



FACULDADE DE CIÊNCIAS

DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

TRABALHO DE CULMINAÇÃO DA LICENCIATURA EM ECOLOGIA E  
CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE TERRESTRE

**Análise Biogeográfica de Espécies de Plantas Endémicas dos Centros de Endemismo da  
Zona Costeira do Sul de Moçambique**

Autor (a): Bintah Mário Buque



UNIVERSIDADE  
E D U A R D O  
M O N D L A N E

FACULDADE DE CIÊNCIAS

DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

TRABALHO DE CULMINAÇÃO DA LICENCIATURA EM ECOLOGIA E  
CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE TERRESTRE

**Análise Biogeográfica de Espécies de Plantas Endémicas nos Centros de Endemismo da  
Zona Costeira do Sul de Moçambique**

Autor (a): Bintah Mário Buque

Supervisor (a): Prof<sup>a</sup> Doutora Alice Massingue

Maputo, Agosto de 2024

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço à Deus pelo dom da Vida e Sua presença a cada momento da minha vida. De seguida, a minha mãe Ana Ngovene, pela educação, dedicação, e apoio incondicional que tem me dado, e aos meus irmãos, Lidiane, Daniel, Eduarda, Denise, por todo amor e paciência que tiveram durante todo processo da minha formação.

A minha Supervisora Prof<sup>a</sup>. Doutora Alice Massingue, pelo apoio moral, crítico e sugestivo, e pela sua dedicação na orientação e supervisão do meu trabalho de Licenciatura. Aos meus docentes pela transmissão de conhecimento e formação durante os 4 anos de Licenciatura em Ecologia e Conservação da Biodiversidade Terrestre. E não menos importante, a toda equipa de campo e corpo administrativo do Departamento de Ciências Biológicas da UEM.

Agradeço ao Msc. Datizua e ao colega Agostinho pela orientação no processo de modelagem e análise de dados. E em especial, ao meu namorado Jubílio Maússe, pela orientação na modelagem e elaboração dos mapas, e por todo seu apoio durante a concepção do trabalho.

Aos meus familiares, pela influência e força que me deram durante os estudos, em especial aos meus avôs maternos que me criaram, e as minhas primas Ana Mbofana e Biote Ngovene com as quais cresci.

A congregação do MEA a qual pertenço, aos líderes (Família Jamisse), De Duques, e aos Professores Enoque Macandza e Cátia Langa meu muito obrigada pelo apoio e orações a mim direccionadas.

As minhas amigas, Arminda Machava, Gilda Machaieie, Ana Cossa, Emília da Laila, por terem dado vazão as demais dificuldades com às quais me deparei, e aos meus colegas Edmila Chiau, Issufo Sumbana e Camilson Guilambe, que em diversos momentos me ajudaram a superar as demais dificuldades e desafios a nível académico. Em Especial, a minha amiga e colega Jéssica Pondeca com quem passei todos momentos durante a minha formação.

Por fim, a todos que contribuíram directa ou indirectamente neste processo, meu muito obrigada.

## **DECLARAÇÃO DE HONRA**

Eu, Bintah Mário Buque, estudante da Faculdade de Ciências-Universidade Eduardo Mondlane, declaro por minha honra que esta dissertação nunca foi apresentada em nenhuma forma integral, para a obtenção de qualquer grau académico. Este trabalho é fruto da minha dedicação, do meu esforço e empenho, estando indicadas nas Referências Bibliográficas as fontes utilizadas para a elaboração da mesma, concebido para ser submetido para obtenção do grau de Licenciatura em Ecologia e Conservação da Biodiversidade Terrestre, no Departamento de Ciências Biológicas da Universidade Eduardo Mondlane.

Maputo, Agosto de 2024

---

(Bintah Mário Buque)

# DEDICATÓRIA

*A minha mãe Ana Ngovene e aos meus irmãos mais novos, Lídia Daniel e Daniel Júnior, a quem eu amo muito.*

## RESUMO

A zona costeira do sul de Moçambique, é uma área com um grau elevado de espécies de plantas endémicas, cujo o conhecimento geral da sua biogeografia é de extrema importância para a criação de esforços de conservação. O presente estudo teve como objectivo analisar a biogeografia das espécies de plantas endémicas dos centros de endemismo da zona costeira do sul de Moçambique, através do mapeamento dos locais de ocorrência, da modelagem das duas espécies de maior atenção para conservação e identificação dos factores de distribuição, e do desenho de estratégias para conservação.

Foram usados dados actuais, de pesquisas da ocorrência de espécies de plantas endémicas e quase endémicas para digitalização dos mapas de ocorrência e aglomeração das espécies, com base no mapa preliminar do MCE, usando o ArcpMap na versão 10.8. Os mesmos dados, usando o critério de categorização da Lista vermelha da IUCN, neste caso, as espécies com maior grau de ameaça, foram usados para modelagem da distribuição das espécies, correlacionadas com as variáveis ambientais adequadas, com base no Sistema Operacional Maxent 3.4.3.

Em 318 pontos, foram apresentados os registros de 38 espécies de plantas endémicas, das quais 21 eram endémicas e 18 quase endémicas, distribuídas em 17 famílias. A maior quantidade destas espécies foi mapeada na zona endemismo de Inhambane, de uma forma restrita, para além das compartilhadas entre todo resto do Centro de Endemismo de Maputaland.

Para a modelagem no Maxent, foram usados os dados de ocorrência da *Ecbolium hastatum* e a *Bauhinia burrowsii*, categorizadas como em “perigo” pela IUCN. Os resultados sugerem que a distribuição destas espécies é influenciada por variáveis climáticas e não climáticas, onde o tipo de solo demonstrou ter mais influência.

A principal ameaça dessas espécies é a degradação de habitats, através do turismo, da exploração dos recursos naturais (petróleo) e dos assentamentos humanos. Com impacto destas ameaças, espera-se um declínio severo no que diz respeito as espécies endémicas.

Diante disso, torna-se estratégico a gestão e monitoramento desses locais, o que permitirá a interação entre a ciência e a população local, e a garantia que as mesmas sejam cumpridas. Para além destas, a declaração desses locais como prioridade de conservação em forma hotspots, por exemplo, podem garantir que as mesmas possam ser salvaguardadas.

**Palavras-chave:** Biogeografia, Plantas Endémicas, Centro de Endemismo, Zona Costeira Sul.

## **SIGLAS E ABREVIATURAS**

- ArcMap - Componente principal do conjunto de programação de processamento geospacial;
- AUC - Área sob a curva ROC
- GBIF - Sistema global de informação sobre a biodiversidade;
- GIS - Sistema de informação geográfica;
- FNDS - Fundo nacional de desenvolvimento sustentável;
- QGIS - Quantum do sistema de informação geográfica;
- IUCN - União internacional para a conservação da natureza;
- MCE - Centro de endemismo de Maputaland;
- UEM - Universidade Eduardo Mondlane.

## **LISTA DAS FIGURAS**

Figura 1: Mapa da área de estudo.....	10
Figura 2: Famílias das plantas endémicas e quase endémicas.....	17
Figura 3: Localização das plantas endémicas e quase endémicas coletas no estudo da Zona Costeira do Sul de Moçambique.....	19
Figura 4: Centros de Endemismo pertencentes a Zona Costeira do Sul de Moçambique.....	20
Figura 5: Potenciais hotspots das espécies de plantas endémicas e quase endémicas.....	21
Figura 6: Modelo de distribuição da espécie <i>Bauhinia burrowsii</i> .....	23
Figura 7: Modelo de distribuição da espécie <i>Ecbolium hastatum</i> .....	24

## **LISTA DAS TABELAS**

Tabela 1: Contribuição (%) das variáveis ambientais preditórias para o Modelo.....	25
--	----

# ÍNDICE

AGRADECIMENTOS.....	
DECLARAÇÃO DE HONRA.....	
DEDICATÓRIA.....	
RESUMO.....	
SIGLAS E ABREVIATURAS.....	
LISTA DAS FIGURAS.....	
LISTA DAS TABELAS.....	
1. INTRODUÇÃO.....	1
1.1. Contextualização.....	1
1.2. Problema e Justificativa.....	2
2. OBJETIVOS.....	4
2.1. Objectivo Geral.....	4
2.2. Objectivos Específicos.....	4
3. PREDIÇÃO.....	4
3.1. Teoria do Nicho Ecológico.....	4
4. REVISÃO DA LITERATURA.....	5
4.1. Biogeografia.....	5
4.1.1. Fitogeografia.....	6
4.2. Centro de Endemismo de Maputaland (MCE).....	6
4.2.1. Plantas Endémicas.....	7
4.3. Modelagem de distribuição das espécies.....	7
4.4. Hotspots.....	8
5. ÁREA DE ESTUDO.....	10
5.1. Localização Geográfica.....	10
5.2. Clima.....	11
5.3. Geologia e Solos.....	11
5.4. Hidrografia.....	12
5.5. Flora.....	12
6. METODOLOGIA.....	13
6.1. Material e Métodos.....	13
6.1.1. Dados bióticos.....	13
6.1.2. Dados ambientais.....	14
6.2. Processamento dos dados.....	14

6.2.1. Mapeamento dos locais de ocorrência.....	14
6.2.2. Modelagem.....	14
7. Resultados.....	16
7.1. Zona costeira do sul de Moçambique.....	16
7.2. Espécies de Plantas endémicas e quase endémicas.....	17
7.2.1. Mapeamento das espécies de plantas endêmicas da Zona Costeira do Sul de Moçambique.....	18
7.3. Distribuição actual das espécies.....	21
7.3.1. Factores determinantes na distribuição das espécies.....	25
8. Discussão.....	26
8.1. Discussão da metodologia.....	26
8.2. Distribuição e mapeamento das espécies de plantas endémicas e quase endémicas.....	26
8.3. Modelagem e factores determinantes na distribuição das espécies.....	28
8.4. Principais ameaças das espécies de plantas endémicas e quase endémicas.....	29
8.4.1. Estratégias de Conservação.....	30
9. CONCLUSÃO.....	33
10. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	34
11. ANEXOS.....	39



# 1. INTRODUÇÃO

## 1.1. Contextualização

A biogeografia das plantas, também conhecida como fitogeografia, procura descrever a distribuição espacial de espécies vegetais, que devido a heterogeneidade das condições ambientais favoráveis, apresentam-se de formas padronizadas e não aleatórias. Neste contexto, além da distribuição da diversidade, o endemismo representa um dos principais e mais conhecidos padrões fitogeográficos (Costa *et al.*, 1998; Cordeiro, 2013).

As espécies de plantas endémicas são um dos factores importantes na identificação e conservação de prioridades da biodiversidade, como áreas importantes de plantas (Darbyshire *et al.*, 2019). A distribuição dessas espécies pode ser determinada por factores bióticos e abióticos, mas também pode ser limitada por factores ambientais que são facilmente manipuláveis e os factores históricos que acabam se refletindo na distribuição actual (Cordeiro, 2013; Hassener, 2013).

Em Moçambique, as espécies de plantas endémicas tendem a concentrar-se em manchas isoladas, em regiões e áreas montanhosas, em ilhas, ou em centros costeiros de endemismo, com uma distribuição não uniforme (Osborne, 2020), como é o caso dos centros costeiros da região sul do país, classificadas como zonas mais importantes, de elevado valor biológico e endémico, devido ao estado saudável do próprio ecossistema (Honguane, 2007; Duarte *et al.*, 2012; Cordeiro, 2013; Massunganhe, 2013).

A zona sul de Moçambique é representada pelos subcentros de endemismo de Maputaland (*sensu stricto*), e de Inhambane. Os mesmos, surgem posteriormente a proposta feita por Van Wyk (1994), quando identificou na costa sul do Oceano Índico uma área bastante diversificada, complexa, e de elevado endemismo, designando-a centro de endemismo de Maputaland (CE Maputaland), (MICOA, 2003; Honguane, 2007; Darbyshire *et al.*, 2019).

A classificação revigorante, surge quando Darbyshire *et al.* (2019), propõe seis (6) centros de endemismo vegetal, dos quais quatro centros transfronteiriços são destacados com foco em unidades fitogeográficas mais restritas (Odorico *et al.*, 2022). O centro de endemismo de Rovuma (CE Rovuma), também referido por alguns como centro de endemismo de Lindi (restrito ao sudeste da Tanzânia, mas compartilhando algumas espécies com o CE Rovuma), foi recentemente alargado ao norte de Moçambique abrangendo a zona costeira das províncias de Cabo Delgado, Nampula e Zambézia. Para zona mais central do país, propôs-se o Sistema de Montanha regional de Chimanimani, também conhecido como centro de

endemismo de Chimanimani-Nyanga (Clarke *et al.*, 2017), como parte do centro de endemismo afromontano, compartilhado com Zimbabué, tal como centro de endemismo de Mulanje-Namuli-Ribaue, que vai se estendendo desde o sul de Malawi até as províncias de Zambézia e Nampula (Darbyshire *et al.*, 2019; Odorico *et al.*, 2022).

