa que houve maior número de árvores pequenas com relação ao diâmetro. (Hamdan *et al.*,2012) tiveram resultados similares ao apresentar um gráfico que vai reduzindo o número de indivíduos (abundância) á medida que o diâmetro aumenta. Este resultado assemelha-se com o predito por (Kairo *et al.*,2002) ao afirmar que na floresta do mangal há uma tendência de diminuição do número de indivíduos com o aumento do DAP.

Este fenómeno pode ser causado pela alta taxa de regeneração natural, concentrando maior número de indivíduos nas primeiras classes diamétricas.



**Figura.04:** Abundância absoluta das classes diamétricas do mangal na zona costeira da cidade da Maxixe.

#### 5.4.1. Distribuição dimétrica das espécies.

As espécies *Avicennia marina*, *Sonneratia alba*, *Ceriops tagal* e *Bruguiera gymnorrhiza*, foram as mais abundantes na classe 5cm a 10cm com (802.86 ni/ha), (208.57 ni/ha), (82.86 ni/ha) e (114.29 ni/ha) respectivamente, a *Rhizophora mucronata* não apresentou indivíduos em regeneração em nenhuma das classes estabelecidas.

Segundo Encinas *et al.*, (2005) O crescimento dimétrico é influenciado por factores internos (fisiológicos), externos (ecológicos) e pelo tempo. No mesmo sítio, as diferenças no crescimento estão relacionadas com as condições de recepção da luz pelas copas e com o grau de tolerância à luz pela espécie, assim, as árvores que recebem mais luz crescem mais, sendo observado diferenças no crescimento de acordo com o grupo de espécies.

**Tabela05:** Abundância absoluta por classes diamétricas das espécies de mangal na zona costeira da cidade da Maxixe

Classes diamétricas	Espécies					Total
	<i>A.marina</i>	<i>S.alba</i>	<i>R.mucronata</i>	<i>C.Tagal</i>	<i>B.gymnorrhiza</i>	
[5-10[	802,86	208,57	171,43	82,86	114,29	1380,00
[10-15[	251,43	82,86	0,00	34,29	34,29	402,86
[15-20[	51,43	42,86	0,00	11,43	17,14	122,86
[20-25[	20,00	25,71	0,00	8,57	5,71	60,00
[25-30[	5,71	2,86	0,00	5,71	0,00	14,29
>30	2,86	2,86	0,00	0,00	0,00	5,71
<b>Total</b>	<b>1225,71</b>	<b>394,29</b>	<b>540,00</b>	<b>154,29</b>	<b>194,29</b>	<b>2508,57</b>

### 5.5. Relação diâmetro-altura.

Os resultados deste estudo mostraram que para a *A.marina*, *S.alba* e *C.tagal* a correlação de Person mostrou uma relação negativa fraca ( $r = -0,125$ ;  $r = -0,244$ ;  $r = -0,074$  e  $P = 0,009$ ;  $P = 0,004$ ;  $P = 0,596$  respectivamente), a correlação de Person mostra que para estas espécies quanto mais se aumenta o diâmetro a altura diminui e estatisticamente com base no valor-P a 5% de nível de significância pode se afirmar que *C.tagal* apresenta correlação não significativa, pois o P-value é maior. A *R.mucronata* e *B. gymnorrhiza* apresentaram relação positiva fraca justificado por assumirem valores positivos ( $r = 0,002$ ;  $r = 0,066$  e  $P = 0,979$ ;  $P = 0,595$  respectivamente), que demonstra que quanto mais o diâmetro aumenta a altura também aumenta, estatisticamente a 5% de significância, estas duas espécies não apresentam significância entre diâmetro e altura, sendo que o P-value é maior que os 5% de significância.

A relação entre diâmetro e altura, mostrou que maior número de indivíduos (para todas as espécies) apresentou alturas entre 3m e 6m concentrados entre os diâmetros 2.5cm e 15cm (figuras, 05;06;07;08 e 09), esta característica pode ser justificada pela exploração de árvores mais jovens para a produção de lenha na área de estudo.(Kairo *et al.*,2002) no seu estudo de regeneração natural em Mida Creek no Kenya constataram que a maior parte de indivíduos da *Rhizophora mucronata* na relação diâmetro-altura encontra-se entre 2,5cm e 20cm de diâmetro a altura do peito (DAP) e alturas entre 2m a15m e a *Ceriops tagal* 2,5cm e 15cm de DAP a alturas entre 1m e 12m. O trabalho realizado por (Cuamba, 2016) resultou que para a *Avicennia marina* a maior abundância encontra-se entre 5cm a 40cm de DAP e altura de 2m a 6m, *Bruguiera gymnorrhiza* de 10cm a 30cm de DAP e altura de 2m a 4m, *Ceriops tagal* de 5cm a 30cm de DAP e altura de 1 a 5 metros, *Rhizophora mucronata* de 1 a 40cm de DAP e alturas de 1 a 8metros, a *Sonneratia alba* apresentou distribuição uniforme entre 1 e 95cm e alturas entre 2 e 10 metros

