



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

Faculdade de Ciências

Departamento de Ciências Biológicas

Licenciatura em Ecologia e Conservação da Biodiversidade Terrestre

Culminação de Estudos II

Trabalho de Investigação

**Tema:** Estado de Ameaça e Distribuição Potencial da “*Icuria dunensis*”  
no Centro de Endemismo de Rovuma, Moçambique.



**Autor:**

Laquine, Agostinho Júnior.



Faculdade de Ciências

Departamento de Ciências Biológicas

Licenciatura em Ecologia e Conservação da Biodiversidade Terrestre

Culminação de Estudos II

Trabalho de Investigação

**Tema:** Estado de Ameaça e Distribuição Potencial da “*Icuria dunensis*”  
no Centro de Endemismo de Rovuma, Moçambique.

**Autor**

Laquine, Agostinho Júnior

**Supervisores:**

Prof.<sup>a</sup> Dra. Alice Massingue

Doutor Hugo Mabilana, Eng.

## **AGRADECIMENTOS**

Á Deus todo poderoso, pelo dom da vida e presença em cada momento da minha formação e busca pelos meus sonhos.

A fundação “The Mohammed Bin Zayed for SPECIES CONSERVATION FUND (MBZ)” pelo apoio financeiro para a realização da colecta de dados em campo.

Aos meus supervisores Prof<sup>a</sup> Doutora Alice Massingue e Doutor Hugo Mabilana pelo trabalho prestado e pela paciência e disponibilidade imediata durante a elaboração deste trabalho. Agradeço também por todo apoio em fornecer material bibliográfico científico fundamental para a finalização deste estudo e conhecimentos de SIG transmitidos.

Ao Prof. Doutor Cornélio Ntumi, Prof. Bernardo Muiatinte, Prof. Salomão Bandeira, Prof. Almeida Guissamule, MSc. Felda Langa, MSc. Castigo Datidzua, dr. Joaquim Campira e a todos docentes do curso de Licenciatura em Ecologia e Conservação da Biodiversidade Terrestre pelos ensinamentos transmitidos durante a formação. Ao corpo técnico e administrativo do DCB, em especial ao Sr. João, Sr. Domingos e Sr. Bênio pelo transporte e companherismo durante as aulas de campo.

As minhas irmãs, “mana” Olinda, Isabel e Matilde, pelo suporte financeiro, moral e por desempenharem o papel de pai na minha vida. Aos meus Pais Tomás Maculuve, Matilde Licela, Esmeralda Amaral e minha irmãzinha Teresa Laquene pela compreensão, constante incentivo e amor. Ao mano Sanito que me motivou a escolher o curso, pelo apoio moral e por ter me ajudado com um computador para a redação dessa tese, o que foi flexibilizou a finalização deste estudo.

Aos meus colegas Adolfo, Armando, Anica, António, Benfica, Castiano, Celeste, Estevão, Florêncio, Macau, Manuel e Miguel pela força e apoio e a todos os colegas do grupo de Ecologia de Paisagem, em especial a Fernanda, Pâmela, Natália e a Keith pelos conhecimentos partilhados durante a pesquisa. A minha amiga Tina e os meus amigos: Abel, Alexandre, Derick, Ernesto, Licínio, Lúcio, Madala, Nando e Titos.

E a todos que direta ou indiretamente me ajudaram durante os meus estudos até a minha formação como Ecologista de Conservação da Biodiversidade Terrestre.

*M e u s   S i n c e r o s   a g r a d e c i m e n t o s !*

### **Declaração de honra**

**Eu** Agostinho Júnior Laquine, estudante da Faculdade de Ciências-Universidade Eduardo Mondlane, declaro por minha honra que o presente trabalho nunca foi apresentado em nenhuma forma integral, para obtenção de qualquer grau acadêmico. Este trabalho é fruto da minha dedicação, do meu esforço e empenho, estando indicadas nas Referências bibliográficas as fontes utilizadas para a sua elaboração e este trabalho foi submetido para a obtenção do grau - Licenciatura em Ecologia e Conservação da Biodiversidade Terrestre, no Departamento de Ciências Biológicas da Universidade Eduardo Mondlane.

## **Dedicatória**

Dedico a minha mãe Matilde Lazaro Licela e ao meu pai Agostinho Augusto Laquene (que Deus o tenha) por terem me trazido ao mundo e pelo amor incondicional, ensinamento e incentivo que sempre me deram.

Aos descendentes das famílias Maculuve e Licela, que este trabalho lhes sirva de inspiração.

A todos que contribuem para a Conservação da Biodiversidade.

*"A perda de uma única espécie diminui o estoque da diversidade biológica na Terra, pois, uma vez eliminada, uma espécie não pode ser recuperada ou regenerada. Todas as possibilidades que a espécie tinha para melhorar a vida desaparecem"*

**Francisco Dalmeier**

## **Lista de abreviaturas**

%- Percentagem

Km- Quilometro

Km<sup>2</sup> Quilometros quadrados

°C- graus Celsius

mm- Milimetro

ha- Hectares

m- Metros

P - Nível de significância estatística

IUCN - União Internacional para a Conservação da Natureza

INE - Instituto Nacional de Estatística

UEM - Universidade Eduardo Mondlane

DCB - Departamento de Ciências Biológicas

GPS - Global Position System

MBZ- Mohammed Bin Zayed

GBIF- Global Biodiversity Information Facility

MITADER- Ministério da Terra e Desenvolvimento Rural

MAE- Ministério da Administração Estatal

WWF- Fundo Mundial para a Natureza

INE- Instituto Nacional de Estatística

IPA's- Áreas Importantes de Plantas

CBD- Convenção sobre Diversidade Biológica

MDS- Modelagem de Distribuição de Espécies

SIG- Sistemas de Informação Geográfica

IIH- Índice de Influência Humana

LULC- Uso e Cobertura da Terra

ASTER- Advanced Space borne Thermal Emission and Reflection Radiometer

DEM- Modelo de Elevação Digital

ASCII- American standard code for information interchange

CSV- Valores Separados por Vírgulas

WGS - Sistema Geodésico Mundial

## **Lista de Figuras**

<b>Figura 1:</b> Localização Geográfica da Área de Estudo.....	7
<b>Figura 2:</b> Fluxograma do trabalho e programas informáticos usados no processamento .....	27
<b>Figura 3:</b> Área de Ocupação AOO.....	28
<b>Figura 4:</b> Extensão de Ocorrência EOO .....	29
<b>Figura 5:</b> Matriz de correlação das variáveis usadas para a modelagem.....	30
<b>Figura 6:</b> Área sob a Curva característica do Receptor Operativo (ROC).....	32
<b>Figura 7:</b> Mapas dos modelos de distribuição da espécie da <i>Icuria dunensis</i> .....	33
<b>Figura 8:</b> Contributo relativo das variáveis ambientais na distribuição da espécie....	34
<b>Figura 9:</b> Gráficos de ganho de treinamento regularizado de jackknife.....	35
<b>Figura 10:</b> Predição do habitat da <i>Icuria dunensis</i> : mapa binário e pontos de distribuição.....	36
<b>Figura 11:</b> Mapas de adequabilidade de habitat da <i>Icuria dunensis</i> .....	37
<b>Figura 12:</b> O gráfico ilustra as diferenças significativas entre as médias aritméticas dos conjuntos de valores da área abaixo da curva (AUC) .....	38

## **Lista de Tabelas**

<b>Tabela 1:</b> aquisição de variáveis abióticas, nome da variável, código, fonte e formato .....	18
<b>Tabela 2:</b> Critério B da Lista Vermelha da IUCN: distribuição geográfica na forma de B1, extensão de ocorrência E/OU B2, área de ocupação.....	23
<b>Tabela 3:</b> Conjunto de variáveis utilizadas para construir os modelos .....	31
<b>Tabela 4:</b> Test-T para duas amostras independentes.....	38



## Resumo

Alterações ambientais resultantes das actividades antropogénicas estão a promover perdas na biodiversidade global a um nível sem precedentes. Em Moçambique as taxas de extinção de espécies vegetais vêm aumentando à medida que os esforços de pesquisas botânicas abrangem áreas até agora pouco exploradas. O objectivo central do estudo é de avaliar o grau de ameaça de extinção e aplicar modelos de distribuição de espécies para uma espécie de planta endémica de Moçambique: "*Icuria dunensis*", face aos novos dados de ocorrência da espécie, aplicando o critério de abrangência geográfica estabelecida pela União Internacional para a Conservação da Natureza (IUCN) e produtos gerados pelos modelos de distribuição de espécies (*Software MaxEnt*). Para o cálculo da extensão de ocorrência (EOO) foi empregue o método de Mínimo Polígono Convexo e método padrão de grade de 2 km x 2 km para a determinação da área de ocupação (AOO). Avaliações prévias da *Icuria dunensis* classificam-na como Em perigo (EN) sob o critério B2ab (i, ii, iii, iv, v). Com os novos dados de ocorrência a sua classificação não se altera mesmo com um incremento da AOO e EOO em (135.172Km<sup>2</sup> e 11.085.313Km<sup>2</sup>, respectivamente). Esses resultados são apoiados pelo mapa de habitat adequado previsto para a espécie produzido pelo método de modelagem *MaxEnt*. Os modelos gerados foram capazes de prever com precisão a atual área de habitat adequada para a espécie, o valor da área abaixo da curva (Area Under the Curve (AUC)) foi acima de 0.90. O nicho potencial estimado foi de 1282.37 km<sup>2</sup> para o modelo gerado com dados provenientes da GBIF e 698.07 km<sup>2</sup> para o modelo gerado com os novos registros de ocorrência adquiridos em campo. O estudo confirmou que o uso de dados de ocorrência acurada e de maior abrangência pode constituir uma abordagem efectiva para aumentar a precisão da avaliação de risco de extinção da espécie sob os critérios da Lista Vermelha da IUCN e que os modelos desenvolvidos constituem uma ferramenta essencial para compreender os padrões biogeográficos da espécie e podem auxiliar as acções de conservação da floresta, uma vez que as áreas mapeadas pelos modelos como potenciais para a ocorrência da espécie estão em risco de desaparecimento devido a vários factores: mineração, uso insustentável da terra (agricultura de corte e queima), expansão urbana, exploração de madeira.

**Palavras-chaves:** Lista vermelha da IUCN, Modelos de Distribuição de Espécies, *Icuria dunensis*, Centro de Endemismo de Rovuma, Moçambique.

## **Índice**

<b>1. Introdução</b> .....	1
1.1 Problema .....	3
1.2 Justificativa .....	4
<b>2. Objectivo</b> .....	5
2.1 Geral.....	5
2.2 Específico.....	5
<b>3. Predição</b> .....	6
3.1 Hipóteses.....	6
<b>4. Área de Estudo</b> .....	7
4.1 Clima.....	7
4.2 Hidrologia .....	8
4.3 Solos.....	8
4.4 Vegetação.....	8
4.5 Uso de Recursos.....	8
<b>5. Revisão Bibliográfica</b> .....	9
5.1 Definições de aspectos chaves .....	9
5.1.1 Alteração do Habitat .....	9
5.1.2 Florestas das Dunas Costeiras.....	10
5.1.3 Icuria dunensis .....	11
5.1.4 Avaliação do Estado de Ameaça de Espécies .....	12
5.1.5 Modelos de Distribuição de Espécies .....	15
5.1.6 MaxEnt.....	15
<b>6. Método de Recolha de Dados</b> .....	17
6.1 Amostragens de campo .....	17
6.2 Dados Bioticos .....	17
6.3 Dados Abióticos.....	18

<b>7. Tratamento de dados</b> .....	21
<b>8. Avaliação do Estado de Conservação</b> .....	23
<b>9. Construção dos modelos no MaxEnt</b> .....	24
9.1 Avaliação dos modelos .....	25
<b>10. Resultados</b> .....	27
10.1 Avaliação do Estado de Conservação .....	27
10.2 Matriz de correlação .....	29
10.3 Avaliação do Desempenho dos Modelos .....	31
10.4 Comparação dos mapas gerados pelo MaxEnt .....	32
10.5 Importância das variáveis ambientais na distribuição da espécie .....	33
10.6 Estimativa do Nicho Ecológico da Espécie .....	35
10.7 Distribuição Potencial .....	36
10.8 Avaliação do uso de novos dados de ocorrência .....	37
<b>11. Discussão</b> .....	38
11.1 Reavaliação do estado de conservação da <i>Icuria dunensis</i> .....	38
11.2 Matriz de correlação .....	39
11.4 Importância das variáveis ambientais na distribuição da espécie .....	40
11.5 Distribuição Potencial .....	41
<b>12. Conclusão</b> .....	43
<b>13. Recomendação</b> .....	44
<b>14. Referências Bibliográficas</b> .....	45
<b>15. Anexos</b> .....	55

## 1. Introdução

As alterações ambientais resultantes das actividades antropogénicas estão a promover perdas significativas da biodiversidade global a um nível sem precedentes na história humana (Laurance, 2010). Aliado a isso, os processos ecológicos são afectados (Hill e Curran, 2003; Cianciullo *et al.*, 2023); E este fenómeno impulsiona a extinção de espécies a nível global (Pimm e Raven, 2000).