E para lado mais Sul de Moçambique, o centro de endemismo de Maputaland, anteriormente, conhecido como Tongoland-Pondoland, no sector mais a norte do TPRM (Van Wky 1996), partilhando com a província de Kwazulu-Natal da África do Sul e Eswatini, estendendo-se desde as planícies costeiras do sul de Moçambique até ao rio Save. Este centro pode ser dividido em pelo menos três subcentros, onde para além dos subcentros costeiros, estão inclusas as Montanhas dos Libombos, que se estende pela fronteira dos três países (Darbyshire *et al.*, 2019; Muhacha, 2021).

Estudos demonstram que, os centros de endemismo da zona costeira sul compartilham com um número elevado de espécies de plantas endémicas e quase endémicas. Contudo, são reconhecidas espécies endémicas como restritas do centro de endemismo de Inhambane (Darbyshire *et al.*, 2019).

Neste âmbito, é indispensável uma análise dos factores biogeográficos por de trás da distribuição e restrição das plantas endémicas nestes centros, factor este que tomamos como objetivo para a realização do presente trabalho.

Os objectivos do trabalho surgem como forma a responder as seguintes questões: Porquê as espécies de plantas endémicas do CE de Inhambane encontram-se biogeograficamente restritas a mesma área, e as do CE de Maputaland podem ser observadas em ambos centros da região da costa sul? Quais são os factores que propiciam esta distribuição? Quais são as estratégias de conservação para garantir a persistência dessas espécies no Sul de Moçambique?

## **1.2. Problema e Justificativa**

Moçambique é rico em formações vegetais entre os ecossistemas terrestres e aquáticos. No entanto, existem alguns ecossistemas ricos em diversidade biológica, como é o caso da zona costeira do Sul do país, área de elevado valor de endemismo, representada pelos centros de endémicos referidos a cima, que para além de encontrarem-se distribuídos de uma forma não

uniforme, apresentam restrições na ocorrência das plantas endêmicas (Massunganhe, 2013; Darbyshire *et al.*, 2019).

A deficiência no conhecimento biogeográfico a cerca destas plantas, tem contribuído para a falta de eficiência nos esforços de conservação das mesmas (Hassener, 2013).

Com a atual proposta a cerca da divisão do centro endemismo de Maputaland, e conseqüente surgimento dos subcentros de endemismo das Montanhas dos Libombos e de Inhambane, há uma necessidade de ampliar os conhecimentos dos factores e das condições que permitem a distribuição das plantas endêmicas. Há uma escassez no levantamento detalhado da fitogeografia e os factores que condicionam a ocorrência das plantas endêmicas nos centros de endemismo da zona costeira do Sul de Moçambique (Mendes, 2004).

O Reconhecimento das distribuições das espécies endêmicas nestes centros é de extrema importância, podendo resultar não só do histórico particular de evolução, mas também da adaptação da espécie as condições climáticas e as interações biológicas locais (Malta *et al.*, 2011).

O Pouco conhecimento existente a cerca da distribuição e restrições das espécies de plantas endêmicas nos centros de endemismo da zona costeira do Sul de Moçambique, abre espaço para uma investigação que poderá nos levar a um maior conhecimento não só das espécies endêmicas mas também, o entendimento dos factores, sobre ponto de vista biogeográfico como necessidade urgente de aplicações para conservação da biodiversidade e dos ecossistemas endêmicos de Moçambique, em particular para os centros de endemismo de Maputaland e Inhambane.

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1. Objectivo Geral**

- Analisar a biogeografia das plantas endêmicas dos centros de endemismo da zona costeira do Sul de Moçambique.

### **2.2. Objectivos Específicos**

- Mapear os locais de ocorrência e de maior concentração de espécies de plantas endêmicas e quase endêmicas da Zona Costeira do Sul de Moçambique (hotspots);
- Modelar a distribuição da *Ecbolium hastatum* e *Bauhinia burrowsii*;
- Identificar os factores que influenciam na distribuição e restrição das espécies de plantas endêmicas nos CE da zona costeira do Sul de Moçambique;
- Descrever estratégias de medidas para a conservação dessas de espécies.

## **3. PREDIÇÃO**

### **3.1. Teoria do Nicho Ecológico**

Factores abióticos permitem com que as espécies de plantas endêmicas do Subcentro de Endemismo de Inhambane sejam maioritariamente restritas a esta área já que, a distribuição de cada uma delas é limitada por alguns factores ambientais que podem ser favoráveis nesta região, influenciando directamente na distribuição e adaptação das mesmas.

## 4. REVISÃO DA LITERATURA

### 4.1. Biogeografia

Em busca de provas da evolução, bem como da forma como a ambiente influência na diversidade das espécies, cientistas como o botânico Alfred Russel (1823-1913), por volta dos anos 1848, realizou estudos relacionados a geografia física, mais conhecida por biogeografia (Lopes, 2018), a qual Costa (2011), define como ciência que tem como função, o estudo da origem, expansão, distribuição, associação e evolução dos seres vivos, ou ainda, geografia que tem como enfoque os estudos das paisagens.

Ainda, como parte da definição, Silva (2016), ressaltou que o elemento básico da biogeografia é a distribuição dos seres vivos, onde a porção do espaço geográfico é determinado pelas inter-relações entre as espécies, com outros componentes e processos geoambientais e biológicos. Para este autor, essa ciência difere-se das outras porque baseia-se maioritariamente na observação, comparação e disponibilidade de dados de pesquisas realizadas em grandes áreas, e por longos períodos.

A biogeografia é uma ciência muito complexa, exigindo apoio de outras ciências, como é o caso da climatologia, da patologia, da geologia, da botânica, da paleontologia, da zoologia, entre outras (Andrade, 2012).

Para além da directa inter-relação com outros sectores e disciplinas, a biogeografia tem um âmbito virado as ciências, podendo ser dividido em biogeografia ecológica (fitogeografia e zoogeografia), biogeografia histórica (paleobiologia), biogeografia das ilhas (conservação), e biogeografia médica, virada à saúde, (Andrade, 2012; Silva *et al.*, 2016).

Neste caso, a biogeografia em estudo tem seu enfoque sobre a ecologia dos seres vivos, especificamente a fitogeografia, que segundo Pereira (2005), é o ramo da biogeografia que para além de estudar a distribuição das plantas sobre a terra e a sua causa, estuda os tipos de vegetação, as condições de associações ou formações vegetais, em diferentes espaços ou escalas geográficas. Ainda que não seja o foco, é importante considerar a zoogeografia como parte da biogeografia ecologia ligado ao estudo da vida animal, da influência dos seus habitats, as inter-relações, e a sua distribuição nas diferentes eras geológicas (Crepaldi, 2014).

Andrade (2012), considera que os estudos da fitogeografia são mais predominantes em relação aos da zoogeografia, pois estes são representados pela vegetação, elemento indispensável na paisagem física, e ainda, a diversidade de concepções da mesma é maior, o que pode ser comprovado pelas literaturas.

#### **4.1.1. Fitogeografia**

Vislumbrada pelo Alemão Alexandre de Humboldt (1769-1859), a fitogeografia é considerada uma ciência inter e/ou multidisciplinar que tem como objectivo compreender, interpretar, comparar e analisar os factores ligados a distribuição geográfica dos vegetais (Pinto *et al.*, 2022).

A posição geográfica de Moçambique justifica a sua composição na cobertura vegetal, fazendo com que o desenvolvimento e distribuição das espécies vegetais sejam influenciados pelo clima, a topografia, a hidrografia, e ainda, as acções humanos sobre as mesmas (Nyoka, 2018).

Das cinco (5) principais zonas fitogeográficas da África Austral, a diversidade de ecossistemas e de espécies de interesse global para a conservação em Moçambique encontram-se em três fitoregiões: Centro regional de endemismo Zambeziano, Centro regional de endemismo Swahiliano (Mosaico regional Zanzibar-Inhambane), e Mosaico regional Tongoland-Pondoland (Mosaico regional Maputaland-Pondoland), este último que, engloba o actual Centro de Endemismo de Maputaland, como parte do seu sector (Van WkY, 1994; MITADER, 2015; Massingue, 2018; IUCN, 2021).

#### **4.2. Centro de Endemismo de Maputaland (MCE)**

Reconhecida por Van Wky (1996) como sector do Mosaico Regional Tongoland-Pondoland, o Centro de Endemismo de Maputaland é uma área de cerca de 26.734 km<sup>2</sup>, de valor de conservação reconhecido internacionalmente, uma vez que contém elevados níveis de riqueza de endemismo, e parte do hotspot de biodiversidade de Maputaland-Pondoland-Albany, bem como a área das zonas húmidas, como a Grande Santa Lúcia (Van Wky, 1996; Smith, 2006).

A área que é partilhada entre África do Sul e Eswatini, alberga diversidade de espécies de plantas endémicas, distribuídas em três partes, duas das quais costeiras, conforme o descrito. O Maputaland sensu stricto estende-se desde a província de Kwazulu-Natal da África do Sul até ao Rio Limpopo de Moçambique, enquanto que o Maputaland sensu lato, que também inclui o Sub-Centro de Inhambane, estende-se mais ao norte do Rio Save (Darbyshire *et al.*, 2023).

#### **4.2.1. Plantas Endémicas**

Em geral, espécies endémicas são aquelas que se apresentam restritas a uma determinada área, isso por terem sido originadas em uma determinada área e nunca terem se disperso. Além disso, as espécies endémicas ocupam um habitat especializado, onde o seu tamanho população varia e com um risco de extinção relativamente alto associado, designando-se endemismo (Lasos *et al.*, 2008; Santos, 2016; Massingue, 2018).

Em Moçambique são conhecidos cerca de 5 gêneros de plantas endémicas estreitas, nomeadamente: *Baptorhachis*, *Emicocarpus*, *Gyrodoma*, *Icuria* e *Micklethwaiti*, com cerca de 235 espécies de plantas, e dois gêneros quase endémicos, nomeadamente: *Triceratella* e *Oligophyton*, com cerca de 337 espécies de plantas. Juntos, esses táxons constituem 9.3% da flora total de Moçambique actualmente conhecida (Darbyshire *et al.*, 2019 citado por IUCN, 2021).

Segundo Massingue (2018), a zona de transição regional Swahilian-Maputaland contém uma vasta quantidade de plantas endémicas, algumas delas igualmente visíveis no Centro de Endemismo de Maputaland. E no Mosaico regional Maputaland-Pondoland, foi identificado um elevado número de espécies vegetais nativas sendo que, cerca de 239 espécies de plantas encontram-se distribuídas de forma restrita.

#### **4.3. Modelagem de distribuição das espécies**

O conhecimento sobre a identidade e distribuição de espécies na terra ainda é muito escasso (Trindade, 2019). Pesquisadores têm desenhado estratégias com vista amenizar o efeito destas lacunas no estudo da biodiversidade, sendo uma delas, a estimativa da distribuição geográfica real ou potencial de uma espécie, de acordo com as características ambientais que são adequadas para a espécie e identificando onde é como estes ambientes adequados estão distribuídos no espaço (Pearson, 2007, citado por Trindade, 2019).

As condições ambientais adequadas para uma espécie são características, usando uma abordagem ou modelagem mecanicista ou correlativa (Dalapicolla, 2016; Trindade, 2019). A modelagem clássica que usa propriedades biofísicas dos organismos, principalmente fisiologia, para ligar directamente traços funcionais com as condições ambientais para determinar as áreas onde possam existir tais espécies. E, a modelagem que usa dois tipos de dados para modelar os requisitos ambientais de uma espécie e estimar sua distribuição geográfica potencial: as localidades (registros de ocorrência) de presença da espécie e as variáveis ambientais para a região de estudo, especialmente as climáticas (Dalapicolla, 2016).

A modelagem correlativa de distribuição, também chamada de modelagem de nicho ecológico ou ambiental (Trindade, 2019), é baseada na análise de nicho ecológico, o qual resume as tolerâncias às diferentes condições e as necessidades de diferentes recursos em todas as interações bióticas e abióticas, que podem ocorrer num determinado ecossistemas (Oliveira, 2017).

Sobre influência do desenvolvimento tecnológico, a internet transformou-se em um grande sistema global de informações sobre a biodiversidade e os respectivos pontos de ocorrência muitas delas disponibilizadas em bancos de dados da GBIF (Trindade, 2019).

Em linhas gerais, a modelagem de nicho ecológico é um modelo preditivo de distribuição de espécies que está fundamentada em um tratamento computacional que combina os dados de ocorrência de uma ou mais espécies com variáveis ambientais, construindo assim, uma representação das condições requeridas pelas espécies (Oliveira, 2019, Trindade, 2019; Goia *et al.*, 2020).

O algoritmo de Máxima Entropia (Maxent), tem sido aplicado para modelar a adequação ambiental para uma ou mais espécies, encontrando a distribuição que é mais espalhada, ou mais próxima da uniforme, sujeita a um conjunto de restrições que representam informações incompletas sobre a distribuição alvo, neste caso das espécies de plantas endêmicas de Inhambane (Goia *et al.*, 2020).