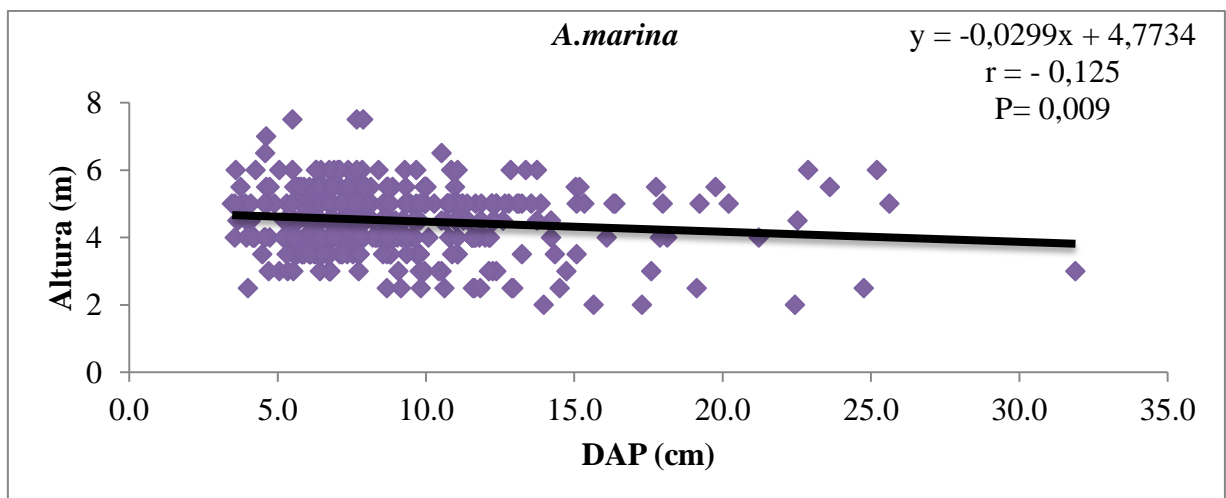


Figura.05: Relação diâmetro-altura da *A.marina*.

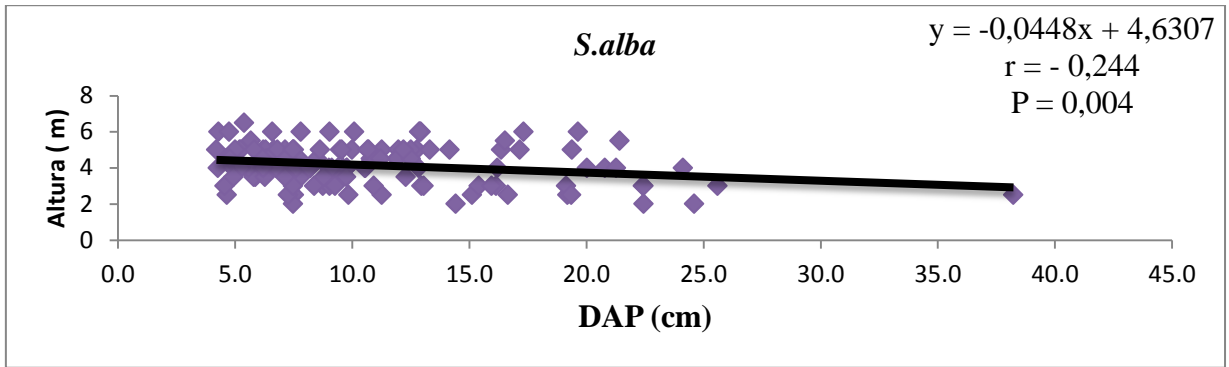


Figura.06: Relacao diametro-altura da *S.alba*.

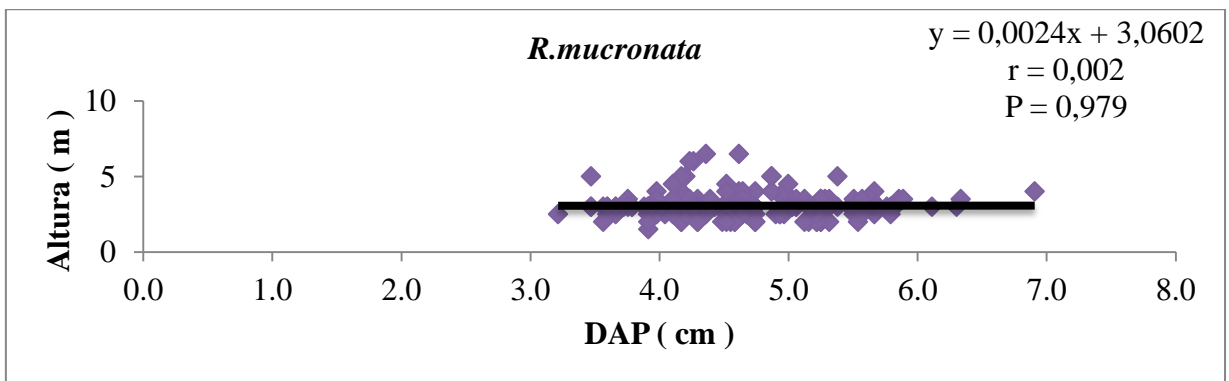


Figura.07: Relacao diametro-altura da *R.mucronata*.