A extinção e declínio de espécies são processos naturais e recorrentes na natureza, mas o grande problema é que têm vindo a atingir taxas superiores do que as esperadas devido à acção do Homem (Pimm, 2021). Dentre os ecossistemas mais afectados por este fenómeno inclui-se a vegetação das dunas costeiras (Marzialetti *et al.*, 2020). Apesar de esses ecossistemas sustentarem uma riqueza de espécies e alto nível de endemismo (Acosta *et al.*, 2008).

A taxa de extinção de espécies vegetais em Moçambique vem aumentando significativamente à medida que as pesquisas botânicas abrangem áreas poucos exploradas (Darbyshire *et al.*, 2019a, 2020a). Até o momento, dos 1.667 táxons avaliados: 158 táxons estão classificados como Vulneráveis (VU), 119 em Perigo (EN) e 24 Criticamente em Perigo (CR) no país (Odorico *et al.*, 2022).

A *Icuria dunensis*, foi recentemente avaliada na lista vermelha da União Internacional para a Conservação da Natureza (IUCN) pelo critério B2ab (i, ii, iii, iv, v), como em perigo (EN) de extinção (IUCN, 2019; Darbyshire *et al.*, 2019a). Esta avaliação do nível de ameaça da espécie foi limitada em 22 ocorrências (GBIF, 2022). Espécies que se enquadram nessa categoria (EN) são tidas como aquelas que estão enfrentando um risco de extinção muito alto na natureza (IUCN, 2001).

A *Icuria dunensis* é uma espécie arbórea endémica de Moçambique da família fabaceae, com distribuição geográfica restrita à costa das províncias de Nampula e Zambézia (Burrows *et al.*, 2018). Em uma extensão de 425 km (Massingue *et al.*, campo. Obs. 2012). Tendo um elevado potencial de ocorrer também na zona costeira da Província de Cabo Delgado (Mucavele, 2022).

Esta espécie está tipicamente associada a dunas antigas, e fixas em solos secos (Wieringa 1999, Lock 2007). Ocasionalmente a espécie estabelece-se em zonas

costeiras temporariamente húmidas (A. Massingue pers. Obs. 2017), e não cresce em depósitos recentes de areia dentro das áreas de dunas frontais (Wieringa, 1999).

Os modelos de distribuição de espécies se mostraram essenciais não só na avaliação do risco de extinção de espécies e na planificação para conservação (Nóbrega e De Marco, 2011), mas também para compreender os padrões biogeográficos de espécies (Werneck *et al.*, 2012).

Até ao momento o estudo de Mucavele (2022) é o único que faz a modelagem de distribuição de espécies da *Icuria dunensis* baseado apenas em variáveis bioclimáticas. Visando colmatar a deficiência de informações e auxiliar as ações de conservação da biodiversidade. Tornou-se conveniente fazer um levantamento de dados de ocorrência mais abrangente e acurado da distribuição da espécie por meio de Modelos de Distribuição de Espécies (MDE) e avaliar o estado de conservação actual. No âmbito do projecto: *POPULATION ECOLOGY ASSESSMENT OF ICURIA DUNENSIS*, coordenado pela Professora Doutora Alice Massingue e financiado pela fundação “The Mohammed Bin Zayed for SPECIES CONSERVATION FUND (MBZ)” foram registrados novos dados de ocorrência da espécie.

O estudo se propõe a realizar uma avaliação actualizada do grau de ameaça e da distribuição geográfica da *Icuria dunensis* utilizando-se os novos dados de ocorrência colectados em campo em adição aos dados de ocorrência da espécie que estão armazenados no banco de dados da *Global Biodiversity Information Facility* (GBIF).

## 1.1 Problema

Moçambique possui uma costa com cerca de 2700 km de extensão, banhada pelo Oceano Índico. Cerca de 40% da população vive na zona costeira (MITADER, 2022). A maior parte da população que vive na zona costeira no país apresenta alto índice de pobreza, e têm nos recursos naturais a principal base para a sua subsistência (Dlate, 2008). Essa dependência pelos recursos naturais cria uma pressão sobre os ecossistemas, principalmente para as florestas costeiras o que impulsiona a sua fragmentação (WWF, 2002).

As províncias de Nampula e Zambézia são as mais populosas de Moçambique com uma população de 6 102 867 e 5 110 787 habitantes respectivamente (INE, 2017). Por outro lado, essas províncias possuem uma baixa cobertura de floresta (Cianciullo *et al.*, 2023).

Os fragmentos florestais onde a *Icuria dunensis* ocorre têm sido ameaçados pela prática de agricultura de subsistência, principalmente pelas culturas de mandioca, milho, plantação de coqueiros e cajueiros. Esta ameaça é acrescida por atividades de mineração, das seguintes empresas localizadas nas proximidades: Kemmare; Mpango; Haiyu Mozambique; Sangage; Kwassiane, etc. (Massingue *et al.*, 2022 observação no campo). Outras ameaças à espécie que também contribuem para a fragmentação dessa formação florestal é a exploração de madeira para construção de habitações, barcos, exploração de combustível lenhoso e expansão urbana (IUCN, 2019; Darbyshire *et al.* 2019a; Izidine e Bandeira 2002; A. Massingue pers. obs. 2022).

Até ao momento ainda não foi feito um levantamento abrangente das ocorrências para população da *Icuria dunensis*. A ausência de dados acurados em pesquisas causa uma limitação na avaliação quantitativa e qualitativa das tendências de população de espécies (Lee *et al.*, 2019). Pois para a maioria das espécies para as quais há dados disponíveis é considerada extremamente reduzida, com dezenas ou poucas centenas de ocorrências, o que motiva a formulação da seguinte pergunta de pesquisa:

Será que os novos dados de ocorrência da *Icuria dunensis* influenciará a classificação da espécie na lista vermelha da IUCN e a sua distribuição potencial?

## **1.2 Justificativa**

A categorização da *Icuria dunensis* pelo critério B2ab (i, ii, iii, iv, v), como em perigo (EN) de extinção, foi limitada pela quantidade de dados de observações de sua ocorrência com apenas 22 ocorrências.

Avaliar com precisão o nível de declínios históricos e contínuos de espécies é difícil e requer uma compreensão absoluta das adaptações das espécies face às potenciais ameaças. Levantamentos abrangentes e avaliações recorrentes são imprescindíveis para avaliar o estado de conservação das espécies usando os critérios da Lista Vermelha da IUCN (Fensham *et al.*, 2018).

O processo de avaliação de espécies na lista vermelha da IUCN é acompanhado por vários obstáculos os quais variam desde a falta de informação à falta de um levantamento nacional e informações incompletas ou actualizada (IUCN, 2003). Pouco se sabe acerca da distribuição das espécies a nível nacional, sobretudo as endêmicas e como elas respondem aos preditores ambientais, daí surgem a necessidade de se desenvolver modelos de distribuição para a espécie.

Os modelos de distribuição de espécies têm o potencial de contribuir substancialmente na avaliação do risco de extinção de espécies (Palácio *et al.*, 2021). Além disso, fornecem informações relevantes para prever áreas potenciais para dispersão das espécies (Reddy *et al.*, 2015). Portanto, é imprescindível compreender a influência dos factores ambientais na distribuição geográfica da *Icuria dunensis* e se o incremento de dados de ocorrência influenciaria a classificação da espécie na lista vermelha da IUCN e a sua distribuição.

Os resultados dessa pesquisa servirão de recurso chave para actualizar a informação científica na lista vermelha da IUCN, Identificação das novas “Áreas Importantes de Plantas – IPAs”, Áreas-chave para a Biodiversidade (KBAs) e reajuste dos seus limites geográficos, aplicação em estudos de impacto ambientais de projectos de desenvolvimento, poderão também fornecer informações relevantes que orientem a tomada de decisão para a conservação e gestão sustentável da floresta da *Icuria dunensis* no país, contribuindo para que Moçambique cumpra os seus compromissos ao abrigo dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) e o mecanismo REDD+ (Redução de Emissões por Desmatamento e Degradação Florestal).

## **2. Objectivo**

### **2.1 Geral**

- Avaliar o grau de ameaça e distribuição geográfica da *Icuria dunensis*.

### **2.2 Específico**

- Determinar a área de ocupação e a extensão de ocorrência da floresta de *Icuria dunensis*;
- Estimar a distribuição geográfica potencial da floresta de *Icuria dunensis*;
- Identificar e comparar as variáveis ambientais com influência na distribuição geográfica da *Icuria dunensis*.
- Demonstrar a eficiência de uso de novos dados de ocorrência na descrição de áreas potencialmente ocupadas pela espécie e na sua categorização na lista vermelha da IUCN.



### 3. Predição

De acordo com a teoria do nicho ecológico postulado por Evelyn Hutchinson, as espécies têm um conjunto de requerimentos únicos fornecidos pelo ambiente, permitindo a sua persistência em um determinado local (Hutchinson 1957). Nesta ideia existe o conceito de nicho fundamental, que compõem os limites das condições ambientais que permite a existência de uma espécie. Sem considerar a influência de interações bióticas, temos o nicho realizado que descreve a parte do nicho fundamental no qual a espécie realmente ocorre (Soberon e Peterson, 2005). Neste estudo os modelos de distribuição de espécies foram desenvolvidos com vista a refletirem o nicho fundamental da *Icuria dunensis*.

#### 3.1 Hipóteses

Os Critérios da Lista Vermelha da IUCN são empregues às espécies em escala mundial, no entanto, é muito difícil que dados detalhados estejam disponíveis ao longo de toda a extensão de uma espécie. Por esse motivo, a Lista Vermelha emprega dados Observados, Estimados, Projetados, Inferidos e Suspeitos de modo a permitir que as espécies sejam avaliadas na ausência de dados completos (IUCN, 2022). O erro de medição é frequentemente a maior causa da qualidade reduzida dos dados (Burgman *et al.*, 1999).

A ausência de dados acurados em pesquisas causam uma limitação na avaliação quantitativa e qualitativa das tendências de população de espécies (Lee *et al.*, 2019), nisto, pode-se formular as seguintes hipóteses:

- I. Os novos dados de ocorrência da *Icuria dunensis* não alterar a classificação da espécie na lista vermelha da IUCN e a sua distribuição potencial.
- II. Os novos dados de ocorrência da *Icuria dunensis* alterar a classificação da espécie na lista vermelha da IUCN e não alterar a distribuição potencial.
- III. Os novos dados de ocorrência da *Icuria dunensis* não alterar a classificação da espécie na lista vermelha da IUCN, mas alterar a distribuição potencial.
- IV. Os novos dados de ocorrência da *Icuria dunensis* alterar a classificação da espécie na lista vermelha da IUCN e a distribuição potencial.