#### **4.4. Hotspots**

Hotspots são áreas ricas em biodiversidade de espécies endêmicas e que, possuem um alto grau de degradação ambiental (Myers 1988, citado por Oliveira *et al.*, 2008).

Myers ainda considera que, o facto da biodiversidade não estar uniformemente distribuída, seria necessário identificar regiões da terra onde há maiores níveis de biodiversidade concentrados, os quais seriam melhor conservados (Santos, 2010).

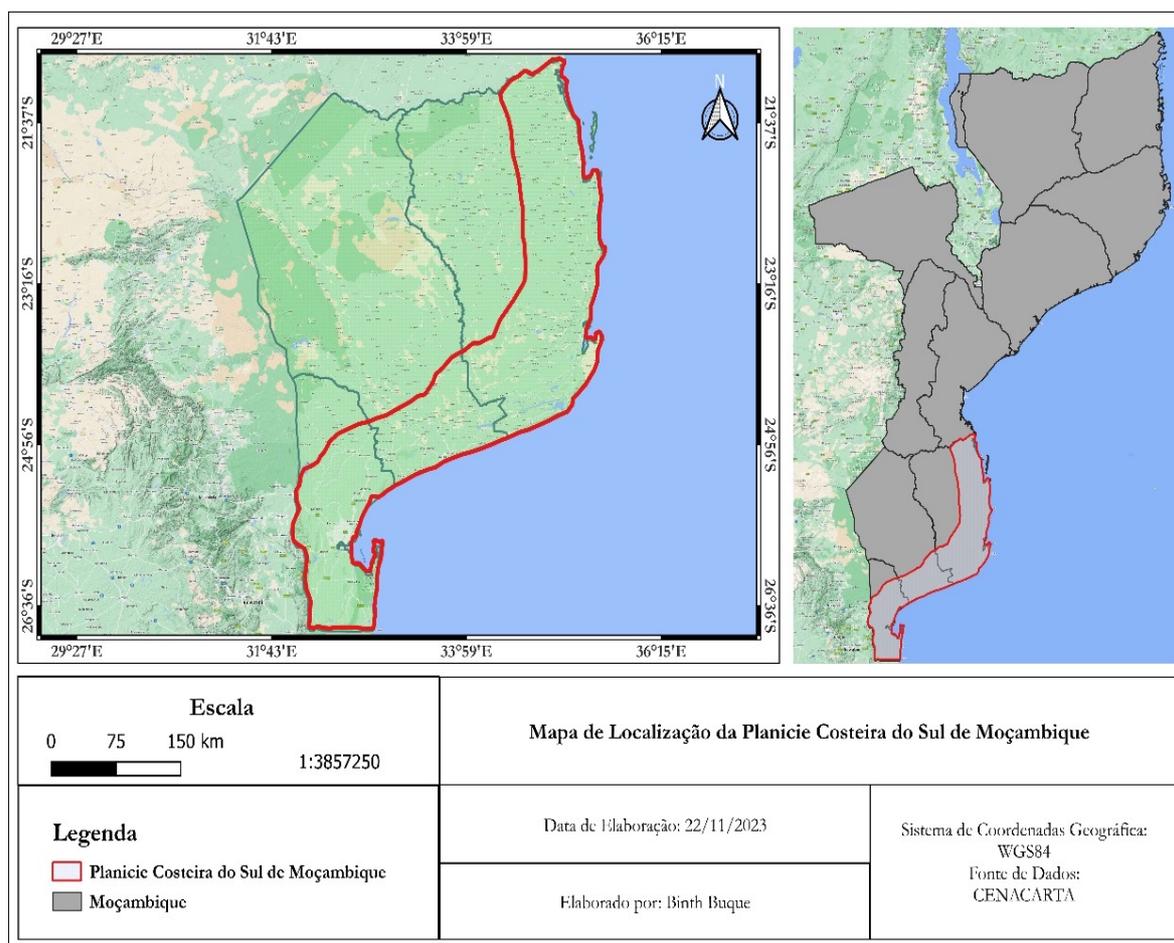
A identificação destas áreas é importante, sobe vista de implementação de formas práticas e exéquias acções de conservação (Nunes, 2018), daí que, o conceito dos hotspots veio tornar auxiliar os conservacionistas na preservação das espécies existentes nestas áreas, e fornecer base científica ao direcionamento de pesquisas, e estratégias de espécies endêmicas (Oliveira *et al.*, 2008).

Para o efeito, muitos dos estudos realizados usaram abordagem de mapeamento das espécies distribuídas por espécies, para identificar um conjunto de localidades que contenham um número de espécies em uma menor área (Nunes, 2018).

Actualmente, são conhecidas 35 regiões hotspots no mundo, onde dentre as 8 de África à região de Maputaland-Tongoland é a reconhecida em Moçambique, um ponto de especial observação neste estudo (CEPF, 2011).

## 5. ÁREA DE ESTUDO

### 5.1. Localização Geográfica



**Figura 1: Mapa da área de estudo.**

O estudo é realizado na zona costeira do sul de Moçambique, um trecho de cerca de 2700km de toda região costeira Moçambicana, com aproximadamente 110km da costa (Massingue, 2018; Macie e Malauene, 2019).

A zona costeira sul estende-se pelas províncias de Maputo Gaza e Inhambane (MIMAIP, 2020), parte das unidades biogeográficas do Mosaico Regional Zanzibar-Inhamabane e Mosaico Regional de Maputaland-Tongoland (MICOA, 2012). Estas são consideradas caracterizadas por elevados índices de biodiversidade e um alto grau de endemismo em termos florísticos (Pereira, 2004), portanto, também são representadas por aquilo que Darbyshire *et al.*, (2019), denominou Centro de endemismo de Maputaland (*Sensu stricto*) e Centro de endemismo de Inhambane, áreas estas que são nosso principal foco de estudo.

## **5.2. Clima**

O clima da região costeira de Moçambique é influenciado pela corrente do canal do Oceano Índico e pela altitude (Louro, 2005 e MIMAIP, 2020), sendo este geralmente seco no interior do que na costa onde a precipitação anual chega a atingir os 800mm e tendem a diminuir até cerca de 300mm. As temperaturas médias do ar variam entre 25 °C e 27 °C no verão e 20 °C e 23 °C no inverno (MIMAIP, 2020).

Os ventos possuem dois regimes, os ventos do norte a nordeste (entre os períodos de Novembro a Março), e os ventos de nordeste a sul (entre os períodos de Maio a Agosto), estes que são raros, mas fortes, também designados ventos tempestuosos (Louro, 2005).

## **5.3. Geologia e Solos**

Geologicamente, a zona costeira sul possui sedimentos marinhos de cretáceo ao recente, que sustenta a planície costeira do Mosaico de Inhambane em cerca de 200mm, e possuem rochas vulcânicas de origem Karoo, pela região de Maputaland (Massingue, 2018).

Em geral, os solos estão estreitamente relacionados com a geografia, formação e precipitação, sendo eles maioritariamente caracterizados por extensões intermitentes de praias arenosas, dunas (numa extensão de 850 km), lagoas, baías costeiras, e uma plataforma estreita (Louro, 2005; Honguane, 2007).

Mais pelo lado de Maputaland, os solos resultantes do estado geológico, em sua maior parte, são caracterizados por grãos finos homogêneos, cinzas, siliosos e áreas eolíticas, consequentemente inférteis para a actividade agrícola. Em bacias hidrográficas maiores, os solos têm uma textura mais argilosa, consequentemente, são mais férteis (Massingue, 2018).

Do lado de Inhambane, os solos dunares são caracterizados, em parte, por uma textura arenosa, com uma alta permeabilidade ou baixa retenção de água e baixa fertilidade, consequentemente, impróprios para a agricultura. Mas também, podem ser encontrados solos com textura argilosa em maior quantidade, localizados junto as margens dos rios e das lagoas, com boa capacidade de retenção de água, consequentemente, mais férteis (Guambe, 2019).

#### **5.4. Hidrografia**

Os rios da zona costeira do sul de Moçambique, também conhecida como “região das lagoas” fazem parte do total de cerca de 216.000 milhões de metros cúbicos da hidrografia que drenam em Moçambique (Hoguane, 2007; UNDP, 2015), onde tal como a maioria dos rios que percorrem o território nacional, ocorrem de este para leste devido a configuração do relevo, atravessando de forma sucessiva as montanhas, os planaltos, as planícies, e desaguando no Oceano Índico (Albino, 2012).

A hidrografia da zona costeira do sul de Moçambique estende-se desde o Orio Save, Arquipélago de Bazaruto até a praia de Ponta de Ouro (UNDP, 2015; Massingue, 2018), representada principalmente pelos cursos de água de Limpopo, Incomáti e Maputo, mas também por rios Govuro, Inhanombe, Umbelúzi e Tembe (GOV, 2007; Hoguane, 2007; Albino, 2012).

#### **5.5. Flora**

Como mencionado anteriormente, a flora da zona costeira do Sul de Moçambique está englobada em duas regiões fitogeográficas de elevado valor endémico. O Mosaico Regional de Zanzibar-Inhambane, que se estende do norte do rio Limpopo (parte sul, a la 25 S), ao rio Rovuma, e o Mosaico Regional Tongoland-Pondoland ou transição de Maputaland-Pondoland, que se estende desde o sul do rio Limpopo até a África do Sul (Louro, 2005; Massanganhe, 2013).

A flora da zona costeira em estudo, isto é, a região de Maputaland é constituída por vários tipos vegetação tropical, principalmente nas baixas planícies costeiras, incluindo mangais, florestas ribeirinhas, vegetação marinha e até pântanos (Massanganhe, 2013). Consoante o tipo predominante de vegetação, encontram-se destacadas: a vegetação das dunas, a floresta costeira, e a floresta de Licuati, mas também são apresentadas nesta região Savanas e florestas de Miombo (MICOA, 2003).

A região de Maputaland contém mais de 2.500 espécies nativas. Destes, mais de 203 espécies são consideradas restritas a esta região (Matimele, 2017), para além disso, mais de 200 espécies desta região são consideradas lenhosas. No entanto, a proporção das ervas endémicas e plantas lenhosas menores é desconhecida (Massanganhe, 2013).

## **6. METOLOGIA**

### **6.1. Material e Métodos**

A pesquisa usou o método indutivo como abordagem metodológica, onde o processo de inferência indutiva baseou-se na formulação e avaliação do pressuposto teórico, para dar conclusões a cerca das observações feitas de espécies endémicas CE da zona costeira do sul de Moçambique, sendo este o método mais adequando para o efeito (Panasiewicz e Baptista 2013).

A pesquisa foi de natureza quanti-qualitativa, onde as amostras apresentavam resultados que foram tomados como constituintes de um retrato real de toda população alvo na pesquisa. A forma quantitativa buscou tabular e mapear os dados coletados, e a forma qualitativa permitiu a inferência da teoria pressuposta e ainda, a interpretação e compreensão dos fenómenos e aspectos relevantes a pesquisa (Oliveira *et al.*, 2006; Panasiewicz e Baptista, 2013).

Em busca de responder os objetivos, o trabalho usou a abordagem de forma descritiva para observar, descrever e analisar o fenómeno da distribuição e restrição das espécies endémicas, isto é, a partir do levantamento do universo de registros da flora, incluindo os modelos de distribuição e os factores ambientais de toda zona costeira do Sul de Moçambique, publicados nos diferentes artigos nacionais e internacionais. E a abordagem de forma explicativa para aprofundar o conhecimento da realidade e dar respostas as observações (Oliveira *et al.*, 2006; Panasiewicz e Baptista, 2013).

O suporte metodológico para a realização do trabalho foi baseado principalmente no eixo da revisão documentária, que se baseia na consulta de diversas bibliografias com vista a construção do respectivo enquadramento teórico. E também, o eixo da verificação, organização e análise de dados coletados (Oliveira, 2011).

#### **6.1.1. Dados bióticos**

Foram usados dados secundários das espécies de plantas endémicas e quase endémicas, e os respectivos pontos de ocorrência, foram compilados a partir de bases de dados digitais da rede *GBIF (Global Biodiversity Information Facility)*, mas principalmente, a partir de inventários de projectos de pesquisas coordenados pela autora Alice Massingue, bem como estudantes da Universidade Eduardo Mondlane (UEM), nas diferentes estações ocorrentes em Moçambique onde, nos anos 2015, 2016, 2020 e 2022 foram coletados na província de Inhambane, nos anos 2014, 2015, e 2016 foram coletados na Província de Gaza, e dos anos 2013-2023 foram coletados na província de Maputo, isto e, num período de 10 anos. Boa parte

destes, encontravam-se descritos no arquivo (Massingue, 2018) e, parte dos mesmos, publicados na base de dados digital, como em alguns artigos, como (Darbyshire *et al.*, 2019). Elaborou-se um único banco de dados, com base na compilação de listagens das espécies já resguardadas, no Sistema Operacional *Excel 2013*. Neste caso, foram consideradas apenas as fanerógamas identificadas até ao nível da espécie, com algumas exceções, onde foram consideradas as subespécies.