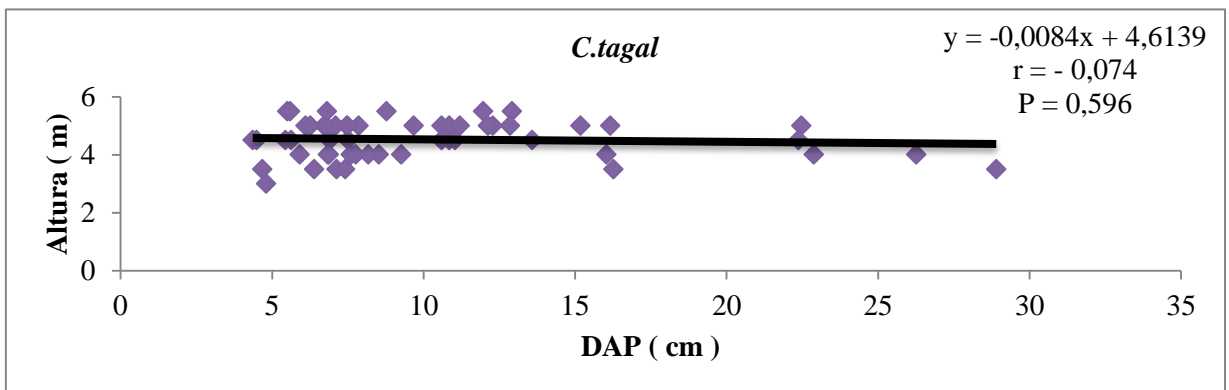


Figura.08: Relação DAP-altura da *C. tagal*

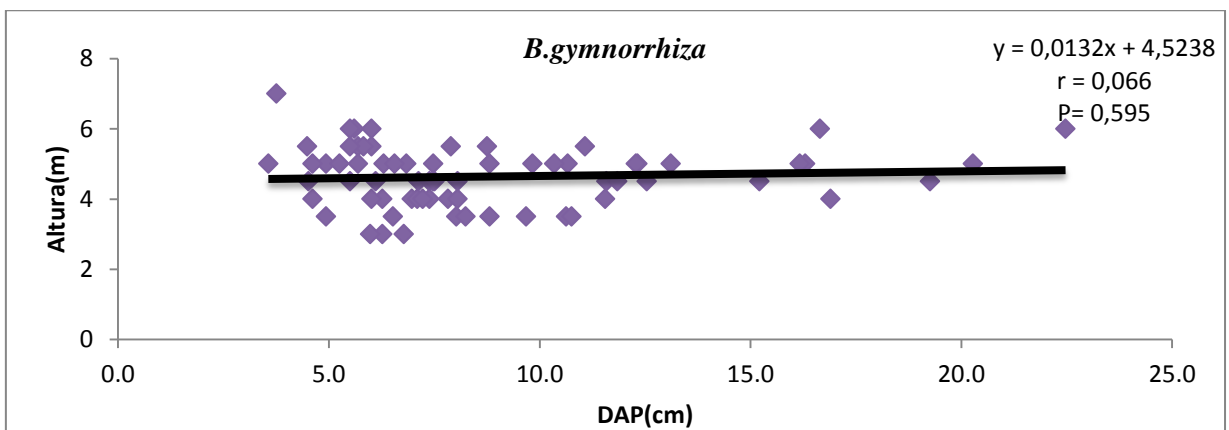


Figura.09: Relacao diametro-altura da *B.gymnorhiza*.

Kairo *et al.*, (2002) em Mida Creek no Kenya obtiveram correlações moderada e forte para as variáveis DAP e altura da espécies *R.mucronata* e *C.tagal* em dois locais de estudo, onde num local obtiveram 0,66 e 0,71 respectivamente e noutra local 0,63 e 0,67. O facto de no presente estudo ter se registado correlações fracas, pode ser explicado pela forma de exploração do mangal na área, não obedecendo um padrão de exploração que considere os diâmetros e as alturas das árvores.

Dancey e Reidy (2006) apontam que para  $r = 0,10$  até  $0,30$  (fraco);  $r = 0,40$  até  $0,6$  (moderado);  $r = 0,70$  até  $1$  (forte).

### 5.6. Avaliação da regeneração natural

No estudo da regeneração natural das espécies de mangal da Maxixe, observou-se que a segunda classe de regeneração (Classe: 40-150 cm de altura) apresentou maior abundância de indivíduos (43.68%) que são indivíduos em transição ( de propágulo para arbusto), seguindo a primeira classe (5-40cm de altura) denominados propágulos com (41.87%) de abundância e por fim a terceira classe que são arbustos (150-300cm de altura ) com (14.45%) de abundância(ver a tabela 06).

A *Avicennia marina* teve maior abundância na primeira e segunda classes com (39.97%) e (31.44%) respectivamente, *Sonneratia alba* na segunda classe (3.36%) e terceira classe (4.23%), igualmente nessas classes a *Rhizophora mucronata* se destacou com (8.41%) e (5.91%) respectivamente, *Bruguiera gymnorrhiza* apresentou a mesma abundância relativa na segunda e terceira classe (0.47%) e não foram identificados indivíduos em regeneração na primeira classe. Não foram identificados indivíduos em regeneração de *Ceriops tagal* (ver a tabeta 07)

Em geral, a *Avicennia marina* foi a espécie com mais abundância na regeneração natural com (75.25%), seguida da *Rhizophora mucronata* (15.18%), *Sonneratia alba* (8.62%), *Bruguiera gymnorrhiza* (0.95 e *Ceriops tagal* sem indivíduos identificados.

Os dados da regeneração neste estudo assemelham-se aos de Mandlate (2013) na baía de Sofala que obteve maior número de indivíduos em regeneração para *Avicennia marina* e por (Balidy *et al.*, 2005) que obtiveram (40.9%) de abundância para *Avicennia marina* e *Rhizophora mucronata* (20.0%) no estudo realizado em vários pontos da região sul de Moçambique, sendo que no mesmo estudo registou-se abundâncias de *Ceriops tagal*

(23.5%), e *Bruguiera gymnorrhiza* (14.8%) e muito pouca quase inexistente abundância da *Sonneratia alba*. Segundo o mesmo autor a difícil ou não identificação de mudas ou propágulos de certas espécies pode associar-se á sua difícil propagação natural na área de estudo.

A maior abundância de indivíduos em regeneração da *Avicennia marina* deve-se a sua adaptabilidade de regeneração natural tendo em Zonguene (100%), Maxixe e Inhambane (98%), Incomati (80.7%), Reserva do Maputo (73%), Chibambo (70.8%) e Pomene (56%) (Balidy *et al.*, 2005).