#### 4. Área de Estudo

O estudo foi realizado na zona litoral das Províncias de Nampula e Zambézia, a área esta inserida no centro de endemismo do Rovuma (Darbyshire *et al.*, 2019). Este Centro estende-se ao longo da costa de Moçambique através das Províncias de Cabo Delgado, Nampula e Zambézia, aproximadamente até ao sul da cidade de Quelimane (Burrows *et al.*, 2018).



Figura 1: Localização Geográfica da Área de Estudo

#### 4.1 Clima

O Clima da região é tropical caracterizado por duas estações: a seca de Maio a Novembro, e a chuvosa de Dezembro a Abril. A precipitação média anual varia de 1000 a 1400 mm/ano e é influenciada pela ocorrência de ciclones, comuns no canal de Moçambique (Louro 2005). A temperatura média anual é de 25.6 °C com um máximo de 30.4 °C e um mínimo de 20.8 °C (MAE, 2005).

## **4.2 Hidrologia**

A região é caracterizada por ocorrência de rios e lagoas, no extremo norte encontra-se o rio Lúrio e rio Mepoto, e no extremo sul o rio Macanga e rio Inhangulue, no distrito de Moma, na região de Tipane, o rio Larde e rio Thopuitho. Existe também dois Lagos importantes no distrito de Angoche, a Lagoa de Malatane, na região de Namitarari, em Thopuitho, na zona de Mavele, a Lagoa Mavele, grande parte dessa região é inundada na estação chuvosa (MAE, 2005).

## **4.3 Solos**

Os solos são geralmente arenosos e particularmente mais pesados nas áreas costeiras mais baixas, apresentando fraca capacidade de retenção de água, portanto elevada taxa de infiltração ao longo dos vales fluviais, também são de baixa fertilidade e baixa coesão, o que os torna propensos à erosão, principalmente depois da vegetação ser removida (Milne, 1947).

## **4.4 Vegetação**

A vegetação dessa região está agrupada em três comunidades vegetacionais: Floresta Costeira da Icuria, Savana arenosa de Miombo e Matagal de dunas costeiras que estão associados a palmeiras (Lötter *et al.*, 2021).

## **4.5 Usos de Recursos**

A população vive na base de pesca, colecta de invertebrados e prática de agricultura para o comércio e subsistência, as culturas de mandioca, milho e a plantação de coqueiros e cajueiros são as mais praticadas. Há também colecta de produtos florestais para construção de habitações e mineração (Massingue *et al.*, 2022 observação no campo).

## 5. Revisão Bibliográfica

### 5.1 Definições de aspectos chaves

#### 5.1.1 Alteração do Habitat

A destruição de um habitat ocorre quando um habitat natural, como uma floresta ou uma zona húmida, é alterado de tal forma que não sustenta as espécies nativas (Laurance, 2010). Muitas vezes, os habitats quando destruídos são reduzidos em extensão e simultaneamente fragmentados, deixando pequenas manchas do habitat original que persistem como ilhas (Fahrig, 2013).

Quando esse fenómeno ocorre, observam-se três processos interligados: redução na quantidade total de vegetação original (ou seja, perda de habitat); subdivisão da vegetação remanescente em fragmentos, remanescentes (ou seja, fragmentação de habitat); e introdução de novas formas de uso da terra a fim de substituir a vegetação perdida (Lindenmayer e Fischer 2006). A perda e a fragmentação do habitat são tidas como uma grande ameaça à sobrevivência das espécies (Laurance *et al.*, 2002; Sekercioglu *et al.*, 2002), mas também o fator mais importante de extinção de espécies no mundo (Pimm e Raven 2000).



A. Floresta desmatada



B. Floresta reduzida em extensão.



C. Área florestal convertida em urbano.



D. Área florestal convertida em gramado

### **5.1.2 Florestas das Dunas Costeiras**

Até ao momento não existe uma definição precisa de florestas costeiras, no entanto, a nível continental Burgless *et al.*, (1998), define floresta costeira como um conjunto de pequenos e altos fragmentos que estendem-se por volta de 250ha cuja maioria apresenta uma extensão menor que 500ha. As florestas costeiras por vezes são difíceis de reconhecer utilizando métodos de detecção remota, uma vez que não se destacam muito distintamente dos matagais ou da vegetação florestal densa (Saket, 1994).

As florestas costeiras são consideradas como um “refúgio em extinção”, com as espécies endémicas a tornarem-se gradualmente cada vez mais raras devido à histórica dessecação climática (Habel *et al.*, 2017). Actualmente essas formações estão extremamente ameaçadas pela erosão costeira e pela acção antropogénica (Acosta *et al.*, 2008).

As florestas costeiras da África Oriental estão localizadas no centro regional de endemismo Swahili e na zona de transição regional Swahili-Maputaland na África Oriental. Com aproximadamente 3.167 km<sup>2</sup> de floresta costeira, acredita-se que Moçambique detém maior área com cerca de 1.790 km<sup>2</sup> na região, seguido pela Tanzânia (697 km<sup>2</sup>), Quênia (660 km<sup>2</sup>). Os limites dessas formações são determinados pela precipitação (diminuindo para Norte), pela sazonalidade (aumentando para Sul) e pela altitude, aumentando para Oeste (Burgless *et al.*, 1998).

As florestas costeiras estão inseridas em planície costeiras. Em termos de largura, no país essas formações estendem-se à 200 km para o interior no extremo sul, e em menos de 30 km no extremo norte (Burgless *et al.*, 1998). Essas planícies compreendem uma sequência complexa de sedimentos principalmente pós-jurássicos (C135 milhões de anos), que incluem rochas sedimentares marinhas (arenitos, calcários, margas, xistos, argilitos e sedimentos não consolidados) e água doce (Kent, 1972; King, 1978).

### 5.1.3 *Icuria dunensis*

A *Icuria dunensis* é uma espécie arbórea e endémica de Moçambique, que ocorre nas dunas costeiras das províncias de Nampula e Zambézia, em floresta seca semidecídua, por vezes forma florestas monoespecíficas, e ocorre em altitude que varia entre os 0 e os 60 m (Burrows, et al. 2018). A *Icuria dunensis*, que muitas vezes forma povoamentos monoespecíficos nas Florestas Costeiras das Dunas, foi descoberta pela primeira vez por Roy Lubke, Ted Avis e Tony Dold em 1996/7 na região de Moebase, Moçambique. Ao fazer um Estudo de Impacto Ambiental para uma empresa de mineração designada "Kenmare". Foi descrita por Jan Wieringa na Holanda, que estava trabalhando neste grupo de Fabaceae (leguminosas) (Massingue *et al.*, em preparação, 2022).

A espécie está associada a sistemas dunares e zonas húmidas costeiras e restrita à área da linha costeira acima da marca da maré alta até o início da cordilheira de dunas do interior do Pleistoceno, comumente referida como Decksands (Massingue *et al.*, 2022 observação no campo).

A madeira da espécie tem boa resistência à biodegradação e é adequada para uso em móveis, folheados decorativos, compensados e ornamentos, bem como em estruturas externas, como decks (Bila *et al.*, 2018). A espécie mitiga os impactos das mudanças climáticas as comunidades locais, por ocorrer ao longo das dunas, cria barreira contra os ventos e ciclones que tem sido cíclicos nos últimos anos naquela região. Mas também impede a intrusão das águas oceânicas para o continente, o que iria trazer consequências sérias para ecossistemas terrestres e para as comunidades locais.

A *Icuria dunensis* está listada como em Perigo (EN) de extinção pela IUCN, devido à exploração contínua de combustível, madeira de construção, invasão de assentamento, indústria mineira e agricultura de subsistência (IUCN, 2019; Darbyshire *et al.*, 2019a; Izidine e Bandeira 2002; A. Massingue pers. obs. 2022).



A. *Icuria dunensis* em floração



B. Casca extraída da *Icuria dunensis*



C. Mineração onde a espécie predominava.

#### **5.1.4 Avaliação do Estado de Ameaça de Espécies**

A Lista Vermelha da União Internacional para a Conservação da Natureza (IUCN) é amplamente reconhecida a nível mundial por ser uma abordagem autorizada para avaliar o risco de extinção de espécies, com base na avaliação do tamanho da população, taxas de declínio populacional, extensão e declínio das áreas geográficas (Gavito *et al.*, 2015).

No passado as avaliações de estado de ameaça de espécies, baseavam-se apenas na opinião de especialistas, o que era bastante subjectivo, pois não havia nenhum mecanismo em vigor para assegurar que as avaliações estivessem distanciadas de interesses comerciais ou motivações pessoais (Mace *et al.*, 2008).

As primeiras avaliações iniciaram na década de 1950 e estava centralizado em listar aves e mamíferos em risco de extinção, aumentando desse modo o perfil da fauna mais ameaçada do mundo. A cobertura começou a se expandir na década de 1970, com a inclusão de vários vertebrados superiores, espécies de peixes, plantas e invertebrados (Mark, 2018).

As categorias de ameaças de extinção e incertezas foram introduzidas pela primeira vez na década de 1970 e passaram por revisões no início da década de 1980 (Fitter e Fitter, 1987). Por outra, os primeiros critérios de avaliação quantitativa para as três categorias de ameaças (Crítica, Em Perigo e Vulnerável) foram propostos por Mace e Lande no ano 1991 (Mace e Lande, 1991), estes foram incluídos na Versão 2.3 da Lista Vermelha (Mace *et al.*, 2008) e tiveram que ser revistas periodicamente.

As atuais categorias e critérios da Lista Vermelha (versão 3.1) foram publicados em 2001 e, até hoje, permanecem inalteradas (Subcomité de Normas e Petições da UICN, 2022). Esta versão (3.1) da Lista Vermelha agrega nove categorias, de Extintas a Não Avaliadas, das quais três destas nove categorias (Vulnerável, Em Perigo e Criticamente em Perigo) determinam que uma espécie esteja “Ameaçada” de extinção (IUCN, 2001b):

**Extinto (EX)** – Quando o táxon não está presente em cultivo, cativeiro ou em populações naturalizadas fora de sua área de distribuição nativa histórica, e não há nenhuma dúvida de que o último indivíduo do táxon morreu. Isto deve ser determinado através de pesquisas exaustivas apropriadas ao ciclo de vida e à forma de vida do táxon.

**Extinto na Natureza (EW)** – Quando o táxon só é conhecido por sobreviver em cultivo, cativeiro ou em populações que foram naturalizadas muito fora de sua área de distribuição nativa histórica, e é determinada através de pesquisas exaustivas apropriadas ao ciclo de vida e forma de vida do táxon.

**Criticamente em Perigo (CR)** – Quando o táxon atende aos limites para Criticamente em Perigo em qualquer um dos Critérios AE e, portanto, enfrenta um risco extremamente alto de extinção na natureza.

**Em Perigo (EN)** – Quando o táxon atende aos limites para Em Perigo em qualquer um dos Critérios AE e, portanto, enfrenta um risco muito alto de extinção na natureza.

**Vulnerável (VU)** – Quando o táxon atende aos limites de Vulnerável em qualquer um dos Critérios AE e, portanto, enfrenta um alto risco de extinção na natureza.

**Quase Ameaçado (NT)** – O táxon não atende aos limites dos Critérios para Vulnerável, Em Perigo ou Criticamente em Perigo, mas está perto de se qualificar para uma Categoria Ameaçada, ou se qualificará em um futuro próximo.

**Menos Preocupante (LC)** – O táxon não atende aos limites de Vulnerável, Em Perigo ou Criticamente em Perigo e não está próximo o suficiente desses limites para ser classificado como Quase Ameaçado.

**Dados Deficientes (DD)** – Não há informações suficientes disponíveis para que uma avaliação seja feita. Se o táxon for pouco estudado, serão necessárias mais pesquisas. Alternativamente, se o táxon tiver sido estudado, mas o avaliador ainda não puder fazer uma avaliação, pode haver necessidade de dados específicos, por exemplo, sobre abundância ou tamanho da área de distribuição.