### **6.1.2. Dados ambientais**

Os dados ambientais, consistiam em variáveis bioclimáticas da variação de temperatura e precipitação disponibilizadas pelo site *WorldClim* (<https://worldclim.org>), na versão 2.0 (Hijmans *et al.*, 2005) como potenciais preditores ambientais, com 30 arco-segundos de resolução (aproximadamente 1km x 1km). Este site, fornece 19 variáveis, das quais foram correlacionadas e seleccionadas de acordo com a espécie, onde para além destas, foi também usada a variável do solo, disponível no site da *FNDS* (<https://www.fnds.gov.mz/mrv/>).

## **6.2. Processamento dos dados**

### **6.2.1. Mapeamento dos locais de ocorrência**

Com base na construção do mapa preliminar da cobertura florestal e a planilha com os dados actualizados, foi gerado o mapa de ocorrência das espécies, bem como mapa ilustrando os locais de maior concentração dessas espécies e potenciais hotspots, como áreas de especial atenção para a conservação. Tal como foi com o mapa preliminar, o mapeamento dos dados de ocorrência com base no uso software *ArcMap 10.8*, no sistema operacional *Windows 10*.

### **6.2.2. Modelagem**

O algoritmo utilizado para modelagem foi o *Maxent 3.4.3*. Trata-se de um método para realizar previsões ou inferências a partir de informações incompletas. Ele estima a probabilidade de ocorrência de espécie encontrando a distribuição de probabilidade de máxima entropia (que é a distribuição mais próxima da distribuição uniforme), submetidas a um conjunto de restrições que apresentam a informação incompleta sobre a distribuição alvo (Moscoso *et al.*, 2012).

A primeira etapa da modelagem consistiu na construção e escolha das variáveis biológicas e ambientais a serem modeladas. No caso das variáveis, com base na planilha já existente, foram seleccionadas as categorizadas como estando em Perigo crítico ou em Perigo, segundo a

lista vermelha da IUCN (Senkoro *et al.*, 2021) e com 8 ou mais pontos de ocorrência (Dalapicolla, 2016). E para as variáveis ambientais, para além das que combinam a temperatura e precipitação, foi seleccionada a variável do Solo.

O tratamento dos dados envolveu corte de mapas, padronização do NoDate value e conversão dos arquivos de GeoTiff para ASC. Todos estes processos foram feitos utilizando a ferramenta *ArcMap 10.8*.

Até a interpretação das saídas, os processos foram executados no programa Maxent 3.4.3, até a conversão dos resultados (saídas do Maxent) de ASCII do Maxent para um Raster, com base nos tutoriais descritos por (Young *et al.*, 2011 e Dalapicolla 2016).

Para a validação do modelo, foram executadas 15 réplicas (75% treinamento e 25% teste), onde a métrica usada para validar foi o *Area Under the ROC Function (AUC)*, que permite um gráfico relacionando a fração de pontos de ocorrência encontrados dentro de áreas com valores acima do *threshold* e a quantidade de pixels acima do *threshold* (Trindade, 2019).

Para exibição e análise posterior, prevendo a presença das espécies (0-1), foram reclassificadas no *QGIS 3.34*, onde os valores próximos de 1 foram considerados de bons a excelentes, e os próximos de 0 foram considerados de ruins a péssimos, o que ditou a adequação do ambiente (Goia *et al.*, 2020; Trindade, 2019).

Foram igualmente geradas curvas de respostas das formações vegetais à cada variável ambiental de maneira isolada, que mostraram como a variação de cada variável afecta a probabilidade de presença da espécie.

Autores como Barbosa (2011), destacam a importância da análise desses aspectos pois, diversos factores abióticos podem atuar como agentes de carácter adaptativo para algumas plantas, como é o caso das endémicas.

## 7. Resultados

### 7.1. Zona costeira do sul de Moçambique

A zona costeira do sul de Moçambique é representada por uma variedade de ecossistemas marinhos e terrestres. O estudo realizado por Massingue (2018) e pesquisadores, estendendo-se desde o Rio Save no norte até a Ponta de Ouro no Sul, permitiu a observação de vários habitats, para além de sistemas terrestres e marinhos, também foram observados mangais, dunas litorais, zonas úmidas, rios e lagoas.

No percurso, são descritas observações de alguns rios destacando-se o Save, o Limpopo e o Incomati como sendo os principais, para além de alguns grandes lagos doces assim como salinos.

A vegetação verificada nesta área é diversificada, apresentando-se em comunidades de Savanas com padrões complexos, bem como grasslands e pântanos.

Os dados observados demonstram que, a vegetação das dunas foi observada em quase toda zona costeira do sul, desde Inhassoro à Ponta de Ouro, incluindo às Ilhas de Bazaruto e Inhaca, onde as mesmas são parabólicas. Em Inhassoro e Massinga as dunas são cobertas por mata de Miombo, e mais para Gaza e Maputo, nos distritos de Chidenguele e Manhiça as dunas são representadas por savanas, que constituem a vegetação primária, sendo que no distrito de Bilene, as dunas são desprovidas de vegetação.

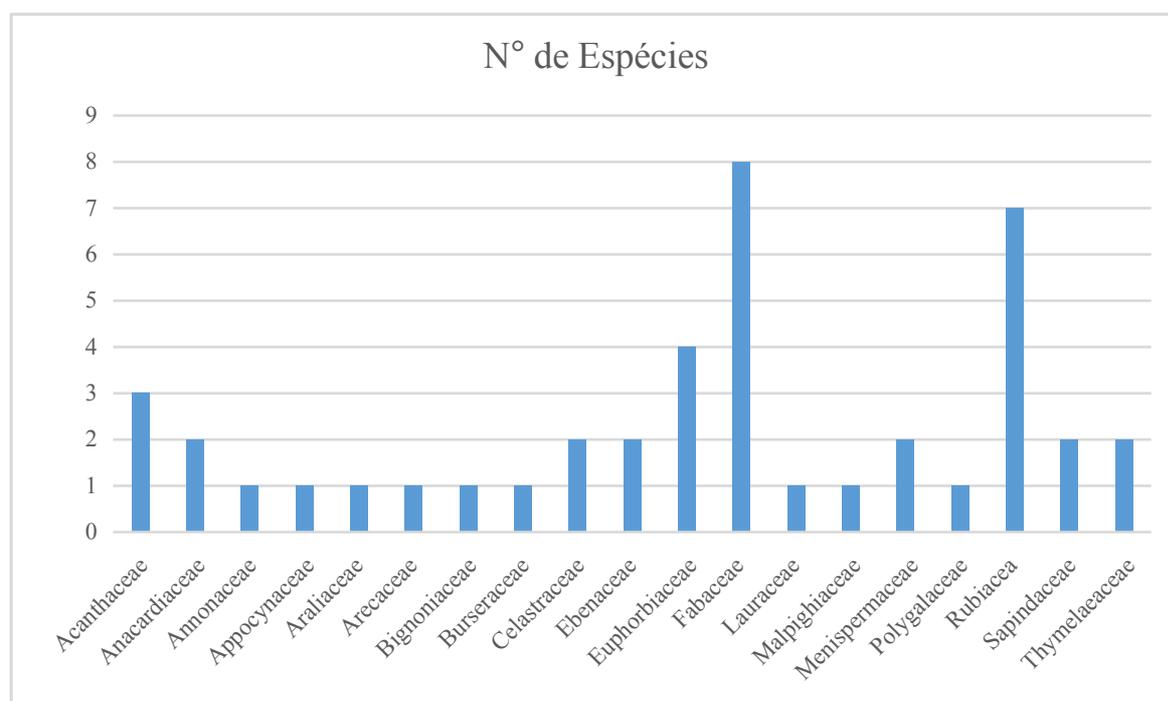
Em outros distritos onde as dunas são cobertas por vegetação, como no distrito de Govuro onde algumas pequenas manchas florestais dominadas pela *Azelia quazensis* e outros por *Senegalia nigrescens* que chegam a atingir 12m de altura.

Os mesmos dados demonstram que para além da diversa vegetação existente ao longo desta região, em Inhambane e mais para o norte de Gaza foram igualmente destacadas florestas de Miombo e Savanas denominadamente por *Hyphaene coriacea*. E, Xai-xai e Maputo, as florestas eram dominadas por *Azelia quazensis* ou ainda, a *Syzgium cordatum sub. cordatum*.

## 7.2. Espécies de Plantas endêmicas e quase endêmicas

A flora desta região é bastante rica, com uma diversidade de plantas de grande importância ecológica, destas as mais comuns até as endêmicas e quase endêmicas, estudadas e divulgadas nos diferentes sites.

Os dados revelam o registro de um total de 38 espécies de plantas, das quais 21 são endêmicas e 17 quase endêmicas, distribuídas em 17 famílias, estas que foram identificadas e registradas em cerca de 378 pontos amostrais da Zona Costeira de Moçambique. A maior parte das espécies é pertencente às famílias Fabaceae e Rubiaceae com cerca de 8 e 7 espécies endêmicas e quase endêmicas respectivamente, e de seguida à família e Euphorbiaceae com 4 espécies, conforme ilustra o gráfico (Figura 1).



**Figura 2: Famílias das plantas endêmicas e quase endêmicas**

As espécies de plantas endêmicas apresentaram-se de forma restrita, nas diferentes províncias e Centros de endemismo da Zona costeira do sul de Moçambique, revelado pelo presente estudo, onde cerca de 8 espécies de plantas endêmicas foram identificadas de forma restrita em Inhambane, e 2 em Maputaland (Senso lato).

Em Inhambane foram identificadas a maioria dessas espécies, isto é, cerca de 35 espécies endêmicas e quase endêmicas, muitas delas compartilhadas com outras regiões, inclusive Maputaland (Senso lato). Para além destas, 4 das espécies endêmicas e quase endêmicas

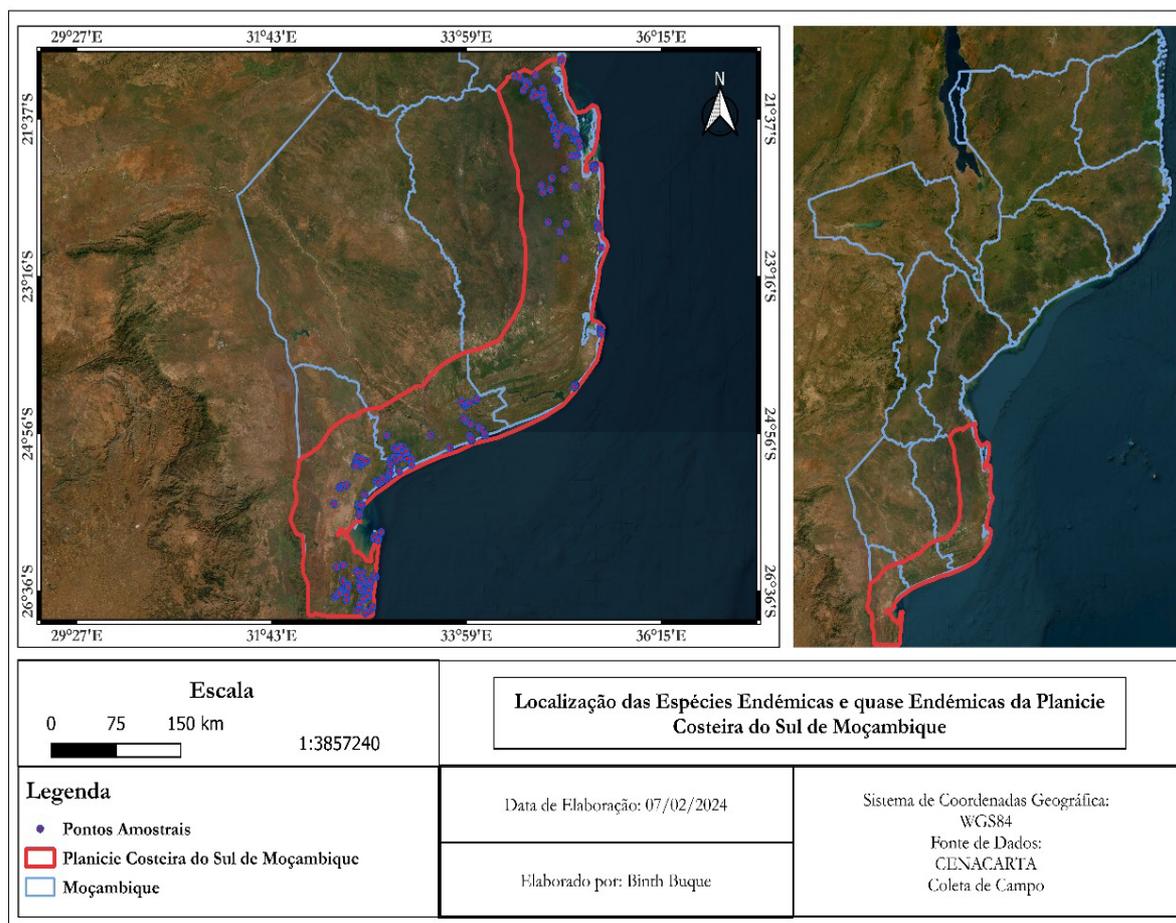
foram igualmente identificadas na província de Gaza. O maior número de espécies considerado em Inhambane, foi registrado no distrito de Vilancúlos, no Santuário Costeiro da Vida Selvagem (VCWS), entre os diferentes habitats e cenários ambientais, desde as florestas densas e abertas, áreas pantanosas, inclusive áreas com sinais de perturbação antropogênicas, onde foram descritas cerca de 18 dessas espécies.