A maior abundância na regeneração da classe II pode ser explicada pela adaptabilidade e vigorosidade que os indivíduos em transição apresentam e a menor abundância da classe III, pode se dever aos cortes de arbustos para a produção de lenha. A *Avicennia marina* apresentou maior regeneração pelo facto desta espécie apresentar maior adaptabilidade a regeneração natural em relação a outras espécies e fácil propagação (Balidy *et al.*, 2005).

**Tabela 06:** Abundancia relativa das classes de regeneração do mangal da zona costeira da cidade da Maxixe.

Classes de regeneração		
Abundancia relativa (%)		
Classe I	Classe II	Classe III
41,87	43,68	14,45

**Tabela. 07:** Abundância relativa das espécies por classe de regeneração do mangal da zona costeira da cidade da Maxixe.

	Classes de regeneracao			Total(%)
	Abundancia relativa (%)			
Especies	Classe I	Classe II	Classe III	
<i>Avicennia marina</i>	39,97	31,44	3,84	75,25
<i>Sonneratia alba</i>	1,03	3,36	4,23	8,62
<i>Rhizophora mucronata</i>	0,86	8,41	5,91	15,18
<i>Cerriops tagal</i>	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Bruguiera gymnorrhiza</i>	0,00	0,47	0,47	0,95
Total(%)	41,87	43,68	14,45	100,00

### 5.7. Estado de conservação.

A avaliação do estado de conservação do mangal na zona costeira da cidade da Maxixe, revelou que a sua conservação é boa, visto que a abundância para o mangal intacto (sem nenhum corte) foi de 86.2%. Apenas 13.8% de mangal cortado, sendo que 9.7% para corte parcial e 4.1% para corte profundo, não foram identificadas árvores mortas por causas naturais assim como cepos (Tabela 08).

Um estudo realizado por (Cuamba, 2016) no mangal da Baía de Quionga em Pemba resultou em mangal bem conservado justificado por 70% de indivíduos da floresta serem intactos, 20% com cortes parciais, 4% transformados em cepos e 5% mortos naturalmente.

Os resultados obtidos neste trabalho, vão de acordo com os obtidos por (Balidy *et al.*, 2005), na Maxixe, onde obtiveram maior percentagem de indivíduos intactos com 46.6%, corte parcial com 38.6%, corte profundo 6.8%, nenhuma morte por causas naturais, e 8% de cepo, deferindo deste trabalho neste ponto, pois não foram registados cepos na área de estudo, que pode ser explicado pela maior exploração do mangal para produção de lenha na área, que leva a cortar-se apenas os ramos, a ausência de árvores mortas por causas naturais provavelmente seja pelo facto de não ocorrerem distúrbios edafoclimáticos capazes de danificar o mangal por completo na área.

**Tabela 08 :** Abundância relativa das categorias de conservação do mangal da zona costeira da cidade da Maxixe.

<b>Categoria de conservação</b>	<b>Categoria I</b>	<b>Categoria II</b>	<b>Categoria III</b>
<b>Abundancia relativa (%)</b>	86,22	9,68	4,10

A *Avicennia marina* apresentou maior número de indivíduos intactos com 41.9% de abundância relativa, seguindo a *Rhizophorra mucronata* com 18.7%, *Sonneratia alba* (11.7%), *Bruguiera gymnorrhiza* (7.7%) e a *Ceriops tagal* com 6.2%.

Na categoria II (corte parcial), a *Avicennia marina* apresentou maior abundância relativa com 4.8% seguindo a *Rhizophorra mucronata* com 2.8% e *Sonneratia alba* com 2.1%, as espécies *Ceriops tagal* e *Bruguiera gymnorrhiza* não foram identificadas nesta categoria. Na categoria



III (corte profundo) foram identificadas duas espécies , sendo que a *Avicennia marina* com maior percentagem de abundância(2.2%) e a *Sonneratia alba* (1.9%).

Em geral, as espécies que apresentaram cortes, são a *Avicennia marina* , *Sonneratia alba* e *Rhizophorra mucronata*, onde a *Avicennia marina* foi a que mais apresentou indivíduos com cortes com (7%) seguida da *Sonneratia alba* com 4% e a *Rhizophorra mucronata* com (2.8%).

Macamo *et al.*, (2015), no estudo do mangal no estuário de Incomati, obtiveram resultados similares, ao registrarem a *Avicennia marina* como a espécie mais preferida para corte e nenhum registo de corte da *Bruguiera gymnorrhiza* e *Ceriops tagal*.

O elevado número de indivíduos com cortes da *Avicennia marina* pode se explicar pela sua maior abundância e frequência na área de estudo.

**Tabela 09:** Abundancia relativa das espécies por categoria de conservação do mangal da zona costeira da cidade da Maxixe.

Especies	Categorias de conservacao			Total(%)
	Abundancia relativa (%)			
	Categoria I	Categoria II	Categoria III	
<i>Avicennia marina</i>	41,91	4,78	2,16	48,86
<i>Sonneratia alba</i>	11,73	2,05	1,94	15,72
<i>Rhizophora mucronata</i>	18,68	2,85	0,00	21,53
<i>Ceriops tagal</i>	6,15	0,00	0,00	6,15
<i>Bruguiera gymnorrhiza</i>	7,74	0,00	0,00	7,74
<b>Total (%)</b>	<b>86,22</b>	<b>9,68</b>	<b>4,10</b>	<b>100,00</b>

As classes diamétricas mais cortadas são [5-10[ com 6.3% de percentagem de cortes seguida da classe [10-15[com 3.3%, [2,5-5[ (1.5%), [20-25[ (1.2%), [15-20[ (1.1%), [25-30[ (0.2%) e maior que 30 (0.2%), que correspondem às espécies *Avicennia marina* , *Sonneratia alba* , *Rhizophorra mucronata*, sendo que a classe diamétrica mais preferida para corte é a [5-10[, revelado pela sua alta percentagem de cortes.