**Não Avaliado (NE)** – O táxon ainda não foi avaliado usando os Critérios da Lista Vermelha.



As avaliações são feitas com base em cinco Critérios quantitativos, de A até E. Qualquer um destes critérios pode indicar uma espécie para uma categoria ameaçada (Subcomitê de Padrões e Petições da IUCN, 2017). As categorias da Lista Vermelha são as seguintes (IUCN, 2001b):

**A** - Redução populacional (passada, presente ou projetada), medida ao longo de dez anos ou três gerações.

**B** - Distribuição geográfica em declínio, na forma de área de ocupação e/ou extensão de ocorrência severamente fragmentada, limitada ou extremamente flutuante.

**C** - Pequeno tamanho populacional e declínio, fragmentação ou flutuações.

**D** - População muito pequena ou restrita determinada pelo número de indivíduos maduros e/ou área restrita de ocupação.

**E** - Análise quantitativa indicando alta probabilidade de extinção na natureza dentro de 100 anos.

### **5.1.5 Modelos de Distribuição de Espécies**

A modelagem de distribuição de espécies é uma técnica que combina dados de ocorrência de espécies e características ambientais de uma determinada região para prever a distribuição de uma espécie (Guisan e Thuiller, 2005 e Graham *et al.*, 2004b).

As ferramentas para modelar a distribuição de espécies têm vindo a aumentar nos últimos anos devido ao desenvolvimento de métodos de análise estatística e de tecnologias de informação geográfica (Guisan e Zimmermann 2000). Essas ferramentas têm se mostrado essenciais não só na avaliação do risco de extinção de espécies e na planificação para conservação (Nóbrega e De Marco Junior 2011), mas também para compreender os padrões biogeográficos de espécies (Werneck *et al.*, 2012) e para monitorar mudanças na distribuição de espécies ao longo do tempo (Bonnacorso *et al.*, 2006). Actualmente, vários algoritmos têm sido utilizados para desenvolver modelos de distribuição de espécies, desde os mais simples, até os mais complexos baseados em algoritmos de inteligência artificial (Peterson *et al.*, 2007).

Os modelos derivados desses algoritmos têm sido desenvolvidos em diferentes escalas espaciais e temporais (Peterson, 2003). Espécies distribuídas em uma escala maior podem ser influenciadas por reguladores climáticos, enquanto que espécies distribuídas de forma irregular, e em escala menor, sofrem influência de variáveis relacionadas com a variação micro-topográfica ou fragmentação de habitat (Guisan and Thuiller 2005).

### **5.1.6 MaxEnt**

MaxEnt é o método de Modelação de Máxima Entropia (*Maximum Entropy Modelling*), mundialmente reconhecido por produzir resultados robustos sobre distribuição de espécies com dados de ocorrência esparsos, amostrados de forma irregular e com pequenos erros na sua localização (Elith *et al.*, 2006; Phillips *et al.*, 2006). Este método é actualmente uma das ferramentas mais utilizadas em ecologia, biogeografia e biologia evolutiva para modelar e mapear a distribuição das espécies, utilizando dados de presença e variáveis ambientais para prever probabilidades de adequabilidade ambiental e de presença de uma determinada espécie (Record *et al.*, 2013).

O Maxent computa a distribuição das espécies com as variáveis ambientais da área de estudo aos *pixels*. Cada *pixel* indica um valor numérico probabilístico que varia de 0 a

1 (Peterson, 2003), com alta precisão em valores próximo de 1 e baixa precisão em valores abaixo de 0.7 (Phillips *et al.*, 2006).

## **6. Método de Recolha de Dados**

### **6.1 Amostragens de campo**

Os dados de ocorrência da espécie foram colhidos no âmbito do projecto *POPULATION ECOLOGY ASSESSMENT*, coordenado pela professora Alice Massingue em uma expedição realizada entre os dias 10 a 17 de janeiro e 20 de março a 8 de abril do ano 2022 (vinte e sete dias no total), na zona litoral das províncias de Nampula e Zambézia, cobrindo as seguintes localidades: Moebase, Mulimone, M'pago, Mongicual, Matibane e Sera da Mesa.

Previamente à realização do trabalho de campo procedeu-se a um estudo de avaliação do litoral das províncias, usando o repositório de imagens de satélite do Google *Earth*, de modo a obter informação precisas sobre as áreas suspeitas de ocorrência da espécie. O Google *Earth* é um programa que permite visualizar imagens capturadas por satélite em qualquer parte do planeta, permitindo deste modo, explorar dados geográficos anteriormente inacessíveis (Neuhaus, 2011).

O trabalho de campo consistiu em uma amostragem aleatória simples realizada ao longo da vegetação costeira, percorrendo rotas entre diferentes tipos de habitats e gradientes ambientais, acessíveis com veículo e a pé. O acesso também se baseou em alegações de comunidades locais e registos históricos de ocorrência da espécie. Essa técnica de amostragem permite que cada elemento de uma determinada população tenha igual probabilidade de integrar a amostra (Kazmier, 1982).

A localização destas áreas foi realizada com recurso dos Sistemas de Informação Geográfica (SIG) e a um dispositivo de Sistema de Posicionamento Global (GPS) da marca *Garmin* do modelo 010-01199-10 para aceder os percursos até aos pontos de amostragem e para georreferenciar os núcleos da espécie.

### **6.2 Dados Bioticos**

Foram extraídos cerca de 44 registos de ocorrência da espécie no banco de dados da *Global Biodiversity Information Facility* (GBIF), armazenados entre os anos 1965 a 2017, os mesmos também foram usados para fazer a última avaliação do estado de conservação da espécie no ano 2019. A GBIF é a maior plataforma virtual de acesso de dados de biodiversidade do mundo (Anderson *et al.*, 2016). Os dados de ocorrência da espécie registradas em campo perfaziam um total de 199 registos de ocorrências.

### 6.3 Dados Abióticos

Os dados abióticos correspondem a variáveis ambientais, geradas através de interpolação e de imagens de satélite. Essas imagens são segmentadas em *pixels* e cada *pixel* agrega um valor numérico, correspondente ao valor da variável ambiental representada (Dalapicolla, 2016). O total de dados ambientais colectados se encontram descritos na tabela 1.

**Tabela 1:** aquisição de variáveis abióticas, nome da variável, código, fonte e formato.

Variável		Código	Fonte	Formato
<b>Climática</b>	Bio 1= Temperatura Média Anual	<i>Bio1</i>	<a href="http://www.worldclim.org/bioclimate">http://www.worldclim.org/bioclimate</a>	Contínuo
	Bio 2= Intervalo Diurno Médio (Média do mês (temperatura máxima – temperatura mínima))	<i>Bio2</i>		
	Bio 3= Isotermia (P2/P7)*(100)	<i>Bio3</i>		
	Bio 4=Sazonalidade da temperatura (desvio padrão*100)	<i>Bio4</i>		
	Bio 5=Temperatura máxima do mês mais quente	<i>Bio5</i>		
	Bio 6=Temperatura Mínima do Mês Mais Frio	<i>Bio6</i>		
	Bio 7=Temperatura Faixa Anual (P5-P6)	<i>Bio7</i>		
	Bio 8=Temperatura Média do Trimestre Mais Úmido	<i>Bio8</i>		
	Bio 9=Temperatura Média do Trimestre Mais Seco	<i>Bio9</i>		
	Bio 10=Temperatura Média do Trimestre	<i>Bio10</i>		

	Mais Quente			
	Bio 11=Temperatura Média do Trimestre Mais Frio	Bio11		
	Bio 12= Precipitação Anual	Bio12		
	Bio 13=Precipitação do mês mais úmido	Bio13		
	Bio 14=Precipitação do mês mais seco	Bio14		
	Bio 15=Precipitação da Sazonalidade (Coeficiente de Variação)	Bio15		
	Bio 16=Precipitação do Trimestre Mais Úmido	Bio16		
	Bio 17=Precipitação do Quarto Mais Seco	Bio17		
	Bio 18=Precipitação do Quarto Mais Quente	Bio18		
	Bio 19=Precipitação do Quarto Mais Frio	Bio19		
<b>Solo</b>	C_Org=Carbono Organico	C_Org	<a href="https://soilgrids.org/">https://soilgrids.org/</a>	Contínua
	FraGros=Fragmentos Grosseiros	FraGros		
	pH=Potencial de Hidrogenio	pH		
	Tar=Teor de Areia	Tar		
	Targ=Teor de Argila	Targ		
	Ts=Teor de Silte	Ts		
	TN=Teor de Nitrogenio	TN		
	Ctc=Capacidade de troca de cátions	Ctc		
	dS=Densidade do Solo	dS		

	cS=Classe de solo	cS		
	sC=Stock de Carbono	sC		
<b>Declive (°)</b>		<i>Slope</i>	<a href="https://gdemdl.aster.jspacesy-stems.or.jp/index_en.html">https://gdemdl.aster.jspacesy-stems.or.jp/index_en.html</a>	Contínua
<b>Densidade Populacional</b>		Den_Pop	<a href="https://www.ine.gov.mz/censo-2017">https://www.ine.gov.mz/censo-2017</a>	Categorial
<b>Índice de Influência Humana</b>	IIH= Índice de Influência Humana	IIH	<a href="https://cmr.earthdata.nasa.gov/search/concepts/C179001808-SEDAC.html">https://cmr.earthdata.nasa.gov/search/concepts/C179001808-SEDAC.html</a>	Contínua
<b>Proximidade a corpos de água</b>		Rios	<a href="https://cincartaz.publico.pt/">https://cincartaz.publico.pt/</a>	Categorial
<b>Uso e Cobertura da Terra</b>		LULC	<a href="https://esa.worldcover.org/en">https://esa.worldcover.org/en</a>	Contínua

## **7. Tratamento de dados**

O plano de fundo para se desenvolver os modelos, também usada como área de estudo, foi gerada a partir de mapeamento do litoral da província de Nampula e Zambézia. Fez-se um recorte com os limites geográficos de Moçambique. O plano de fundo para a modelagem de distribuição de espécies deve ser delineado a partir da distribuição conhecida da espécie (Barve *et al.*, 2011; Webber *et al.*, 2011; Dalapicolla, 2016). Quando se aplica plano fundo maiores em relação a distribuição conhecida da espécie, reduz-se a capacidade discriminatória do modelo (Monteiro, 2014). Por outro lado, plano de fundo maior superestima os valores de AUC e aumenta o sobreajuste dos modelos (Barve *et al.*, 2011; Dalapicolla, 2016).

Posteriormente ao trabalho de campo foi realizada uma correção nas coordenadas obtidas no campo e adequação das coordenadas extraídas na GBIF, uma vez que alguns pontos sobressaíram fora da área de estudo (no mar). Provavelmente causado por falhas durante o registro de coordenadas em campo e erros devido à perda de sinal do GPS. Essa correção resultou na eliminação de 22 coordenadas duplicadas das 44 ocorrências provenientes da GBIF, no *Microsoft Excel*, e 2 coordenadas que sobressaíram fora da área de estudo no software *ArcGis 10.8*. O desafio central para o uso de dados de distribuição geográficas de espécies disponíveis publicamente é a precisão das coordenadas (Anderson *et al.*, 2016; Zizka *et al.*, 2019; Zizka *et al.*, 2020), isso deve-se pelo facto de que os agregadores de dados, como o GBIF, integram registros de ocorrência coletados com metodologias diferentes (Anderson *et al.*, 2016; Maldonado *et al.*, 2015; Yesson *et al.*, 2007).

Nos dados obtidos em campo não houve nenhuma coordenada duplicada, das 199 ocorrências e apenas foi eliminada uma coordenada que sobressaiu fora dos limites geográficos da área de estudo (no mar).

Fez-se a conversão das coordenadas armazenadas em ficheiros Excel. No Excel armazenaram-se as coordenadas geográficas da espécie em graus decimais no formato CSV (Comma-Separated Values). A forma de entrada das amostras no programa MaxEnt é em formato CSV (Young *et al.*, 2011).

Foram simultaneamente adicionadas as camadas referentes às variáveis ambientais descritas na tabela 1. Foram criados mosaicos cobrindo toda a área de estudo. Os ficheiros derivado de Cenecarta (Proximidade a corpos de água) em formato *shapefile*



foram convertidos para o formato *raster* aplicando o método de distância Euclidiana. Esse método consiste em representar a distância mínima entre dois objectos em um plano multidimensional, permitindo agrupar informações (Braz *et al.*, 2020).