Contudo, cerca de 16 plantas endêmicas e quase endêmicas encontraram se distribuídas e compartilhadas entre as diferentes províncias.

### **7.2.1. Mapeamento das espécies de plantas endêmicas da Zona Costeira do Sul de Moçambique**

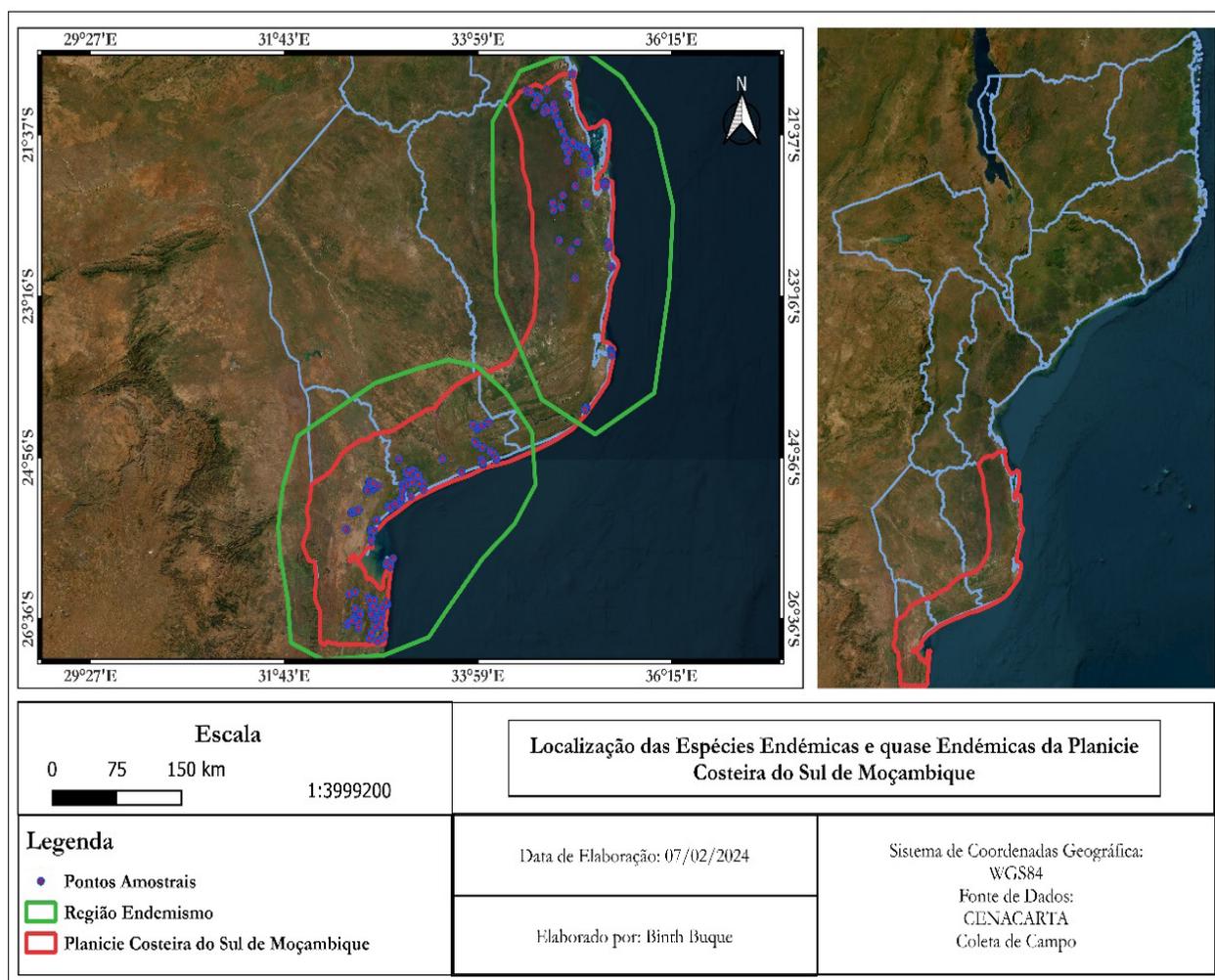
O registro dos pontos onde foram identificadas as espécies permitiu o mapeamento dos mesmos, conforme ilustra a figura (Figura 2).

O mapa que é a ilustração dos pontos onde são identificadas as espécies de plantas endêmicas e quase endêmicas no Centro de Endemismo de Maputaland (excluindo as Montanhas de Limbobos), revelando a maior de quantidade destas nas extremidades, isto é, mais para o Sul da Província de Maputo, concretamente no distrito de Matutuine, e a norte da Província de Inhambane, entre os distritos de Inhassoro e Vilanculos, como foi descrito à cima.



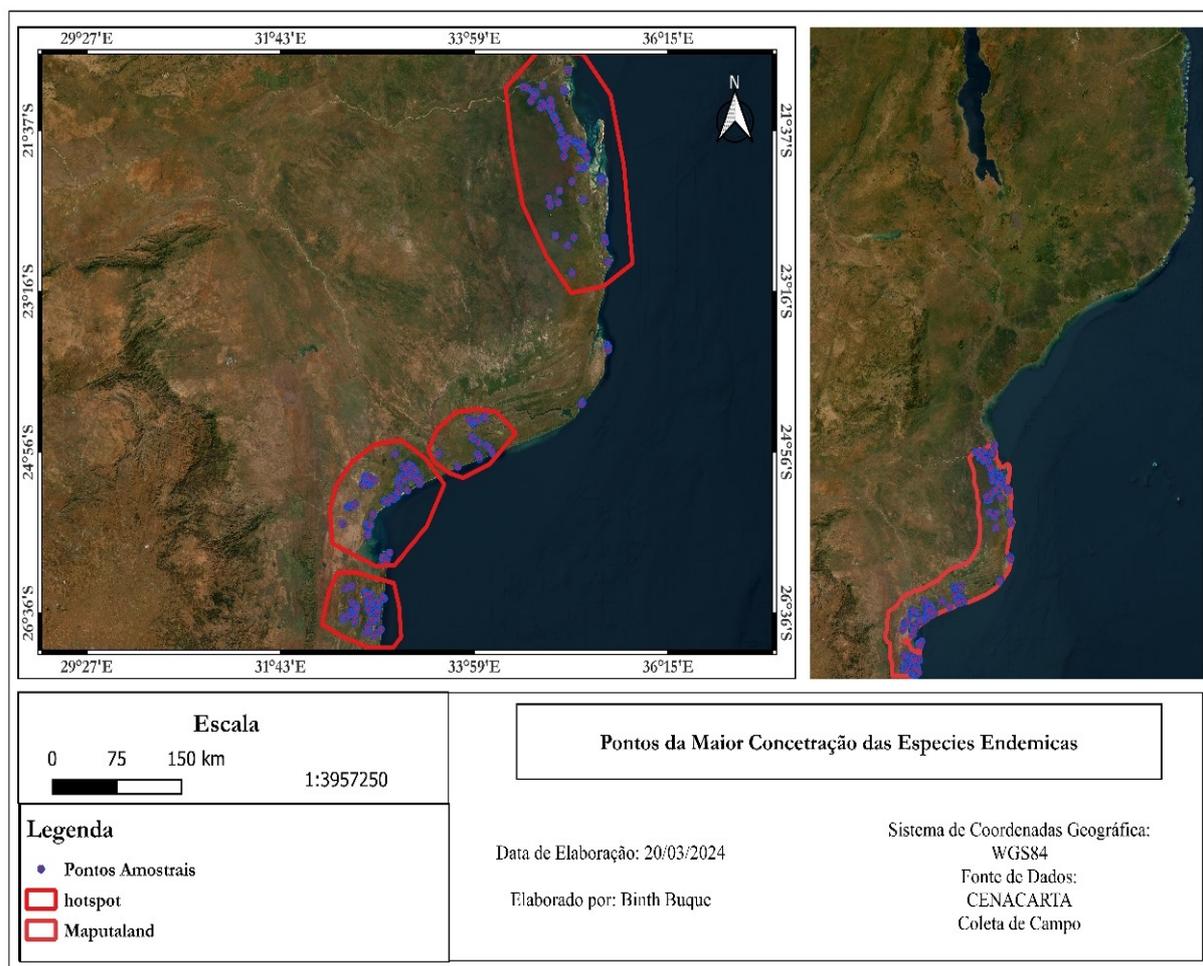
**Figura 3: Localização das plantas endêmicas e quase endêmicas coletas no estudo da Zona Costeira do Sul de Moçambique**

O mapa ilustrando a ocorrência das espécies endêmicas e quase endêmicas, permitiu a observação de diferentes agrupamentos das mesmas em duas principais áreas, onde são achadas espécies endêmicas e quase endêmicas. Em Inhambane, as espécies encontraram se maioritariamente distribuídas em cerca de 191 pontos amostrais, em relação aos 188, que se encontraram distribuídos em Maputo, e Sul da Província de Gaza (Figura 3).



**Figura 4: Centros de Endemismo pertencentes a Zona Costeira do Sul de Moçambique**

Contudo, levando em conta os aglomerados populacionais, foi possível mapear quatro (4) potenciais hotspots de biodiversidade locais, onde parte desses, são abrangidos pelo Mosaico Regional Tongoland-Albany (Figura 4).



**Figura 5: Potenciais hotspots das espécies de plantas endémicas e quase endémicas**

### 7.3. Distribuição actual das espécies

Das espécies descritas no presente estudo, a *Ecbolium hastatum*, *Xylopiya torrei*, *Bauhinia burrowsii* e *Croton aceroides*, apresentam maior nível de preocupação, categorizadas como Em Perigo, segundo a Lista Vermelha da IUCN, mas apenas a *Ecbolium hastatum* e a *Bauhinia burrowsii* tiveram critérios e registros de presença suficientes para a modelagem em Maxent.

O modelo para a *Bauhinia burrowsii* apresentou um poder discriminatório péssimo com (AUC)>0.58, e bom para a *Ecbolium hastatum* com (AUC)>0.89.

Os mapas preditivos para estas espécies, apresentaram um habitat adequado no norte de Inhambane para ambas espécies, cuja a probabilidade de ocorrência é alta, com intervalos

varia de 0.6 - 0.9 para *Bauhinia burrowsii*, e 0.6 - 1.0 para a *Ecbolium hastatum*, embora esta última tenha apresentado uma probabilidade de ocorrer nas Províncias de Maputo e Gaza, com intervalo que varia de 0.4 - 0.6.

Para o caso específico da *Bauhinia burrowsii*, nas outras regiões a probabilidade de ocorrência é baixa, onde os intervalos não chegaram a atingir 0.5, conforme as figuras ilustradas (Figuras 5 e 6).