As classes diamétricas com maior percentagem de indivíduos intactos são [5-10[ com 48.7%, seguindo [10-15[ com 12.8 %.

Macamo *et al.*, 2015, registraram que a classe dimétrica mais cortada no mangal em Incomati é de 6 a 12cm, tendo assim uma relação com dados obtidos neste trabalho que as classes mais preferidas foram de [5cm a 10cm[ e de [10cm a 15[.

A perda de mangal é mais notória em áreas próximas a áreas com alta densidade populacional, causada pela expansão urbana e agrícola, pela erosão costeira e pela extração de produtos pesqueiros e de madeira para uso comercial (Aquino *et al.*, 2018; FAO 2005).

**Tabela 10 :** Abundância relativa das categorias de conservação nas classes diamétricas.

<b>Classes diamétricas</b>	<b>I</b>	<b>II</b>	<b>III</b>	<b>Total(%)</b>
[5-10[	48,75	5,47	0,80	55,01
[10-15[	12,76	1,94	1,37	16,06
[15-20[	3,76	0,23	0,91	4,90
[20-25[	1,25	0,57	0,57	2,39
[25-30[	0,34	0,11	0,11	0,57
>30	0,00	0,00	0,23	0,23
<b>Total (%)</b>	<b>86,2</b>	<b>9,7</b>	<b>4,1</b>	<b>100,00</b>

### **5.8. Precisão da amostra e número ideal de unidades amostrais.**

Neste estudo, foi estabelecido um limite de erro máximo de 10%. Os resultados apresentados na tabela abaixo mostram que a precisão requerida não foi alcançada em todas as variáveis estudadas (área basal, número de indivíduos, DAP e altura), pois apresentaram erro de amostragem relativo superior que o limite de erro estabelecido. Portanto, seriam necessárias 172 parcelas para a área basal, 120 para o número de indivíduos 87 para o DAP e 123 para a altura, afim de que a precisão seja satisfeita a 10% de limite de erro.

**Tabela.11:** Medidas de precisão da amostra.

<b>Parâmetros</b>	<b>N(ind/há)</b>
Media	2508,57
Variância da amostra	1825512,61
Desvio padrao	1351,12
Variância da media	52157,50
Erro Padrao	228,38
Erro absoluto	464,12
Erro rel .(%) /de amostragem para LE=10% e $\alpha$ alfa=95%	18,50
Limite inferior	2044,45
Limite superior	2972,70
Amostra optima(necessaria) para LE=10%	120
Amostra real	35,00

## 6. CONCLUSÕES.

De acordo com os objectivos definidos e resultados obtidos neste trabalho, chegou-se as seguintes conclusões:

- ❖ Ocorrem 5 espécies de mangal na área de estudo, nomeadamente: *Avicennia marina*; *Sonneratia alba*; *Rhizophora mucronata*; *Ceriops tagal* e *Bruguiera gymnorrhiza*, distribuídas em 3 famílias: Sonneratiaceae, Avicennaceae e Rhizophoraceae.
- ❖ A *Avicennia marina* foi a espécie mais abundante, frequente, dominante e mais importante a nível estrutural. A *Ceriops tagal* foi menos abundante, *Bruguiera gymnorrhiza* menos frequente, *Rhizophora mucronata* menos dominante e *Bruguiera gymnorrhiza* foi menos importante a nível estrutural.
- ❖ A cidade da Maxixe apresenta diversidade moderada de espécies de mangal.
- ❖ A classe de regeneração II (40cm-150cm de altura) que são indivíduos em transição, foi a que mais indivíduos apresentou (43.68%).
- ❖ A *Avicennia marina* teve maior número de indivíduos nas classes de regeneração I (5cm-40cm de altura) denominados propágulos com (39.97%) e na classe II (40cm-150cm de altura) que são indivíduos em transição com (31.44%), na classe III denominados arbustos (150cm-300cm de altura) a espécie mais abundante foi a *Rhizophora mucronata* (5.91%) e foi a classe de regeneração com menos abundância de indivíduos (14.45%).
- ❖ O estado de conservação do mangal na zona costeira da cidade da Maxixe é bom, visto que a abundância de árvores intactas é de (86.2%), onde a *Avicennia marina* apresentou maior número de indivíduos intactos (41.9%).
- ❖ A exploração humana é a maior causa de degradação do mangal na zona costeira da cidade da Maxixe, tendo se verificado cortes parciais e profundos e nenhum cepo e mortes por causas naturais.
- ❖ As espécies que apresentaram cortes foram a *Avicennia marina*, *Sonneratia alba* e *Rhizophora mucronata*, e a *Avicennia marina* apresentou maior número de indivíduos com cortes (7%) e *Rhizophora mucronata* com menor número de indivíduos cortados (2.8%).
- ❖ A classe diamétrica com mais cortes foi de 5cm a 10cm com (6.3%) e indivíduos com diâmetros superiores a 30cm apresentaram menos cortes.