Posteriormente todas as variáveis já no formato *raster* foram recortadas para a área de estudo e seus atributos ajustados com uma única variável (bio\_01), de modo a assegurar-se que todos tivessem a mesma resolução espacial, a mesma referência geográfica e pudessem se sobrepor na totalidade. Com todas as variáveis já no formato *raster* e recortados para área de estudo, foram convertidas para o formato ASCII (*American standard code for information interchange*). As variáveis ambientais usadas para se desenvolver os MDEs devem estar no formato ASCII para executar o MaxEnt (Dalapicolla, 2016; Young *et al.*, 2011).

As variáveis recortadas para a área de estudo também foram convertidas para o formato tif (imagem) e importadas para o programa ENVI, onde foram extraídas as informações referentes à localização ao valor associado da variável, com o formato de saída X, Y, Z para obterem-se os valores de distância que cada pixel agregava.

Onde:

X-Corresponde à longitude

Y-Corresponde à latitude

Z-Corresponde ao valor do *pixel*

Os ficheiros gerados no ENVI foram importados para uma planilha Excel, onde foram extraídos os valores de distâncias, para se fazer uma análise de correlação de modo a se gerar uma matriz de correlação no programa *Rstudio*.

Esta análise foi feita com vista a visualizar a autocorrelação entre as variáveis ambientais, de modo a se escolher as variáveis mais relevantes para explicar os padrões de distribuição da espécie. Existem três formas de fazer a escolha das variáveis: intuitivamente (selecionando variáveis relacionadas ao modo de vida da espécie-alvo), por meio de um modelo de validação cruzada ou por meio de análises multivariadas como Análise de Componente Principal (PCA) (Dalapicolla, 2016).

## 8. Avaliação do Estado de Conservação

Para avaliar o estado de conservação de uma espécie, a Lista Vermelha da IUCN emprega um conjunto de critérios e subcritérios. Existem cinco critérios (A a E) na avaliação, a saber: redução do tamanho da população (critério A), abrangência geográfica (critério B) na forma de extensão de ocorrência (EOO) e/ou área de ocupação (AOO), pequena população tamanho e declínio (critério C), população muito pequena ou restrita (critério D) e análise quantitativa (critério E) (IUCN, 2001).

Neste estudo foi empregue o critério B na forma de extensão de ocorrência (EOO) e área de ocupação (AOO). Essas duas métricas espaciais estabelecidas pela Lista Vermelha de Espécies Ameaçadas (IUCN) representam as distribuições de espécies e apoiam as avaliações de risco de extinção de espécies (Palácio *et al.*, 2021).

**Tabela 2:** Critério B da Lista Vermelha da IUCN: distribuição geográfica na forma de B1, extensão de ocorrência E/OU B2, área de ocupação.

	Criticamente Ameaçado	Ameaçadas de extinção	Vulnerável
B1. Extensão da ocorrência	<100 km <sup>2</sup>	<5,000 km <sup>2</sup>	<20,000 km <sup>2</sup>
B2. Área de ocupação	<10 km <sup>2</sup>	<500 km <sup>2</sup>	<2,000 km <sup>2</sup>
<b>E pelo menos duas (2) das três (3) condições a seguir:</b>			
(a) Severamente fragmentado OU Número de locais	(=)1	≤5	≤10
(b) Declínio contínuo observado, estimado, inferido ou projetado em qualquer um dos seguintes: (i) grau de ocorrência; (ii) área de ocupação; (iii) área, extensão e/ou qualidade do habitat; (iv) número de localidades ou subpopulações; (v) número de indivíduos maduros.			
(c) Flutuações extremas em qualquer uma das: (i) extensão da ocorrência; (ii) área de ocupação; (iii) número de locais ou subpopulações; (iv) número de indivíduos maduros.			

A extensão de ocorrência (EOO) seria o grau em que os fatores de ameaça estão distribuídos em torno de um táxon, e no seu cálculo é empregado o método do mínimo polígono convexo (IUCN, 2022). Enquanto a área de ocupação (AOO) expressa uma medida do efeito de seguro, no qual os táxons que ocorrem em muitas manchas ou manchas grandes em uma paisagem são segurados contra riscos de ameaças (Keith *et al.*, 2018).

A área de ocupação (AOO) da espécie foi calculada no programa *ArcGis Desktop versão 10.8* usando o método padrão de grade de 2km x 2km lado, a partir da multiplicação do número total de células ocupadas pela espécie pela área de uma das células, como mostra a fórmula abaixo:

$$\text{AOO} = \text{Nr. Células ocupadas} \times \text{Área de uma das células}$$

A extensão de ocorrência (EOO) da espécie também foi calculada no programa *ArcGis Desktop versão 10.8* usando o método do mínimo polígono convexo (MCP) (IUCN 2001, 2012b). Este método é gerado ligando os pontos que englobam o conjunto de dados de ocorrência (Fey *et al.*, 2021).

### **9. Construção dos modelos no MaxEnt**

Foi gerada uma matriz de correlação referente a um conjunto de variáveis bioclimáticas e ambientais (formato raster) provenientes do WorldClim - Global Climatic Data (<http://www.worldclim.org/bioclim>), SoilGrid (<https://soilgrids.org/>), ASTER DEM ([https://gdemdl.aster.jspacesystems.or.jp/index\\_en.html](https://gdemdl.aster.jspacesystems.or.jp/index_en.html)), INE (<https://www.ine.gov.mz/censo-2017>), CENACARTA (<https://cenacarta.publico.pt/>) e Esa Global LandCover (<https://esa-worldcover.org/en>). Posteriormente foram importadas para o programa MaxEnt versão 3.4.4, conjuntamente com dados de ocorrências da espécie, com o objectivo de desenvolver os modelos de distribuição. Estes modelos foram corridos em duas etapas: primeiro com os dados secundários de ocorrência proveniente do banco de dados da *Global Biodiversity Information Facility* (GBIF) e depois com dados primários de ocorrências da espécie colectadas em campo, sendo que todos os pontos de ocorrência serviram para construir e validar o modelo (amostras de treino).

Os modelos foram desenvolvidos recorrendo às definições automáticas dos atributos do MaxEnt, nas quais se utilizou um conjunto de valores por defeito. Esses atributos foram utilizados tanto com valores fixos como com valores variáveis, consoante à importância para a espécie.

Atributos utilizados:

- O número máximo de iterações, ou seja, o número de aproximações máximo para atingir o limite do modelo mais correcto (500);
- A tolerância de convergência para o intervalo de valores em que se aceita o modelo (0,00001);
- O valor de corte em relação ao número de amostras a ser utilizadas para produzir os modelos (percentil 10);
- O número de pontos de presença utilizados para determinar a distribuição no Maxent (20 ocorrências provenientes da GBIF e 198 ocorrências adquiridas em campo);
- O número de pontos para validar o modelo “amostras de treino” (75% dos pontos de ocorrência da espécie).
- O número de replicações para se gerar o modelo final (300 replicações para cada etapa)

### **9.1 Avaliação dos modelos**

Para avaliar a qualidade dos modelos gerados pelos algoritmos do MaxEnt, recorreu-se a uma análise quantitativa dos dados obtidos. Esta análise foi realizada com vista a demonstrar a eficiência dos modelos na descrição de áreas de potencial distribuição da espécie, mas também para compreender o nicho ecológico da espécie.

Os modelos foram construídos com dados de ocorrência da espécie proveniente da GBIF e dados de ocorrência adquiridos em campo. O objectivo era perceber se através da análise dos mapas e tabelas produzidos pelos modelos, se o aumento de dados de ocorrência tinha influência na previsão das áreas potencialmente ocupada pela espécie modelada. Para este processo, foi feito um teste *T* para duas amostras dependentes no software *StatSoft Statistica*, para calcular se existiam diferenças significativas entre as médias aritméticas dos conjuntos de valores da área abaixo da curva (AUC). Além disso, foram comparadas as áreas produzidas pelos modelos e o contributo relativo das variáveis ambientais para a sua potencial distribuição.

Em cada modelo além de se comparar as áreas de distribuição previstas em termos ecológicos, foi também verificado se os modelos eram aceitáveis, através da análise do valor da área abaixo da curva (*Area Under the Curve* (AUC)), mas também foram

considerados como selecionáveis os modelos com *threshold* significativo, ou seja,  $P\text{-valor} < 0.5$  e com erro de omissão inferior a 0.15, como recomendado por (Dalapicolla, 2016).

A AUC estima a probabilidade de um local de presença escolhido aleatoriamente pelo modelo seja classificada como mais alto em relação a outro ponto do plano de fundo (Merow *et al.*, 2013), permitindo nesse caso prever áreas de distribuição de espécies pelos modelos gerados (Phillips *et al.*, 2006).

Para análise posterior dos modelos, de modo a se prever a presença da espécie (0-1), foram reclassificados no *ArcGis 10.8* seguindo a classificação proposta por Yang *et al.* (2013) em cinco classes potenciais: habitat inadequado (0 a 0,2); habitat pouco adequado (0,2 a 0,4); habitat adequado (0,4 a 0,6); habitat altamente adequado (0,6 a 0,7); habitat muito altamente adequado (0,7-1,0). Para cada modelo, calculou-se a área da distribuição no software *ArcGis 10.8*, sendo obtidos valores binários de presença (1) e ausência (0), usando um limiar de corte de 0.4 (Zhang *et al.*, 2015).