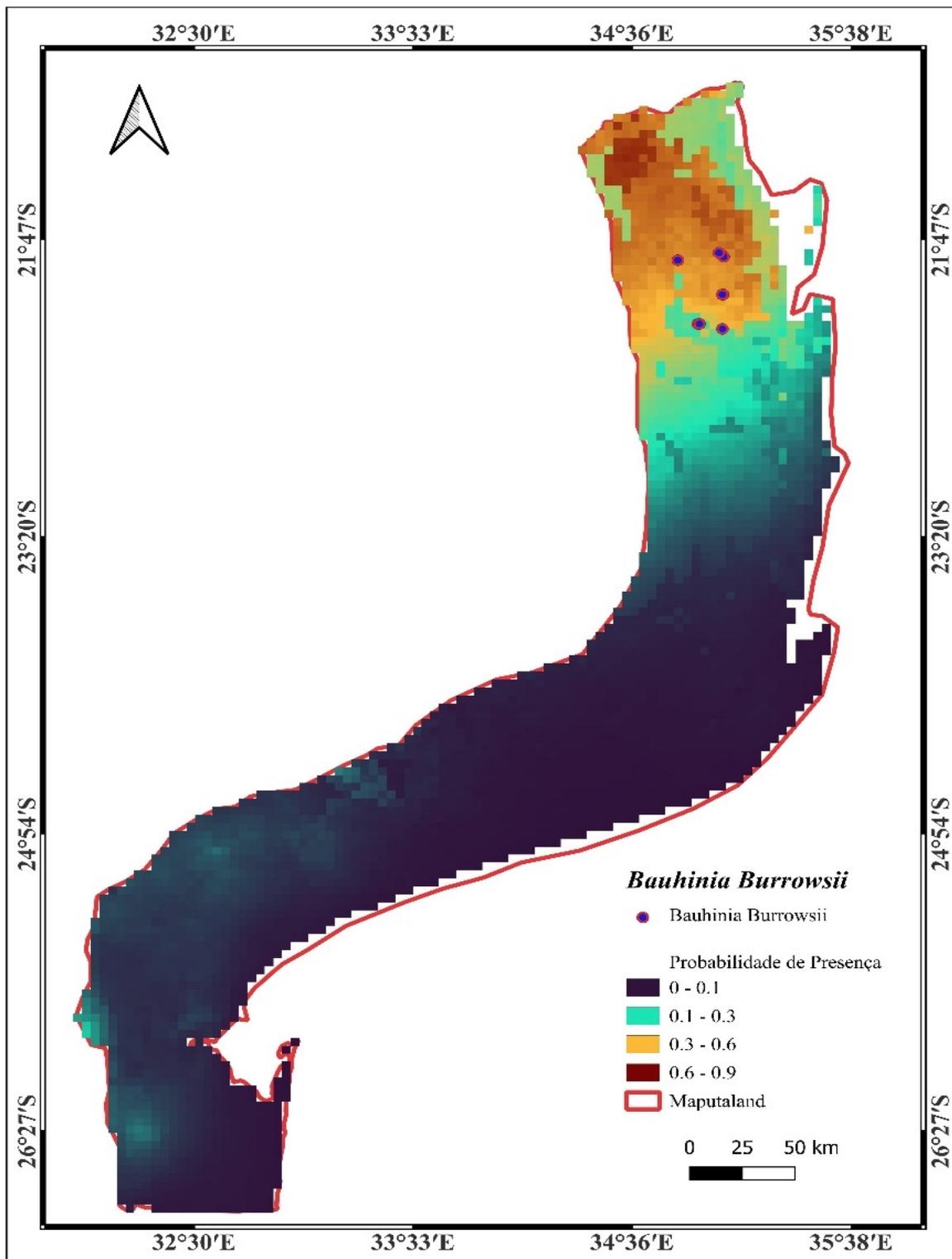


Figura 6: Modelo de distribuição da espécie *Bauhinia burrowsii*

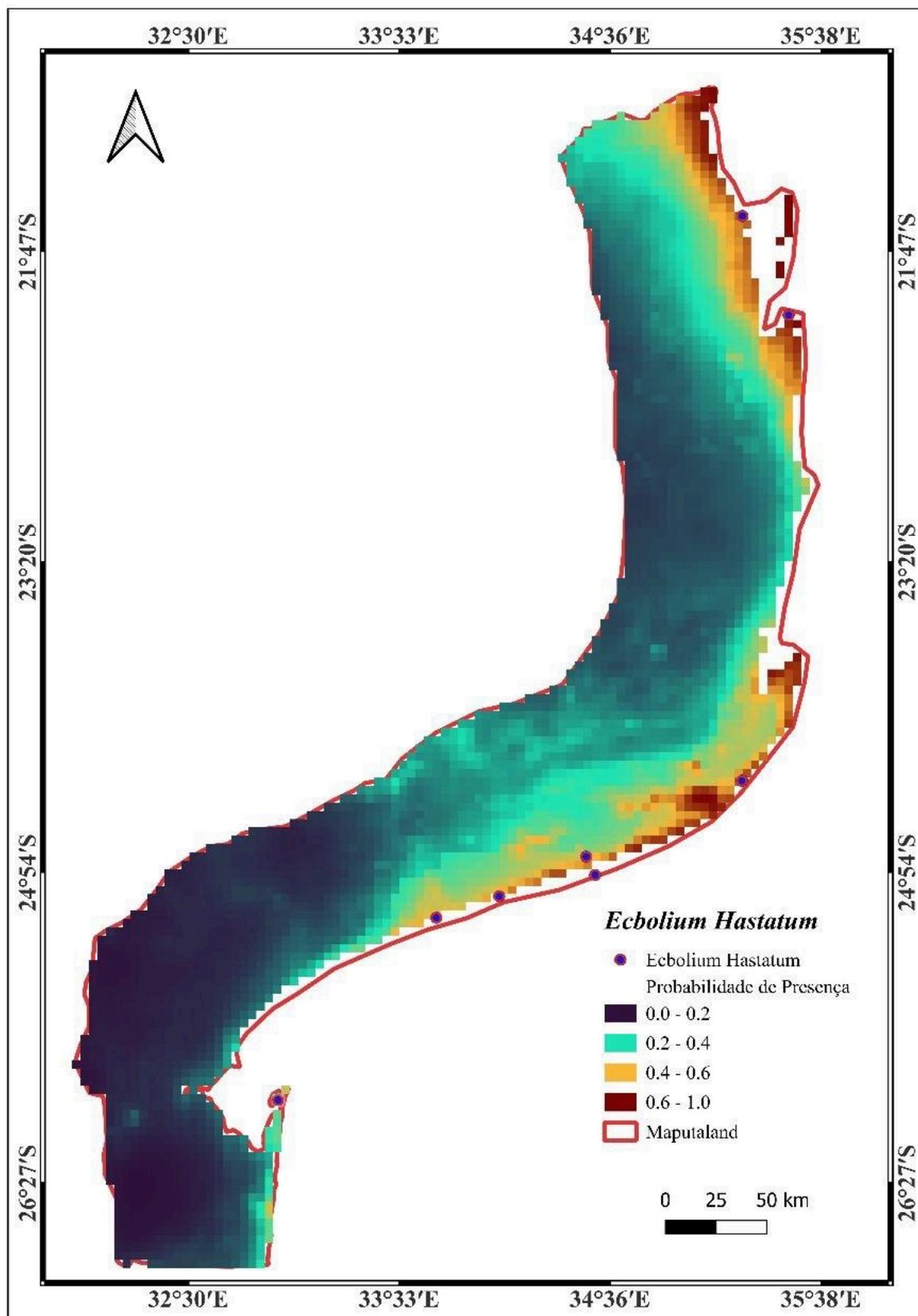


Figura 7: Modelo de distribuição da espécie *Ecbolium hastatum*

### 7.3.1. Factores determinantes na distribuição das espécies

O solo foi o melhor preditor ambiental na distribuição das espécies, para além de algumas variáveis climáticas que relacionam o Intervalo Diurno médio (bio-2) para a *Ecbolium hastatum* e a Precipitação do mês mais húmido (bio-13) para *Bauhinia burrowsii* conforme ilustra a Tabela (1).

**Tabela 1: Contribuição (%) das variáveis ambientais preditórias para o Modelo**

Variáveis	<i>Bauhinia burrowsii</i>	<i>Ecbolium hastatum</i>
Bio 2	62.7	
Bio 3	3.8	
Bio 4	0.2	1.6
Bio 6	4.7	1.3
Bio 7	6.5	
Bio 8	4.5	0.2
Bio 9	6.7	
Bio 13		6.4
Bio 14		0.9
Bio 15		62.2
Bio 16		7.4
Bio 18		1
Bio 19	1	9.9
Solos	19.2	0.7

## **8. Discussão**

### **8.1. Discussão da metodologia**

O estudo foi realizado com base no uso de dados secundários, isto é, dados colectados por outros pesquisadores, institutos ou governo, neste caso, o banco foi gerado por pesquisadores de forma directa, e outras foram documentados e publicados, o que possibilitou economizar o tempo e o valor que seria gasto na recolha dos mesmos (Churrasqueira, 2019).

A existência de um banco de dados possuindo o registro das plantas, em contaminação com a pesquisa bibliográfica sobre os levantamentos florísticos, bem como o georreferenciamento dos pontos das coordenadas das formações estudadas, que para além de permitir a construção do mapa, possibilitou o reconhecimento fisionômico das diferentes, concordando com Mendes (2004), que considera a possibilidade desta prática poder estabelecer um padrão visual da fisionomia e, com isto, entender o mapeamento de campo.

Como análise de fitogeografia de espécies de plantas endémicas, a modelagem de espécies, através do Maxent tornou-se crucial no presente estudo, onde os pontos de ocorrência das endémicas e categorizadas em estado de “Perigo” e com 8 ou mais pontos, conforme o recomendado (Dalapicolla, 2016), foram correlacionadas com dados ambientais, com vista a verificar a adequação ambiental e, desenhar medidas de preservação das mesmas.

Os modelos demonstraram-se importantes, justificado pela capacidade de estabelecer predições de distribuição das espécies seleccionadas, se tornando possível identificar potenciais áreas com espécies ameaçadas e de prioridade de conservação (Gaia *et al.*, 2020), como é o caso da Província de Inhambane.

### **8.2. Distribuição e mapeamento das espécies de plantas endémicas e quase endémicas**

A zona costeira do sul de Moçambique tem um alto nível de endemismo. Isso é confirmado pelo estudo que tem sido realizado acerca da definição do Centro de Endemismo de Maputaland situado nesta região, como um dos mais ricos e importantes (Van Wyk 1996, Vay Wyk e Smith 2001; Massingue, 2018).

Resultados actuais, demonstraram de forma precisa que pesquisadores vem tentando provar à cerca da distribuição e restrição das plantas endémicas em toda zona costeira sul (Darbyshire *et al.*, 2019). Uma das maiores provas é verificada no presente estudo através do registro e divulgação de novos pontos de ocorrência, de 38 espécies das plantas endémicas e quase endémicas a nível desta, já alistadas no estudo realizado por Darbyshire *et al.* (2019). Das espécies apresentadas, 18 são pertencentes ao Subcentro de Endemismo de Inhambane, 4 ao

Centro de Endemismo de Maputaland (*sensu stricto*), e cerca de 17 são compartilhadas entre os dois centros zona costeira do sul de Moçambique.

Para além disso, o mapeamento dos locais de ocorrência destacam a maioria destas espécies em Inhambane em relação à Maputaland (*sensu stricto*), não só, mas também a projecção de potenciais hotspots. Estes resultados, demonstram a tendência que as espécies de plantas endémicas e quase endémicas têm em se manter restritas a uma certa região, como é o caso de Inhambane (Massanguane, 2013 e Massingue, 2018), onde para além dessas apresentarem-se endemicamente restritas a aquela região, apresentaram-se em maior quantidade, o que justifica a distribuição não uniforme prevista (Clake, 1998, citado por Massingue, 2018; Santos, 2010).

A região de Inhambane é descrita por Clake (1998), como uma área com um enorme grau de endemismo, o que vem a justificar a existência destas espécies únicas, maioritariamente confirmadas nas zonas de Panda a Govuro, entre os distritos de Vilanculos e Inhassoro, e ainda no distrito de Massinga conforme revelam os resultados deste estudo.

Algumas das espécies endémicas e quase endémicas de Inhambane, como a *Euphorbia ambrosea*, a *Euphorbia boughey*, *Chamaecrista paralias*, *Carpolobia suaveolens*, apesar de não apresentarem nas regiões da Costa abaixo desta, não são consideradas totalmente restritas a Inhambane, podendo ser observados igualmente nas províncias de Sofala, Zambézia, Niassa, Nampula e Cabo Delgado, sendo que as restritas a Inhambane são a *Ozoroa gomesiana*, *Croton acroides*, *Croton inhambanensis*, *Bauhinia burrowsii*, *Xylia mendoncae*, *Triainolepis sancta*, o que é confirmado pela lista de Darbyshire *et al.*, (2019).

Na região de Maputaland (*Sensu stricto*), onde os dados foram maioritariamente restritos ao distrito de Matutuine e de seguida, os distritos de Manhiça e Inhaca, ainda que a extensão desta área estenda-se desde a Ponta de ouro até mais para o Sul da província de Gaza (Massingue, 2018), apresenta-se em concordância com a pesquisa realizada por Matimele (2016), que considera o matagal de Licuat situada no distrito de Matutuine, como sendo a área de maior concentração de espécies endémicas ao nível deste centro. Outros estudos como de GREGRE (2022), defende ainda que nesta região são encontradas espécies prioritárias para a conservação, para além de 19 espécies endémicas e quase endémicas de Moçambique, e 25 espécies endémicas e quase endémicas de Maputaland.

Tal como em algumas províncias das regiões entro e norte do País que possuem características semelhantes a Inhambane, a zona costeira de Gaza faz um intercâmbio entre os dois subcentros desta região, compartilha de algumas plantas endémicas com os mesmos, tais como a *Elaedrendron fruticosum*, *Baphia ovata*, *Millettia ebenifera* e *Allophylus*

*mocambicensis*, verificadas em no norte de Gaza e Inhambane, e a *Lagynias monteroi*, entre Maputo e Gaza, indo de acordo com a definição de Vay Wyk (1996), em relação a definição do Centro de Endemismo de Maputaland que engloba toda região Sul.

Contudo, a necessidade de consideração do Centro de Endemismo de Inhambane torna-se maior (Massingue, 2018 e Darbyshire *et al.*, 2019), visto que registros descritos no presente estudo, demonstram o endemismo única desta região, e a necessidade de maior atenção.