## 7. RECOMENDAÇÕES.

- ❖ Sendo um tema actual no que concerne às mudanças climáticas, visto que as florestas de mangal são muito eficientes no sequestro e retenção do carbono da atmosfera, bem como na protecção das zonas costeiras, há necessidade de se proteger e desenvolver estudos similares em torno da província e em outros pontos do país.
- ❖ Recomenda-se que nos próximos estudos relacione-se o mangal á biodiversidade faunística (marinha, silvestre), determinando e descrevendo a fauna abundante neste ecossistema da zona costeira da cidade da Maxixe.
- ❖ Que se desenvolvam estudos que destaquem as formas e condições de manejo e conservação do mangal consoante a situação do mangal na zona costeira da cidade da Maxixe.
- ❖ Recomenda-se a produção de mapas de vegetação de mangal da zona costeira da cidade da Maxixe.
- ❖ Que se realize um estudo similar com número de unidades amostrais que satisfaça o limite de erro de 10% para as variáveis estudadas.

## 8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

- ❖ Alongi, DM 2008, "ScienceDirect", *Mangrove forests: Resilience, protection from tsunamis, and responses to global climate change*, N<sup>o</sup> 3, Australia, disponível em <https://www.sciencedirect.com>.
- ❖ Australian Institute of Marine Science, 1993, *Field guide for the mangrove of Queensland*.
- ❖ Aquino, A, Lim, C, Kaechele, K, Taquidir, M 2018, "Notas sobre a Floresta em Moçambique", *Banco Mundial*, Outubro.
- ❖ Barbosa FMA, Cuambe CC, Bandeira SO (2001). Status and distribution of mangroves in Mozambique. *South African Journal of Botany* 67: 393-398.
- ❖ Bandeira, S.O, Macamo, C.C.F., Kairo, J.G., Amande, F, Jiddawi, N., Paula, J., (2009) Evaluation of mangrove structure and condition in two trans-boundary areas in the Western Indian Ocean.
- ❖ Bolstad, E 2016, *Living Shorelines Will Get Fast Track to Combat Sea Level Rise*, Julho.
- ❖ Balidy, HJ , A. Siteo, M. Menomussanga e P. L. Pires (2005). *Avaliação dos níveis de corte, composição específica e regeneração natural de mangal no Sul de Moçambique*. CDS-ZC. 20 pp.
- ❖ Chávez, MBV 2018 "Corredor Ecológico do Mangal-Restauro do Ecosistema do Mangal – Caso de Estudo: Municípios de Eloy Alfaro e Rioverde no Equador", *dissertação para a obtenção do Grau de Mestre em Arquitectura Paisagista, Universidade de Lisboa*.
- ❖ Chevallier, R 2013, "Balancing Development and Coastal Conservation: Mangroves in Mozambique", *Governance of Africa's Resources Programme*, Novembro.
- ❖ Companhia Paranaense de Energia 2012, *Complementação do Inventário Florestal, Levantamentos Florísticos em Áreas de Cerrados e Florestas Estacionais e Censo de Árvores Isoladas*, Maio, Curitiba.
- ❖ Cuamba, EDL, Mandlate, LJC 2014, *Estrutura, estado de conservação e estimativa do carbono sequestrado pelo mangal: Caso de estudo em Mahate, baía de Pemba*. CEPAM, Pemba.
- ❖ Cuamba, EDL ,2016, *Condições ecológicas e biomassa da floresta de mangal da Baía de Quionga – Moçambique*.

- ❖ DANCEY, C & REIDY, J. (2006), *Estatística Sem Matemática para Psicologia: Usando SPSS para Windows*. PortoAlegre, Artmed.
- ❖ Donato, DC, Kauffman, JB, Murdiyarso, D, Kurnianto, S, Stidham, M, Karnninen, M, 2011, "Nature Geoscience", *Mangroves among the most carbon-rich forests in the tropics*.
- ❖ Direccao Nacional de Gestao Ambiental (DNGA) 2008, *Plano municipal de gestao ambiental do municipio da Maxixe*, Abril.
- ❖ Fatoyinbo, TE & Simard, M 2013, "Height and biomass of mangroves in Africa from ICESat/GLAS and SRTM", *International Journal of Remote Sensing*, 34:2, 668-681, DOI: 10.1080/01431161.2012.712224.
- ❖ Encinas JI, Siva GF, Pinto JRR, 2005, *Idade e crescimento das arvores*, Brasilia.
- ❖ Feller, IC & Sitnik, M 2002, *Mangrove ecology: A Manual for a Field Course*, Washington DC.
- ❖ Food and Agriculture Organization (FAO) 2005, "Global forest resources assessment 2005 thematic study on mangroves Mozambique", *Forest Resources Development Service, Roma*.
- ❖ Food and Agriculture Organization (FAO) 2007 *Regional Office for Asia and the Pacific, 2007 Mangroves trees and shrubs*.
- ❖ Flores-Verdugo, FJ, Agraz-Hernández, CM & Benítez-Pardo, D 2005, *Creación y Restauración de Ecosistemas de Manglar: Principios Básicos*.
- ❖ Giri, C, Ochieng, E, Tieszen, LL, Zhu, Z., Loveland, T, Masek, J, Singh, A, Duke, N. 2010, "Status and distribution of mangrove forests of the world using earth observation satellite data", *Global Ecology and Biogeography*
- ❖ Hamdan. O , Khairunnisa MR, Ammar AA , Hasmadi IM, Aziz HK, (2012) Mangrove carbon stock assessment by optical satellite imagery .
- ❖ Hogarth, PJ 2015, "The biology of mangroves and seagrasses", *Mangroves and seagrasses Oxford, Oxford University Press*.
- ❖ Kairo J.G; Dahdouh-Guebas, F, Gwada P, Ochieng CA 2002, *Regeneration status of mangrove forests in Mida Creek, Kenya: A compromised or secured future?* *Ambio A Journal of the Human Environment*, December.