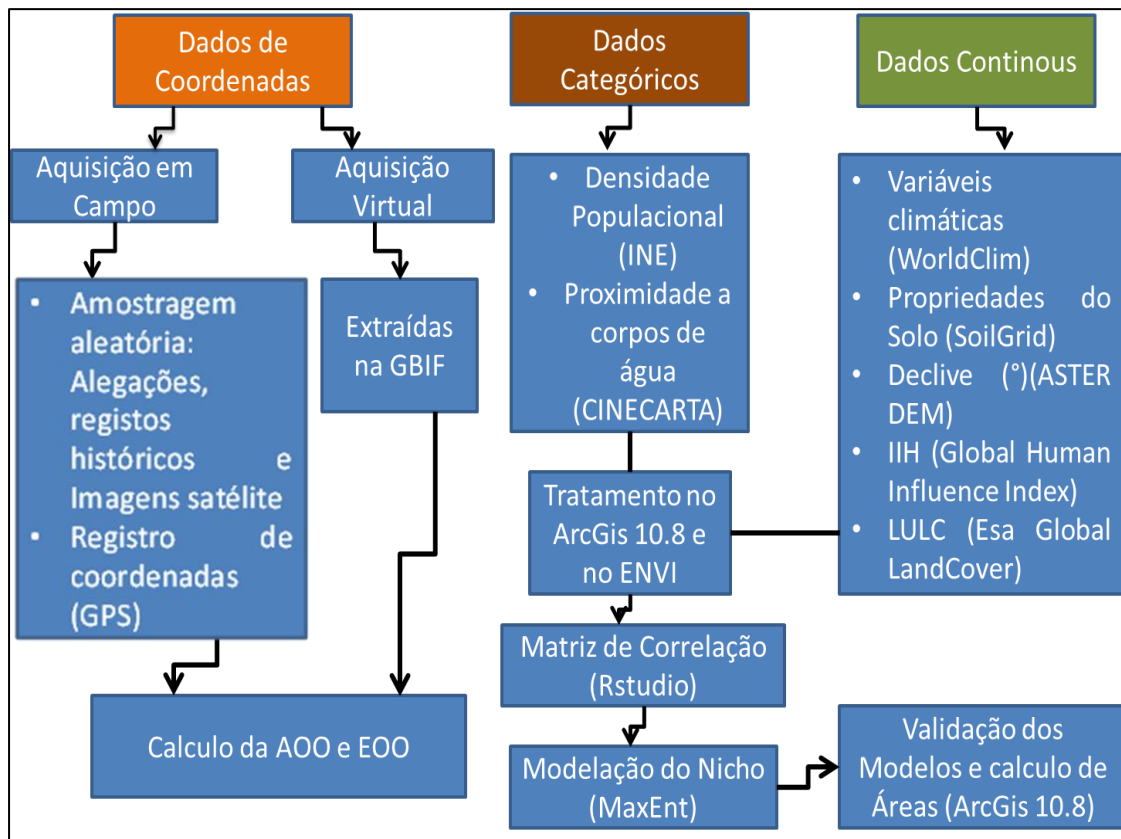


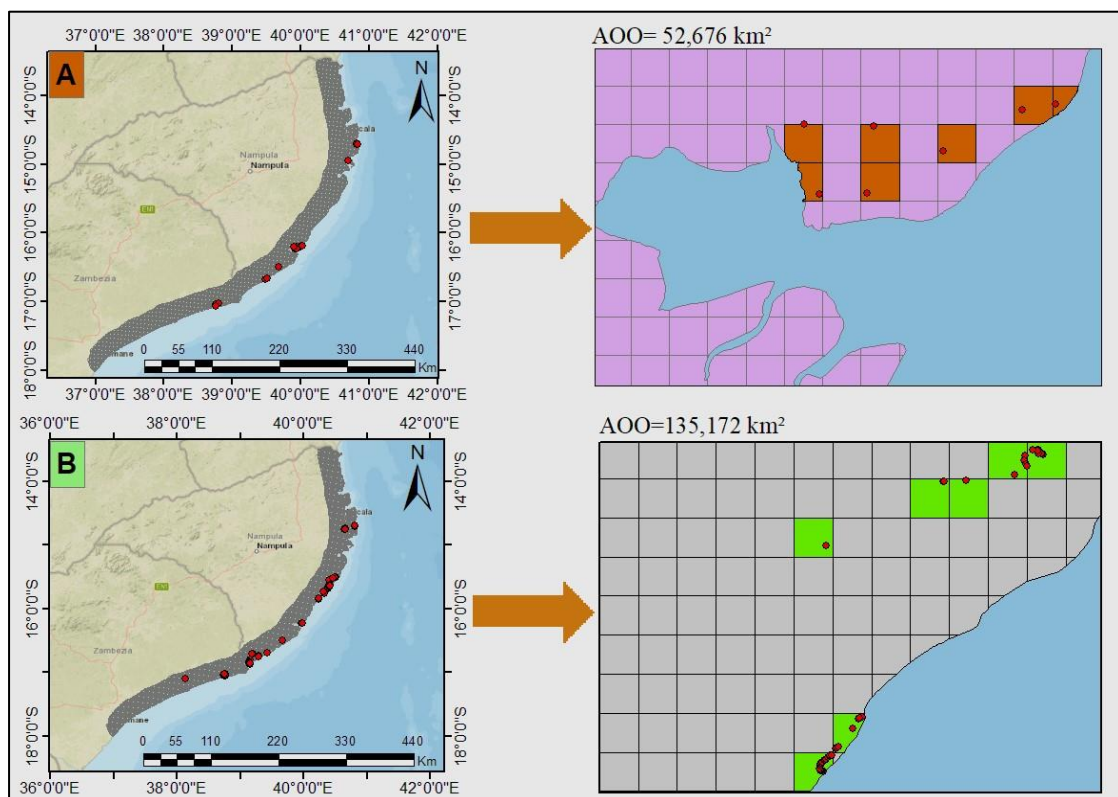
Figura 2: Fluxograma do trabalho e programas informáticos usados no processamento

## 10. Resultados

### 10.1 Avaliação do Estado de Conservação

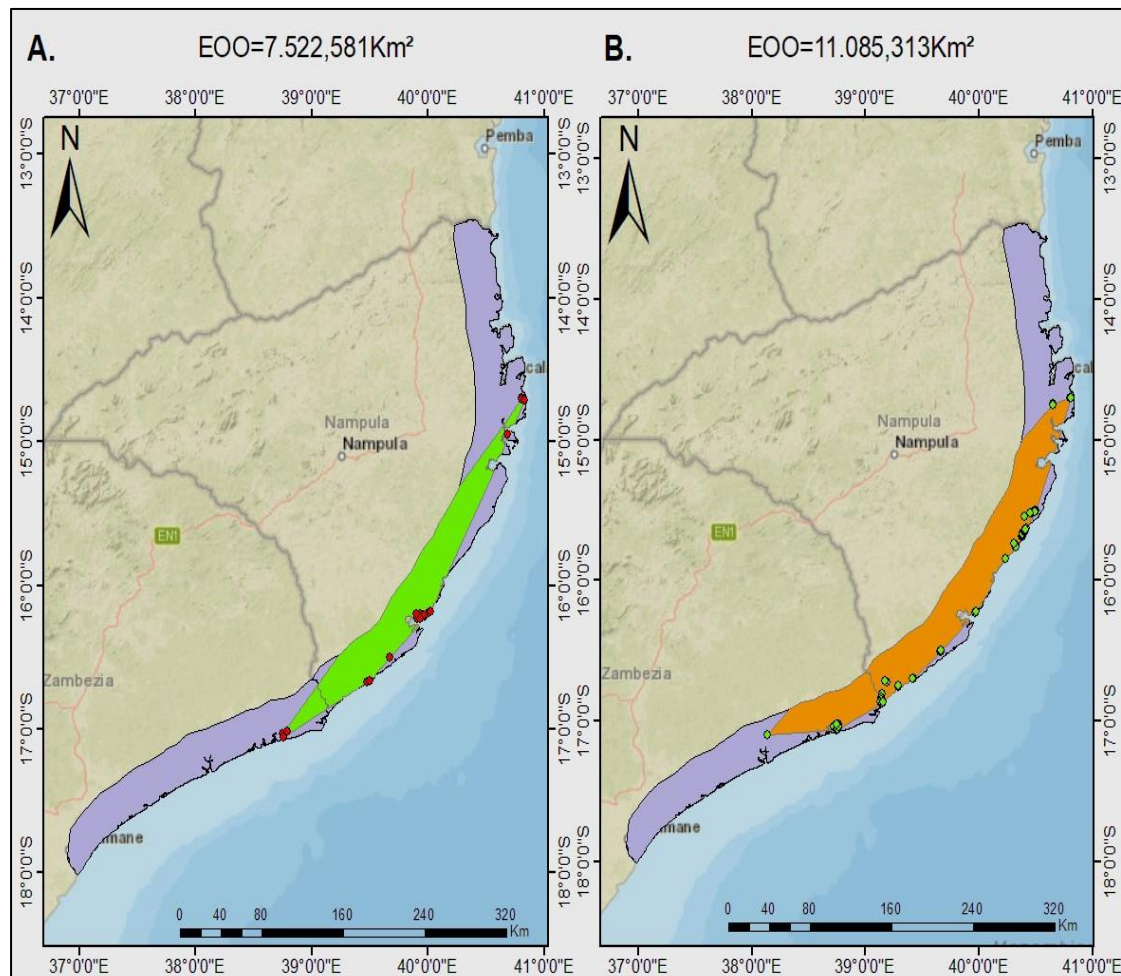
Utilizando os 198 registros de ocorrências obtidos em campo, a EOO e a AOO da *Icuria dunensis* calculados pelo ArcMap foram de 11.085.313Km<sup>2</sup> e 135.172Km<sup>2</sup>, respectivamente. Essas áreas foram maiores em comparação à EOO e AOO calculados com os 20 registros de ocorrências da espécie provenientes da GBIF, na qual obteve-se 7.522.581 Km<sup>2</sup> e 55.245Km<sup>2</sup>, respectivamente. Em termos de células ocupadas, os novos registros de ocorrências obtidos em campo, ocuparam 43 células da grelha 2km x 2km lado, que foi maior em comparação aos registros de ocorrências provenientes da GBIF que ocuparam apenas 16 células da grelha.

A categorização da espécie sob o subcritério B2 com os dados de ocorrências provenientes da GBIF (Letra: **A**) e registros de ocorrências obtidos em campo (Letra: **B**), evidenciam que a espécie está em Perigo (EN) com AOO < 500 km<sup>2</sup>. Houve uma variação significativa nas Áreas de Ocupação (AOO) calculadas, mas também no número de células ocupadas (**Figura: 3**).



**Figura 3:** Área de Ocupação AOO. Em primeiro lugar (A) encontra-se a AOO gerado com dados provenientes da GBIF e em segundo (B) a AOO gerado com os novos dados.

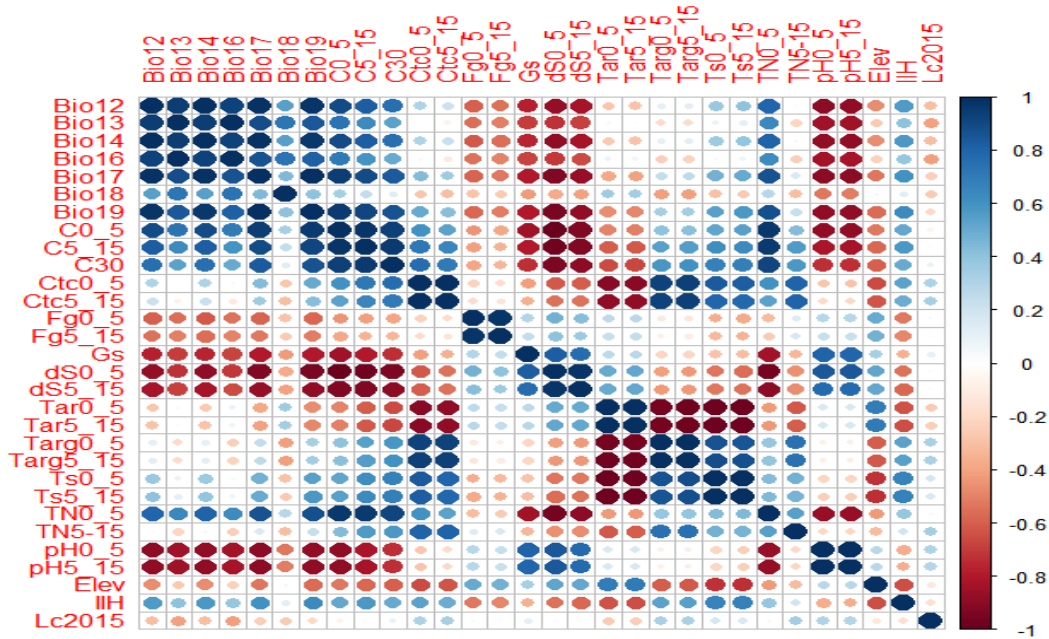
A categorização da espécie sob o subcritério B1 com os dados de ocorrências provenientes da GBIF (Letra: **A**) e registros de ocorrências obtidos em campo (Letra: **B**), evidenciam que a espécie está Vulnerável (VU) na natureza com EOO < 20,000 km<sup>2</sup>. No entanto, houve uma variação na Extensão de Ocorrência (EOO) calculada, com os registros de ocorrências obtidos em campo a Extensão de Ocorrência (EOO) foi de 11.085,313Km<sup>2</sup>; este foi maior à Extensão de Ocorrência (EOO) calculada com os registros de ocorrências provenientes da GBIF tendo 7.522,581 Km<sup>2</sup> (**Figura: 4**).



**Figura 4:** Extensão de Ocorrência EOO. Em primeiro lugar (A) encontra-se a EOO gerado com dados provenientes da GBIF e em segundo (B) o EOO gerado com os novos dados.

## 10.2 Matriz de correlação

Quanto às variáveis utilizadas nos algoritmos do MaxEnt, foram seleccionadas treze de um conjunto de trinta e cinco variáveis (**Tabela: 3**). As variáveis foram seleccionadas procurando-se evitar a colinearidade das mesmas, mas também com base na importância biológica para a espécie (**Figura: 5**) (Elith *et al.*, 2010).