### **8.3. Modelagem e factores determinantes na distribuição das espécies**

A *Bauhinia burrowsii* e a *Ecbolium hastatum*, selecionadas para a modelagem da distribuição dentre as 38 espécies em estudo, levando em conta a maior necessidade de conservação e o número de ocorrência, sendo que a *Ecbolium hastatum* pode ser observado ao longo de toda zona Costeira Sul de forma restrita (Darbyshire *et al.*, 2023), a *Bauhinia burrowsii* é uma espécie restrita a Inhambane (Darbyshire *et al.*, 2019), encontram-se em um estado de emergência, concordando com a necessidades conservacionista das mesmas.

Contudo, o valor AUC apresentado pela *Bauhinia burrowsii* muitas vezes não é considerado favorável o para a distribuição da espécie já que, valores próximos de 1 são considerados bons a excelentes, e os próximos de 0 são considerados péssimos a muito péssimos (Goia *et al.*, 2020; Trindade, 2019), no entanto, em casos mais extremos, os modelos abaixo de 0.5 são os descartáveis (Mendes, 2023).

Os resultados da modelagem demonstram as necessidades ecológicas podem diferir entre as espécies, onde o Intervalo médio da Temperatura e a Precipitação da sazonalidade são considerados preditores importantes para a *Bauhinia burrowsii* e a *Ecbolium hastatum*, respectivamente.

A capacidade discriminatória dos modelos, classificados a nível médio a excelente (Thuiller *et al.*, 2003 e Dalapicolla, 2016), demonstram-se suficientes para fornecer áreas de importância de esforços de conservação.

De forma particular, as variáveis bio2 e bio15, influenciar as espécies, prevendo impactos nas mesmas, em situações de mudanças climáticas (Newbold, 2010)

No geral, a distribuição das plantas é influenciada por diversos factores, que podem ser biogeográficos ou microambientais (Zequim *et al.*, 2007), apresentados em temperatura,

precipitação, disponibilidade da luz, tipo de solo, acidentes topográficos, mas também, competições.

Durante a colecta de dados, os pesquisadores tomaram em conta, a altitude, o declive e a população humana mas também, a estrutura vertical e horizontal dos diferentes habitats. Essas variáveis, concretamente a do solo, pode explicar a distribuição da *Bauhinia burrowsii* e *Ecbolium hastatum*, onde o mesmo demonstrou influenciar expressivamente na predição dessas espécies (Oliveira, 2017). No caso da zona costeira do sul de Moçambique, os solos são maioritariamente arenosos, caracterizado por um sistema dunar, que na sua maioria é parabólica, e o clima é tropical húmido à subtropical, com uma precipitação que varia consoante a época (Aliasse, 2004; Louro, 2005).

A vegetação e a população humana, apesar de não correlacionarem com as outras variáveis no presente estudo, apresentam-se como factores importantes na distribuição das espécies de plantas endémicas. O crescimento populacional se apresenta como uma factor que muitas vezes afectam negativamente na distribuição das espécies, isto porque, a necessidade de subsistência faz com a mesma crie expansões habitacionais e explore os recursos, muitas vezes sem bases científicas (CEAGRE, 2022). Contudo, a concentração das plantas endémicas em análise, pode ser consequência do ambiente edáfico único dos pobres solos arenosos nutritivos das dunas, levando-as a adaptarem-se a condições de flora única, concordado com os estudos realizados na Zona Costeira Sul (Louro, 2005 e Matimele, 2016).

#### **8.4. Principais ameaças das espécies de plantas endémicas e quase endémicas**

Os resultados deste estudo têm implicações para as espécies plantas endémicas e quase endémicas, estas que são restritas a duas regiões fitogeográficas do Sul de Moçambique.

Muitas vezes, as espécies endémicas são ameaçadas por vários factores, principalmente pela destruição de habitats e pelas mudanças climáticas (Massingue, 2018). No caso particular da Zona Costeira do Sul de Moçambique, para além desses, são apresentados factores como o desmatamento para a agricultura, para a produção de carvão e lenha, a fragmentação de habitats e, a indústria turística que cria mudanças na estrutura da paisagem, contribuindo para a perda de muitas espécies, dentre elas as endémicas, e consequentemente, a perda de boa parte da biodiversidade (Boget *et al.*, 2008; Bamba *et al.*, 2010).

De maneira específica, cada área desta zona é de certa forma impactada negativamente por algum dos factores mencionados, muitos deles, que surgem como consequência da necessidade de subsistência por parte das populações locais.

Tal como em Maputaland, a degradação de habitats continua sendo a maior preocupação para as espécies endémicas em Inhambane também, onde nesta região, é influenciado principalmente pela expansão do Turismo, facilmente visíveis em Tofo, e Vilanculos, lugares que um alto nível de turismo a nível da província de Inhambane (Massingue, 2018). Para além disso, alguns lugares de Vilanculos, como o VCWS habitat encontrou-se bem perturbado o que pode ser justificado pelas actividades de corte de lenha para diversos fins, prática tocada pela população local, o que culminou com a perda de boa parte da vegetação, não só interior mas também exterior do Santuário de Vilanculos (Massingue *et al.*, 2021). Estes factores foram também descritos pela IUCN, que considerou a *Bauhinia burrowsii* uma espécie em perigo, impactada negativamente por estas actividades de subsistência. Para além disso, a *Ecbolium hastatum*, que também está em perigo, é ameaçada pela perda de habitats, devido a urbanização e turismo.

Oliveira *et al.*, (2008) considera que, a destruição de habitat é uma ameaça que caracteriza o surgimento dos hotspots entre todo planeta. Para estes, a degradação está ocasionando a extinção de espécies endémicas, neste caso, plantas endémicas.

#### **8.4.1. Estratégias de Conservação**

Diante das inúmeras ameaças que põem em perigo estas áreas, torna-se necessário a gestão e monitorização destes lugares (Carnoni *et al.*, 2009). A gestão pode ser feita através da interação entre a ciência e a sociedade, para expansão das estratégias e garantir que as mesmas sejam integradas ferramentas governamentais.

A criação de hotspots tem sido uma das soluções usadas pelos conservacionistas, com vista a salvar lugares que apresentam uma grande riqueza natural com elevada diversidade biológica, que reside no endemismo das plantas, associado ao facto de esses locais se encontrarem ameaçados de extinção ou que estejam em processo de degradação e que é prioritária uma acção de conservação, como é o caso das espécies endémicas da Zona costeira do Sul de Moçambique (Nunes, 2018). Naqueles que são os potenciais hotspots, dentro os cinco (5), três (3) encontram-se num estado de vulnerabilidade, mesmo que comuns, e os outros dois (2) são de pouco preocupação.

Moçambique encontra-se contemplado pelo hotspot de Maputaland-Pondoland-Albany, que se estende desde Kwazulu-Natal, África do Sul, até ao Xai-xai, passando pelo território da Suazilândia, fazendo com que só o Centro de Endemismo de Maputaland Senu encontra-se inserido nesta região, o que não acontece nos outros Centros em estudo, colocando esta área em desvantagem no que diz respeito a atenção e as medidas de conservação das espécies de plantas endémicas lá existentes (CEPF, 2011; Matimele, 2016).

O nível de endemismo e as ameaças que exige que locais como o Subcentro de endemismo de Inhambane estejam inserido a um programa de conservação dos mesmos, sobe risco de perda da biodiversidade.

## 9. CONCLUSÃO

Em conclusão, este estudo mostra que região de endemismo de Inhambane, parte da zona costeira do sul de Moçambique, é uma área de especial devido ao seu alto grau de endemismo, composto por espécies de plantas as únicas e restritas a esta área.

O mapeamento dos locais de ocorrência das espécies de plantas endémicas e quase endémicas, foi de extrema importância para o desenho de potenciais hotspots, sobe vista de garantir com que maior quantidade de espécies sejam conservadas.

A modelagem de nicho ecológico através do Maxent é importante para estabelecer predições sobre a distribuição das espécies de maior preocupação na Zona Costeira do Sul De Moçambique, segundo a IUCN. A distribuição da *Bauhinia burrowsii* e da *Ecbolium hastatum*, espécies de maior atenção no estudo, é influenciada por factores climáticas e não climáticas, dentre elas, temperatura, precipitação, o solo, a vegetação e à população humana, dependendo da condições exigidas pela própria espécie, aceitando a teoria de distribuição em análise.

As ameaças as espécies variam segundo a região, onde na Zona Endémica de Inhambane, degradação de habitats para fins de urbanização, turismo e subsistência, constituem uma das maiores ameaças as espécies de plantas de maior atenção. Isto indica a importância na criação de estratégias de conservação, a partir da gestão e monitoramento, o que permitirá a interação entre a ciência e a população local, e a garantia que as mesmas sejam cumpridas, e o reconhecimento deste como Centro de Endemismo único.

## 10. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Albino, A. J. (2012). **Bases geoambientalistas para a gestão da bacia hidrográfica do Rio Umbelúzi-Moçambique**. Universidade Federal do Rio de Janeiro/Geografia. Dissertação de mestrado, Rio de Janeiro.
- Aliasse, L. (2004). **Identificação de “hotspots” de vertebrados e árvores endêmicas**. Dissertação de Licenciatura. FAEF, UEM
- Andrade, A. S. E. (2012). **A biogeografia na formação em geografia nas universidades federais brasileiras**. Dissertação de bacharel, UnB/Brasília.
- Balidy, H. J., Jacinta (2011). **O ambiente costeiro e marinho de Moçambique**. 2ª edição,. 61pp, CDS zonas costeiras/MICOA.
- Bandeira, S., Balnick, D., Barbosa, F. (2007). **Flores nativas do sul de Moçambique**. UEM, Maputo.
- Barbosa, J. S. (2011). **Influência dos factores abióticos na distribuição, alometria, parametros foliares e herbivoria em duas populações de *Lychnophora ericoides Mart. (Arnica)***. 1ª. edição, Depósito legal na biblioteca nacional. Dissertação de Mestrado, UFOP, Ouro Preto
- CEAGRE, 2015. **Mapeamento de habitats de Moçambique**. Criando bases para contrabalancos de biodiversidade em Moçambique, Maputo. Pdf
- CEPF (2011). **Maputaland-Pongoland-Albany**. Sumário do Perfil do Ecossistema.
- Costa, J. C., C. Aguiar, J. H. Capelo, M. Lousã, C. Neto (1998). **Biogeografia de Portugal Continental**. Portugal.
- Costa, R. A. (2011). **Análise biogeografia do Parque Municipal do Goiabal em Ituiutabano**. MG. CPG, Presidente Prudente, nº 33, V1.
- Crepaldi, M. T. (2014). **Geografia e saúde: A zoogeografia de Columbídeos em Maringá**. Dissertação de mestrado, Maringá/PR.
- CES (2014). **Levamento de vegetação e florístico e avaliação de impacto. Projecto Ferro Tete**. Moçambique.
- Darbyshire, I., J. Timberlake, J. Osborne, S. Rokni, H. Matimele, C. Langa, C. Datizua, C. Sousa, T. Alves, A. Massingue, J. Hadj-Hammou, S. Dhanda, T. Shah, B. Wurston (2019). **The endemic plants of Mozambique: Diversity and conservation status**. *Phytokes* 136:45-96. Disponível em: [<https://doi.org/10.3897//phytokeys.136.39020>].
- Darbyshire, I., S. Richards, J. Osborne, H. Matimele, C. Langa, C. Datizua, A. Massingue, S. Rokni, J. Williams, J. Alves, C. Sousa (2023). **As áreas importantes de plantas de Moçambique**. Royal Botanic Gardens, Kew. Disponível em:

[[https://sibmoz.gov.mz/content/uploads/2024/06/Relato%CC%81rio-TIPAs-de-Moc%CC%A7ambique-V-Portuguesa\\_2024-.pdf](https://sibmoz.gov.mz/content/uploads/2024/06/Relato%CC%81rio-TIPAs-de-Moc%CC%A7ambique-V-Portuguesa_2024-.pdf)]. Acessado ao Junho de 2024.