- ❖ Kairo JG, Lang JKS, Dahdouh-Guebas, F, Bosire, J, Karachi, M 2008, *Structural development and productivity of replanted mangrove plantations in Kenya*. Forest Ecology and Management.
- ❖ Kar A., 2018, *Mangroves identification manual of Timor Leste*. United Nations Development Program (UNDP) and National Directorate of Forestry, Coffee and Industrial Plants, Ministry of Agriculture and Fisheries (MAF) of Democratic Republic of Timor Leste.
- ❖ Kathiresan, K & Bingham, BL 2001, *The biology of mangroves and mangrove ecosystems- Advances in Marine Biology*, Annamalai University.
- ❖ Kauffman, JB & Donato, DC. 2012 *Protocols for the measurement, monitoring and reporting of structure, biomass and carbon stocks in mangrove forests*. Working Paper 86. CIFOR, Bogor, Indonesia.
- ❖ Kolb, A 2016, "6 things you need to know about mangroves", *Conservation International Blog*, consultado no dia 8 de Julho de 2019, disponível em <https://www.conservation.org>.
- ❖ Louro, C. M. M., M. A. M. Pereira, C. Litulo, M.H. Schleyer, R. S. Fernandes & T. I. F. C. Pereira(2018). Investigação e monitoria de espécies e ecossistemas nas áreas de conservação marinhas em Moçambique: Reserva Nacional do Pomene, 29 pp. Maputo, Centro Terra Viva.
- ❖ Macamo CCF, Balidy H, Bandeira SO , Kairo JG 2015 Mangrove transformation in the Incomati Estuary, Maputo Bay, Mozambique. Western Indian Ocean, Journal of Marine Science.
- ❖ Macamo CCF, Massuanganhe EA, Nicolau DK, Bandeira S (2016), Mangrove's response to cyclone Eline (2000): What is happening 14 years Later, Aquatic Botanic, June.
- ❖ Mandlate, LJC. (2013). *Mangal da Baía de Sofala: Caracterização Ecológica e Estimativa do Carbono sequestrado*. Dissertação de mestrado em Educação e Ciências Agrárias-ramo sivilcultura. FAEF. Universidade Eduardo Mondlane. 99p. Maputo.
- ❖ Massuanganhe GA,(2013). *Avaliação da Diversidade de Espécies Vegetais na Região Costeira do Posto Administrativo da Praia do Bilene* , Dissertação apresentada como requisito parcial à obtenção do título de Mestre, pelo Programa de Pós-Graduação em Ciências de Educação Agrária, Ramo de Silvicultura.FAEF. Universidade Eduardo Mondlane.Maputo.



- ❖ Malik A., Rahim A., Sideng U., Rasyid A., Jumaddin J.,(2019). *Biodiversity assessment of mangrove vegetation for the sustainability of ecotourism in West Sulawesi, Indonesia.*
- ❖ Marzoli A (2007). Relatório do inventário florestal nacional. Maputo, Moçambique. Direcção Nacional de Terras e Florestas. Ministério da Agricultura.
- ❖ Ministério da Terra, Ambiente e Desenvolvimento Rural (MITADER) 2015, "*Estratégia e plano de acção para a restauração do mangal 2015-2020*", Abril.
- ❖ Ministério do Mar, Aguas Interiores e Pescas 2018, "*Plano de acção para a redução da degradação da floresta de mangal na província de Inhambane*".
- ❖ Neves R., Inacio R. Gomes V.2005, *Mangais: Bersario biologico e o boto o habitante especial, Monte de Caparinca, Dezembro 2005.*
- ❖ Oliveira, AN.; Amaral, IL.2003 *Analise Florística e fitossociologia de uma floresta de vertente na Amazonia central, Amazonas, Brasil.*Acta Amazonica, 34(1):9-35.
- ❖ Pereira MAM., Louro CMM., Litulo C. & Fernandes RS. (2018). *Levantamento ecológico de base sobre recifes de coral e florestas de mangal dentro ou próximo de cinco áreas de pesca de gestão comunitária.* 108 pp. Maputo, IDEPA, Centro Terra Viva & RARE
- ❖ Pereira MAM, Litulo C, Santos R, Leal M, Fernandes R S, Tibirica Y, Williams J, Atanassov B, Carreira F, Massingue A & Marques da Silva I (2014). *Mozambique marine ecosystems review. Final report submitted to Foundation Ensemble.* 139 pp. Maputo, Biodinamica/CTV.
- ❖ Primavera HRS, Sadaba MJHL, Lebata ,Altamirano JH 2004, *Handbook of Mangroves in the Philippines- Panay.* SEAFDEC, aquaculture Department, Iloilo, Philippines. 106 pp.
- ❖ Primavera HRS,2009, *Field guide to philippine mangroves.*
- ❖ Reddy C.S., 2008, *Field Identification Guide for Indian Mangroves.*
- ❖ Sanquetta C.R.; Watzlawick L F ; Côte APD.; Fernamdes LAV; Siqueira JDP, 2009, *Inventários Florestais: Planejamento e Execução.* 2ª Ed. Curitiba – PR, Multi-Graphic, 316 p.
- ❖ Silva, VSM 2006, *Manejo de Florestas nativas: Planeamento, implantacao e monitoramento.* CUIABÁ – MT.
- ❖ Silva, WAS., Carim, MJV., Guimaraes JRS., Tostes LCL., (2014) *Composição e diversidade florística em um trecho de floresta de terra firme no sudoeste do Estado do Amapá, Amazônia Oriental, Brasil.*