**Figura 5:** Matriz de correlação das variáveis usadas para a modelagem

Na matriz da **figura 5**, as células com cores mais escuras refletem maior correlação entre as variáveis. Além disso, quanto mais azul-escuro, mais próxima a correlação fica de 1, isto significa que a correlação é forte e positiva, de igual forma, quanto mais próximo de vermelho escuro, mais próxima a correlação fica de -1, que significa que além de fraca a correlação é negativa. A correlação também pode ser nula ou zero, o que significa que as variáveis não estão relacionadas.

Este conjunto de procedimentos realizou-se com vista a se desenvolver mapas de distribuição potencial, baseado em uma probabilidade de ocorrência da espécie em cada pixel da área de estudo e que os modelos expressassem a melhor das aproximações possível à distribuição real da espécie.

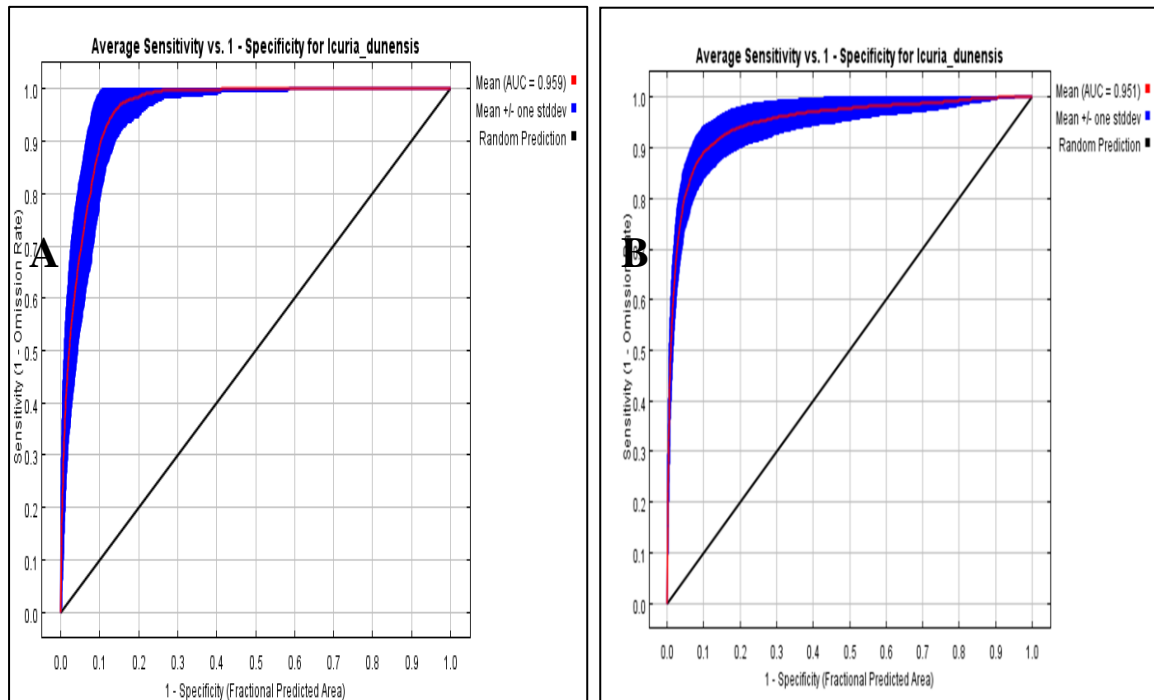


**Tabela 3:** Conjunto de variáveis utilizadas para construir os modelos.

Variável	Acrônimo	Fonte
Temperatura Mínima do Mês Mais Frio	Bio6	WorldClim
Precipitação Anual	Bio12	WorldClim
Precipitação do mês mais seco	Bio14	WorldClim
Carbono Orgânico	C_org	SoilGrid
Capacidade de Troca de Cátions	Ctc	SoilGrid
Densidade do Solo	(d)S	SoilGrid
Potencial de Hidrogênio	pH	SoilGrid
Teor de Areia	Tar	SoilGrid
Teor de Argila	Targ	SoilGrid
Teor de Silte	Ts	SoilGrid
Índice de Influência Humana	IIH	Global Human Influence Index
Declive (°)	Slope	ASTER DEM
Proximidade a corpos de água	Rios	CINECARTA

### 10.3 Avaliação do Desempenho dos Modelos

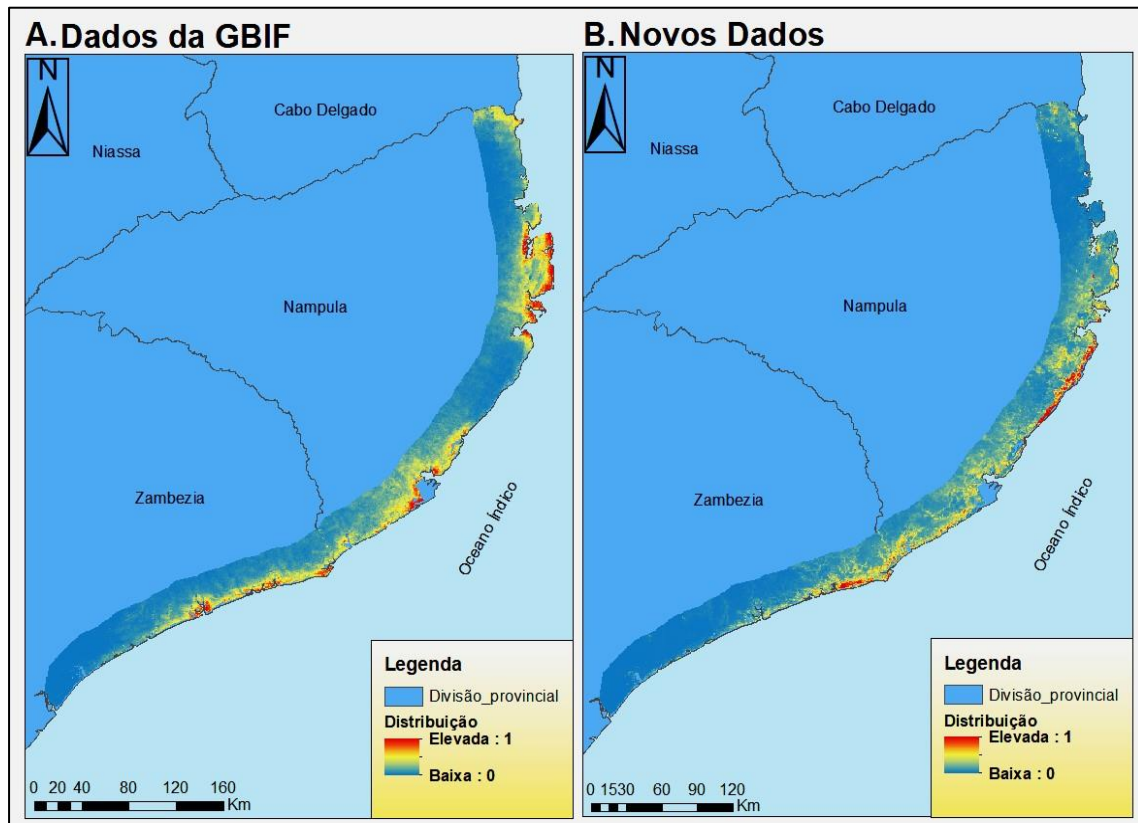
Os modelos mostraram um excelente desempenho. O valor da área abaixo da curva (Area Under the Curve (AUC)) da curva ROC foi de 0,959 para o modelo gerado com dados provenientes da GBIF (**Figura 6A**), e 0,951 para o modelo gerado com os novos dados adquiridos em campo (**Figura 6B**).



**Figura 6:** Área sob a Curva característica do Receptor Operativo (ROC). Em primeiro lugar (A) encontra-se o gráfico resultante do o modelo gerado com dados provenientes da GBIF e em segundo (B) do modelo gerado com os novos dados.

#### 10.4 Comparação dos mapas gerados pelo MaxEnt

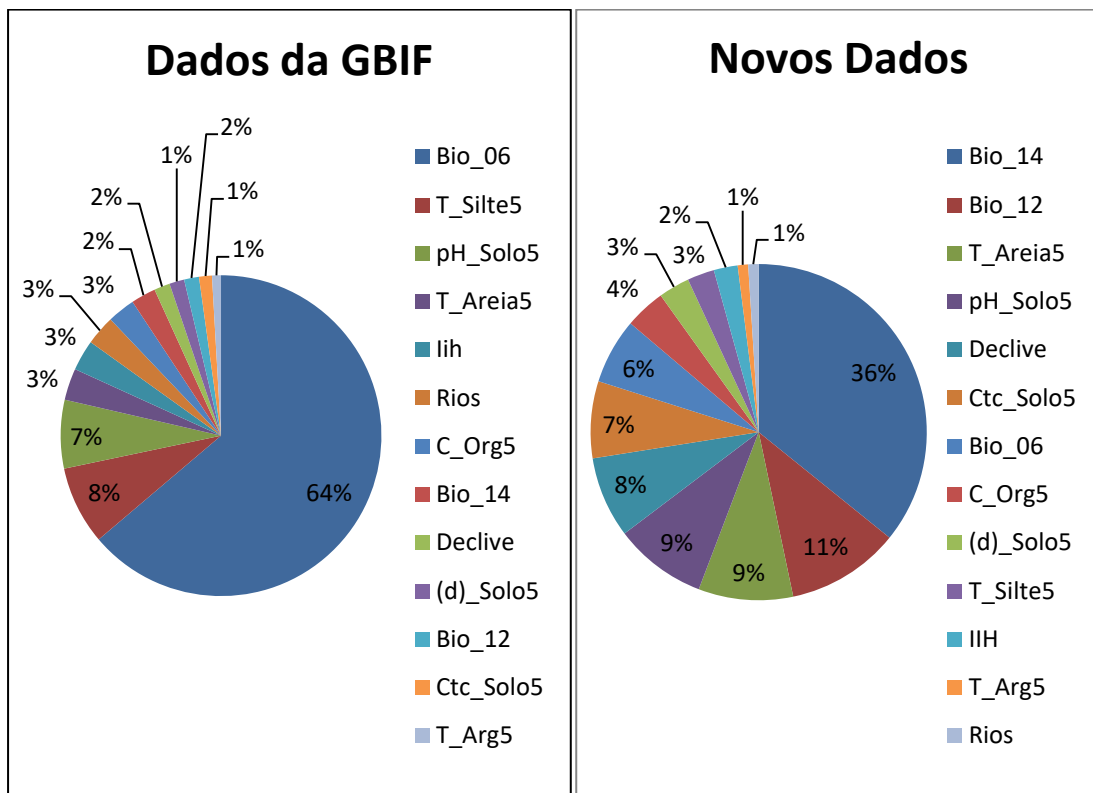
Através da comparação dos mapas produzidos pelos modelos, percebe-se que as áreas ocupadas pela espécie diferiam consoante a quantidade de registros de ocorrências. No geral, pode-se verificar que no modelo com poucas ocorrências (GBIF), a área potencial ocupada pela espécie é mais alargada quando comparada com o modelo desenvolvido com dados de ocorrência de maior abrangência (Figura: 7A e 7B).



**Figura 7:** Mapas dos modelos de distribuição da espécie da *Icuria dunensis*. Sendo o primeiro mapa (A) resultante do modelo gerado com dados provenientes da GBIF e o segundo (B) do modelo gerado com os novos dados. As cores do mapa formam um gradiente que varia a valores entre 0 e 1 (quanto mais próximo de 1, maior a probabilidade de ocorrência).