- Dlate, J. A. (2008). **Avaliação de modelo diversidade-estabilidade nas florestas costeiras do Sul de Moçambique**. Dissertação de licenciatura, FAEF/UEM.
- Ernesto, M. V. (2013). **Termitas de duas áreas de floresta Atlântica Brasileira: Uma análise do desempenho de estimadores nos parâmetros**. Dissertação de mestrado. UFP, Rio Tinto.
- Ferreira, N. C. (2006). **Apostila de sistema de informações geográficas**. Centro Federal de Educação Tecnológica de Goiás.
- Freitas, W. K., L. M. S. Magalhos, (2012). **Métodos de parâmetros para estudo da vegetação com ênfase no estrato arbóreo**. Artigo de revisão, Floresta e ambiente.
- GEAGREA (2022). **Plano de gestão e protecção da biodiversidade chave da região de Licuáti, Matutuíne, Maputo**. Procedimentos de aprendizagem para futuros contrabalancos de biodiversidade, Moçambique.
- Gillung, J. P. (2011). **Biogeografia: a história da vida na terra**. *Revista de Biologia*. Vol. Esp. Biogeografia
- Guambe, J. J. J. (2018). **Turismo e produção do espaço na zona costeira de Inhambane**. Estudos e práticas (RTEP/UERN): Mosaico/RN/Vol 7, nº2
- Hassener, G. (2013). **Estudos biogeográficos das plantas vasculares exclusivas da Santa Catarina, e das espécies de *Plantago L.* (Plantaginaceae) nativas no Brasil**.
- Hyde, M.A., Wursten, B. T., Billings, P., Coates P. M. (2024). **Flora of Mozambique: List of endemic species**. Disponível em : [<https://www.mozambiqueflora.com/speciesdata/utilities/utility-display-endemics.php>]. Acessado aos 9 de Fevereiro de 2024.
- IUCN (2021). **Avaliação do estado, tendências e ameaças à biodiversidade em Moçambique**. BIODIV 2030. Maputo, 190 pp.
- Lima, R. B. A., R. K. S. Silva, M. D., Paula, E.T. R. Guimaraes, E. C. B. Braga, L. C., Marangon, A. L. Schuler (2013). **Avaliação da diversidade de espécies arbóreas em fragmento de Mata Atlântica**. Vitória de Santo Antao, PE. XIII jornada de ensino, pesquisa e extensão, UFRPE.
- Louro, C. M. M. (2005). **Perfis ecológicos de espécies e ecossistemas costeiros de Moçambique**. Dunas costeiras. Relatório de investigação nº 3:28pp. Maputo

- Losos, J. B., K. A. Marason, S. R. Singer, P. H. Raven, G. B. Johnson, (2008). **Biology**. Boston: McGraw - Hill Higher Education. Disponível em: [<https://know.net/cienterravida/ecologia/endemismo/>].
- Macave, O. A. (2019). **Mapeamento da biomassa lenhosa das florestas de Miombo na Reserva de Marrromeu**. Dissertação de mestrado. FAEF, Maputo.
- Malta, J. A. O., H. T. R. Souza, R. Melo, Sousa (2012). **Fitogeografia e regeneração natural em florestas urbanas de São Cristóvão**. SE-Brasi.
- Marzoli, A. (2007). **Inventário florestal nacional. Avaliação integrada das florestas de Moçambique-AIFM**. Relatório final, Moçambique.
- Massanguane, G. A. (2013). Avaliação da diversidade de espécies vegetais na região costeira do Posto administrativo da Praia de Bilene. FAEF, Maputo.
- Massingue, A. O. (2018). **Ecological assessment and biogeography of Coastal Vegetation and flora in Southern Mozambique**. Dissertação de Doutoramento, Nelson Mandela University.
- Massingue, A., C. Datizua, C. Langa e B. Camilo (2021). **A preliminary botanical survey to support biodiversity conservation in the Vilancúlos Coast Wildlife Sanctuary, Mozambique**.
- Matimele, H. A. (2016). **An assessment of the distribution and conservation status endemic and near endemic plant species in Maputaland**. Dissertação de mestrado, UCT.
- Mendes, J. C. T. (2004). **Caracterização fitogeográfica como subsídio para a recuperação e conservação da vegetação da Bacia do Rio Corumbai**. Piracicaba, Brasil.
- MICOA (2003). **Estratégia e plano de ação para a conservação da diversidade biológica em Moçambique**. Desenvolvimento sustentável através da conservação da biodiversidade.
- MIMAIP (2021). **Elaboração do plano de ordenamento do espaço marítimo (POEM)**. Análise e comentários do relatório E4 - Inventário e caracterização ambiental – POEM.
- MITADER (2015). **Estratégia e plano de acção para a conservação da diversidade biológica em Moçambique**. Maputo, 124 pp.
- MITADER (2019). **Agenda estratégica 2019-2035 e programa nacional de florestas**. Versão após reunião de harmonização multisetorial, Moçambique.
- MITADER (2021). **Relatório do inventário florestal da província da Zambézia**. Anexo do IV inventário florestal nacional (actualização), Moçambique

- Muhacha, B. (2020). Os montes Libombos: **Localização, mapas e características. SOPRAEDUCAÇÃO**. Disponível em: [<https://sopra-educacao.com/2020/12/25/os-montes-libombos-localizacao-mapa-caracteristicas/>]. Acessado aos 01/11/2022.
- Muleva, M. J. (2020). **Impactos ambientais e socioeconómicos da actividade humana na floresta de Miombo em Niassa (Moçambique). Caso de estudo: Os distritos de Mandimba e Ngauma na região de fronteira com a república de Malawi**. Dissertação de doutoramento, Universidade de Minho.
- Muzuze, O. E. (2017). **Avaliação do desmatamento dunar de Chinavane distrito de Mandlakaze-Gaza**. Dissertação de licenciatura, ESCACO/UEM.
- Nyoka, E. A. (2018). **Hidrografia e biogeografia de Moçambique**. Trabalho académico. Disponível em: [<https://www.trabalhosgratuitos.com/SociaisAplicadas/Geografia/Hidrogafia-e-Biografia-de-Mo%C3%A7ambique-1392258.html>]. Acessado aos 27/04/2023.
- Oliveira, D. A.; J. P. Pietrafesa; M. G. S. Barbalho (2008). **Manutenção da biodiversidade e o Hotspots do Cerrado**. V.9, nº 26. Caminhos da Geografia- Revista on line, Uberlândia.
- Pais, A. J. R. (2015). **Efeito do fogo na estrutura e nos padrões de distribuição das formações vegetais no Parque Nacional de Limpopo**. Dissertação de mestrado, FAEF/UEM.
- Panasiewicz, R., P. A. N. Baptista (2013). **Metodologia Científica: A ciência e os seus métodos**. Universidade FUMEC, Belo Horizonte
- Pereira, M. A. M. (2004). **Recursos turísticos e pesqueiros da zona costeira do distrito de Matutuine, Maputo-** Relatório submetido ao WWF Mozambique coordination Office no ambito do Projecto: “Challenges for conservation on the developments of the Maputo and Libombos corridors”.
- Pereira, A. B. (2005). **A vegetação como elemento do meio físico**. Revista nucleus, V.3. FFCL, Brasil.
- Pillar, V. D. (1996). **Descrição das comunidades vegetais**. Departamento de botânica, UFRGS.
- Odorico, D., E. Nicosia, C. Datizua, C. Langa, R. Raiva, J. Souane, S. Nhalungo, A. Banze, B. Caetano, V. Nhauando, H. Ragu, M. Machunguene, J. Caminho, L. Muthemba, E. Matusse, J. Osborne, B. Wursten, J. Burrows, S. Cianciullo, L. Malatesta, F. Attorre (2022). **Uma lista de verificação atualizada das plantas vasculares de Moçambique**. Disponível em: [<https://phytokeys.pensoft.net/article/75321/>]. Acessado aos 09/06/2023

- Raidone, A. (2020). **O desmatamento na província de Niassa. O Caso dos distritos de Chimbunila e Metarica.** Dissertação de Licenciatura, UEM.
- Santos, M. M. W. M. (2016). **Perfil reprodutivo de plantas endêmicas de Caatinga, arrase ameaçadas de extinção ocorrentes no Parque Nacional do Catimbau, Pernambuco.** Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Pernambuco, recife/Brasil.
- Silva, M. H. S. (2016). **Pirâmides de vegetação como estratégia metodológica para análise biogeográfica. Biogeografia: Conceitos, metodologia e práticas.** Cap. 3, P. 51-52.
- Silva, E. V., Farias, T. F., Rodriguez, J. M. (2016). **Biogeografia é ecologia das paisagens aplicadas ao planejamento e a gestão ambiental.** Cap. 4.
- Smith, R. J., N. L. Williams (2006). **The Maputaland Conservation Planning System and Consevation Assessment.** DICE, University of Kent, United Kingdom.
- Sousa, L. P. (2011). **A flora: uma abordagem sobre as florestas.** Disponível em: [<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/122071/1/11-flora.pdf>]. Acessado aos 25/06/2023.
- Souza, L. G. (2015). **A fitogeografia urbana nas praças públicas da cidade de Parintins-AM, sua importância histórica/social e ambiental na paisagem urbana.** CESP/UEA
- Thuiller, W., Araújo, MB & Lavorel, S. (2003) **Modelos Generalizados vs. Análise de Árvores de Classificação: Previsão de Distribuições Espaciais de Espécies de Plantas em Diferentes Escalas.** Journal of Vegetation Science 14: 669-680

## 11. ANEXOS

### Apêndice 1: Lista das plantas endêmicas e quase endêmicas

Família	Espécies	Localização	Endemismo	Red List
Acanthaceae	<i>Barleria delagoensis</i>	MT, G, IN	NE	DD
	<i>Ecbolium hastatum</i>	MT, G, IN	E	EM
Anacardiaceae	<i>Ozoroa gomesiana</i>	IN	E	VU
	<i>Ozoroa obovate</i> var. <i>elliptica</i>	MT, G, IN	NE	VU
Annonaceae	<i>Xylopia torrei</i>	MT, G, IN	E	EM
Apocynaceae	<i>Carissa praetermissa</i>	MT, G, IN, T, Z, MS, N	E	DD
Araliaceae	<i>Cussonia arenicola</i>	MT, G, IN	NE	DD
Arecaceae	<i>Raphia australis</i>	MT, G	NE	VU
Bignoniaceae	<i>Dolichandrone alba</i>	MT, G, IN	E	LC
Burseraceae	<i>Commiphora schlechteri</i>	MT, G, IN	NE	LC
Celastraceae	<i>Elaeodendron fruticosum</i>	G, IN	E	VU
	<i>Gymnosporia arenicola</i>	MT, G, IN	NE	LC
Ebenaceae	<i>Diospyros rotundifolia</i>	MT, G, IN	NE	DD
Euphorbiaceae	<i>Croton aceroides</i>	IN	E	EM
	<i>Croton inhambanensis</i>	IN	E	VU
	<i>Euphorbia ambroseae</i> var. <i>ambroseae</i>	IN, S, Z	E	DD
	<i>Euphorbia bougheyi</i>	IN, S, Z, CD	E	LC
Fabaceae	<i>Bauhinia burrows</i>	IN	E	EM
	<i>Baphia ovata</i>	G, IN	E	NT
	<i>Chamaecrista paralias</i>	IN	E	LC
	<i>Crotalaria dura</i>	MT, G, IN	NE	DD
	<i>Dialium schlechteri</i>	MT, G, I	NE	DD
	<i>Indigofera podophylla</i>	MT, G, IN	NE	DD
	<i>Millettia ebenifera</i>	G, IN	E	VU
	<i>Xylia mendoncae</i> var. Torre	IN	E	VU
Malpighiaceae	<i>Acridocarpus natalitus</i> var. <i>linearifolius</i>	MT, IN	NE	VU
Menispermaceae	<i>Albertisia delagoensis</i>	MT, G, IN	NE	DD

	<i>Cissampelos hirta</i>	MT, G, IN	NE	DD
Polygalaceae	<i>Carpolobia suaveolens</i>	IN, S, Z, N, CD	E	LC
Rubiaceae	<i>Oxyanthus latifolius</i>	MT, G, IN	NE	LC
	<i>Psychotria amboniana</i> Subsp. <i>mosambicensis</i>	MT, G, IN	E	VU
	<i>Psydrax moggii</i>	MT, G, IN	E	VU
	<i>Psydrax fragrantisdima</i>	MT	NE	NT
	<i>Vangueria monteiroi</i> = <i>Lagynias monteiroi</i>	MT, G	NE	LC
	<i>Triainolepis sancta</i>	IN	E	LC
	<i>Zanthoxylum delagoense</i>	M, G, IN	E	LC
Sapindaceae	<i>Allophylus mossambicensis</i>	G, IN	E	VU
Thymelaeaceae	<i>Synaptolepis oliveriana</i>	MT, G, IN, Z, N, CD	NE	VU

**Apêndice 2: Variáveis bioclimáticas codificadas**

Bio\_1 = Temperatura Média Anual

Bio\_2 = Intervalo Diurno Médio (Média do mês (temperatura máxima – temperatura mínima))

Bio\_3 = Isotérmica  $(P2/P7)*(100)$

Bio\_4 = Sazonalidade da temperatura (desvio padrão\*100)

Bio\_5 = Temperatura máxima do mês mais quente

Bio\_6 = Temperatura Mínima do Mês Mais Frio

Bio\_7 = Temperatura Faixa Anual (P5-P6)

Bio\_8 = Temperatura Média do Trimestre Mais Úmido

Bio\_9 = Temperatura Média do Trimestre Mais Seco

Bio\_10 = Temperatura Média do Trimestre Mais Quente

Bio\_11 = Temperatura Média do Trimestre Mais Frio

Bio\_12 = Precipitação Anual

Bio\_13 = Precipitação do mês mais úmido

Bio\_14 = Precipitação do mês mais seco

Bio\_15 = Precipitação da Sazonalidade (Coeficiente de Variação)

Bio\_16 = Precipitação do Trimestre Mais Úmido

Bio\_17 = Precipitação do Quarto Mais Seco

Bio\_18 = Precipitação do Quarto Mais Quente

Bio\_19 = Precipitação do Quarto Mais Frio