- ❖ Siteo, AA., Mandlate, LJC., Guedes BS, (2014), Biomass and Carbon Stocks of Sofala Bay Mangrove Forests, Agosto
- ❖ Spalding, DM, Kainuma, DM & Collins, L 2010, *Los manglares se cuentan entre los ecosistemas más valiosos del mundo El “Atlas Mundial de los Manglares” destaca la importancia de estos ecosistemas y las amenazas que se ciernen sobre su supervivencia.*
- ❖ Suza, AL 2004, *Análise estrutural da floresta, Setembro.*
- ❖ Taylor, M, Ravilious, C, Green, E, P 2013, *"Mangroves of East Africa", UNEP-World Conservation Monitoring Centre, Cambridge.*
- ❖ Tomé, M. (2007). Inventariação de recursos florestais (Vol. II). Lisboa.
- ❖ Vidal, MA. (2000). Análise biométrica da regeneração natural de algumas espécies em uma floresta estacional semidecidual localizada no município de Cássia -MG, *Dissertação apresentada ao Curso de Pós- Graduação em Engenharia Florestal do Setor de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial à obtenção do título de "Mestre em Ciências Florestais, Curitiba, Brasil.*

# 9. ANEXOS

**Anexo .01:** Parâmetros para análise de precisão.

Parâmetros	Fórmula	Descrição
Media aritmética	$\bar{y} = \frac{\sum_i^n (y_i)}{n}$	$y_i$ = variável de interesse n=número de unidades amostrais.
Variância	$S_y^2 = \frac{\sum_i^n (y_i - \bar{y})^2}{n - 1}$	$y_i$ = variável de interesse; $\bar{y}$ = média aritmética; n = número de unidades amostrais.
Desvio padrão	$S_y = \sqrt{S_y^2}$	$S_y^2$ = Variância
Variância da media	$S_{\bar{y}}^2 = \frac{\sum_i^n (y_i - \bar{y})^2}{n * (n - 1)}$	$y_i$ = variável de interesse; $\bar{y}$ = média; n = número de unidades amostradas ou medidas.
Erro padrão	$S_{\bar{y}} = \sqrt{S_{\bar{y}}^2}$	$S_{\bar{y}}^2$ = Variância da media
Erro de amostragem absoluto	$Ea = t * S_{\bar{y}}$	t = valor t tabelado de Student, em função dos graus de liberdade e nível de significância; $S_{\bar{y}}$ = Erro padrão
Erro de amostragem relativo	$Er = \frac{t * S_{\bar{y}}}{\bar{y}} * 100$	t = valor t tabelado de Student, em função dos graus de liberdade e nível de significância; $S_{\bar{y}}$ = Erro padrão; $\bar{y}$ = media
Intervalo de confiança para a media	$IC = Ea \pm \bar{y}$	$Ea = t * S_{\bar{y}}$ = Erro absoluto $\bar{y}$ = media

Anexo .02: Ficha de campo.

FICHA DE CAMPO

Província \_\_\_\_\_ Distrito \_\_\_\_\_ Nº da parcela \_\_\_\_\_ Tamanho da parcela \_\_\_\_\_  
 Lat: \_\_\_\_\_ Log: \_\_\_\_\_ Data \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

Nr	Nome da Espécie		CAP(cm)	DAP(cm)	HC(m)	HT(m)	E.Conservacao	Regeneração natural		
	Cientifico	Local						Classe1	Classe2	Classe3
1										
2										
3										
4										
5										
6										
7										
8										
9										
10										
11										
12										
13										
14										
15										
16										
17										
18										
19										
20										
21										
22										
23										
24										
25										
26										
27										
28										
29										
30										
31										
32										
33										
34										
35										
36										
37										
38										
39										
40										
41										

**Anexo .03:** . Coordenas geográficas dos pontos de amostragem

<b>Parcela nº</b>	<b>Latitude</b>	<b>Longitude</b>
1	23°47'7.89"	35°21'34.34"
2	23°47'6.22"	35°21'34.30"
3	23°47'4.59"	35°21'34.21"
4	23°47'2.92"	35°21'34.14"
5	23°47'1.19"	35°21'34.12"
6	23°46'59.44"	35°21'34.12"
7	23°47'7.85"	35°21'30.91"
8	23°47'6.26"	35°21'30.82"
9	23°47'4.51"	35°21'30.74"
10	23°47'2.83"	35°21'30.67"
11	23°47'1.15"	35°21'30.59"
12	23°46'59.34"	35°21'30.52"
13	23°46'57.59"	35°21'30.42"
14	23°47'6.27"	35°21'27.29"
15	23°47'4.52"	35°21'27.19"
16	23°47'2.84"	35°21'27.21"
17	23°47'1.06"	35°21'27.06"
18	23°46'59.33"	35°21'27.07"
19	23°46'57.72"	35°21'27.01"
20	23°47'6.28"	35°21'23.77"
21	23°47'4.40"	35°21'23.67"
22	23°47'2.79"	35°21'23.60"
23	23°47'1.03"	35°21'23.57"
24	23°46'59.23"	35°21'23.46"
25	23°46'57.62"	35°21'23.50"
26	23°54'18.89"	35°20'27.22"
27	23°54'20.40"	35°20'27.18"
28	23°54'21.92"	35°20'27.22"
29	23°54'23.51"	35°20'27.28"
30	23°54'25.07"	35°20'27.31"
31	23°54'18.73"	35°20'23.78"
32	23°54'20.43"	35°20'23.75"
33	23°54'21.92"	35°20'23.75"
34	23°54'23.46"	35°20'23.75"
35	23°54'24.99"	35°20'23.78"





**Anexo.04:** Contagem de indivíduos em regeneração



**Anexo. 05:** Um dos principais usos do mangal pelas comunidades (*S.alba*).



**Anexo. 06:** Chegada na area de estudo.





**Anexo.07:** Produção de lenha e suporte da estrutura de barcos (*S.alba*)



**Anexo.08:** Produção de estacas



**Anexo.09:** Estrutura de barco com suporte de mangal.