### 10.5 Importância das variáveis ambientais na distribuição da espécie

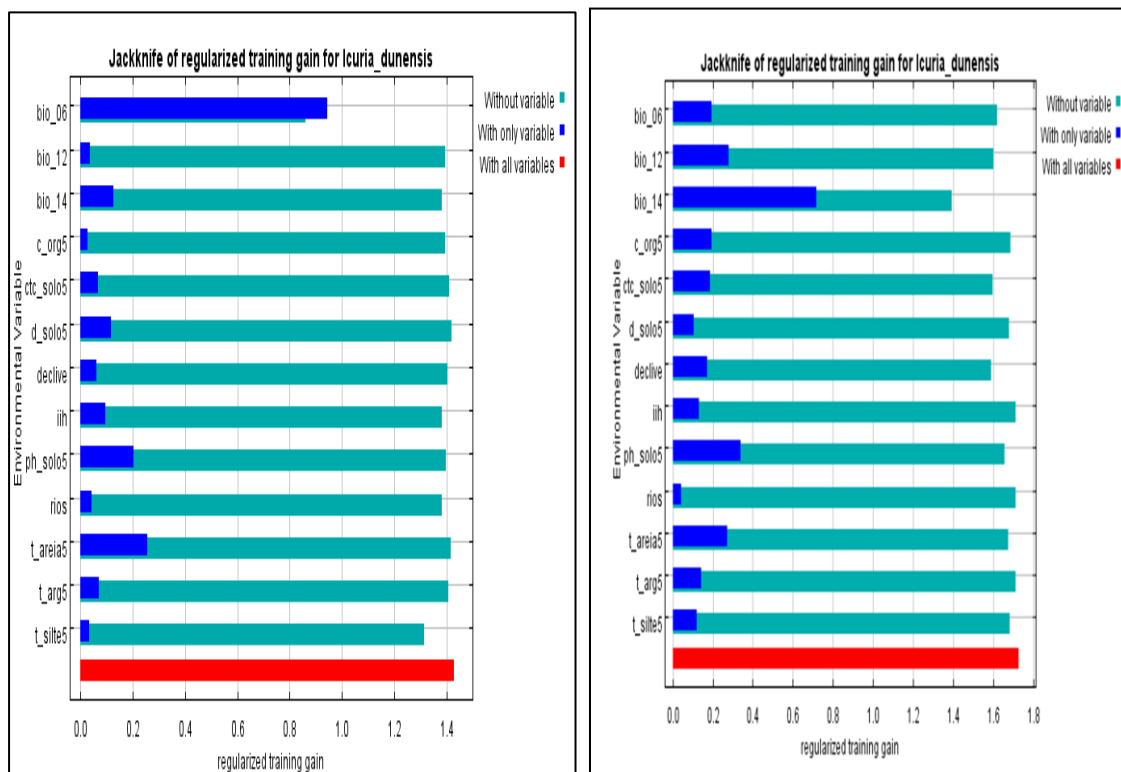
Através da análise das Figuras A e B, pode-se verificar que das treze variáveis utilizadas para construir os modelos, a variável mais importante na distribuição da espécie para o modelo da GBIF foi a temperatura mínima do mês mais frio (bio\_06), com um contributo de 63.8%. Em segundo lugar de importância, encontra-se a variável teor de silte a 5 cm de profundidade (t\_silte5), com um contributo de 7.9% e em terceiro lugar foi o potencial de hidrogenio (pH\_solo5), com um contributo de 6.9%. Enquanto o modelo desenvolvido com os novos dados, a variável mais importante na distribuição da espécie foi a Precipitação do mês mais seco (bio\_14), com um contributo de 35.8%. Em segundo lugar de importância, encontra-se a Precipitação Anual (bio\_12), com um contributo de 10.9% e em terceiro lugar a variável teor de areia a uma profundidade de 5 cm (t\_areia5), com um contributo de 9.1% (Tabelas A e B em Anexo).



**Figura 8:** Contributo relativo das variáveis ambientais na distribuição da espécie. Em primeiro lugar (A) encontra-se o gráfico resultante do modelo gerado com dados provenientes da GBIF e em segundo (B) do modelo gerado com os novos dados.

Esses resultados colaboram com os gráficos de ganho de treinamento regularizado de jackknife. No qual a eliminação das variáveis mais importantes na distribuição da espécie, cria uma variação significativa no modelo ao passo que a eliminação das variáveis menos importantes para a espécie não cria variação significativa no modelo, ou seja, os modelos têm a mesma eficiência.

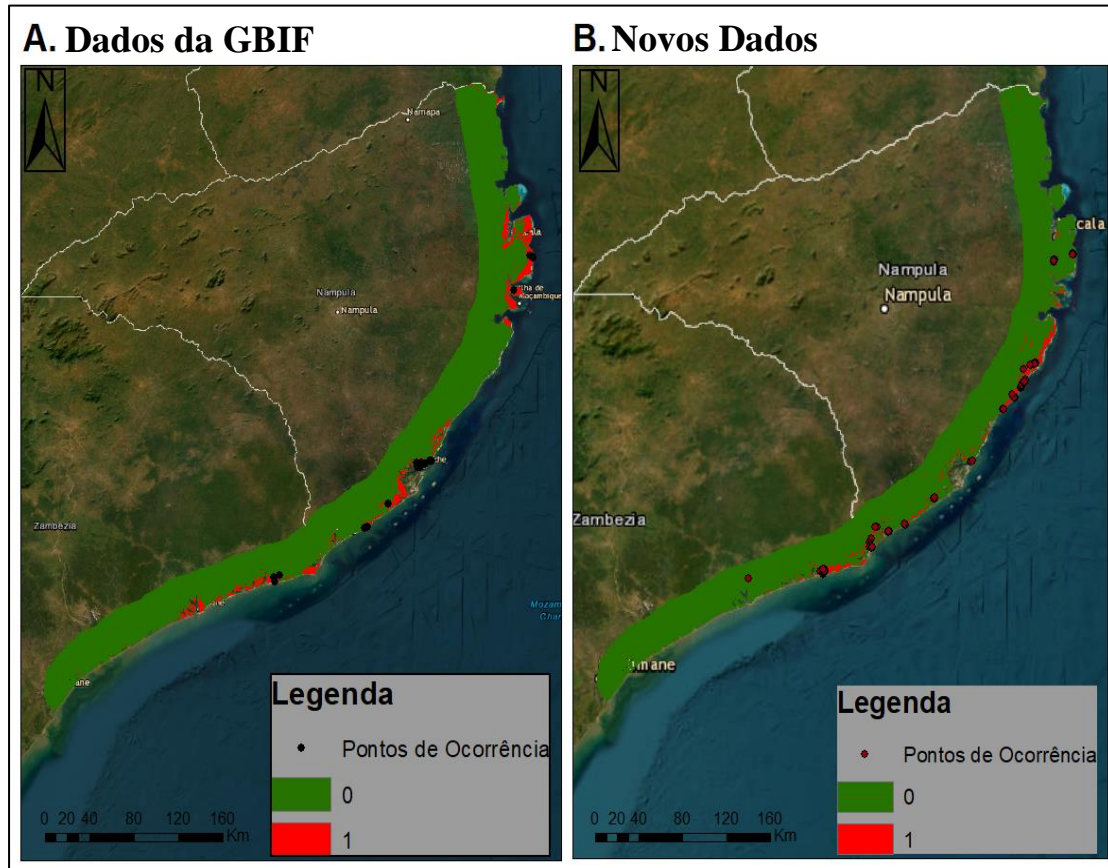
Nos gráficos abaixo, as barras azuis mostram o desempenho do modelo com única variável. As barras azuis claro mostram o desempenho do modelo com todas as variáveis excepto uma. As barras vermelhas mostram o desempenho do modelo com todas as variáveis.



**Figura 9:** Gráficos de ganho de treinamento regularizado de jackknife. Em primeiro lugar (A) encontra-se o gráfico resultante do o modelo gerado com dados provenientes da GBIF e em segundo (B) do modelo gerado com os novos dados.

### 10.6 Estimativa do Nicho Ecológico da Espécie

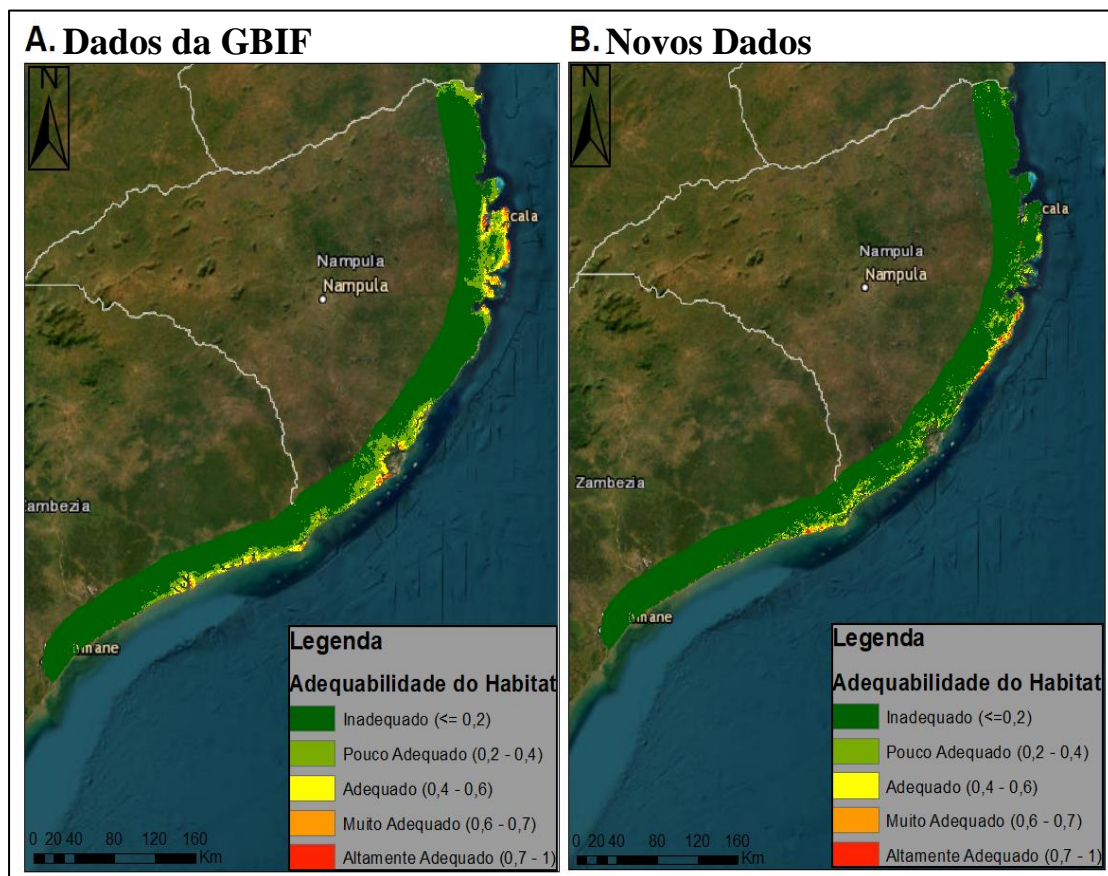
O mapa preditivo obtido na modelagem com os dados provenientes da GBIF (Letra: **A**) mostra que nicho potencial da espécie tem uma área correspondente a 1282.37 km<sup>2</sup>, enquanto que o nicho potencial da espécie estimado com os novos dados (Letra: **B**) adquiridos em campo foi de 698.07 km<sup>2</sup>. A figura abaixo ilustra um mapa binário com os pontos de distribuição da espécie, na qual o algoritmo zero (0) indica a ausência da espécie e um (1) a presença prevista da espécie.



**Figura 10:** Predição do habitat da *Icuria dunensis*: mapa binário e pontos de distribuição. Em primeiro lugar (A) encontra-se o mapa resultante do modelo gerado com dados provenientes da GBIF e em segundo (B) o mapa gerado com os novos dados.

### 10.7 Distribuição Potencial

Através da análise dos mapas de adequabilidade de habitat (**A** e **B**), podemos verificar que a espécie está restrita à costa da província de Nampula e Zambezia. Os dados provenientes da GBIF (Mapa: **A**), prevêem os seguintes locais potencialmente adequados para a espécie: Memba (localidade de Lúrio), Nacala velha desde o extremo norte até a localidade de lunga em Mossuril e entre Mongicual na localidade de Quinga até a localidade de Bajone na Maganja da Costa. No entanto, os novos dados (Mapa: **B**) adquiridos em campo, prevêem os seguintes locais: Memba (localidade de Lúrio e Chipene), Nacala Porto (Nampula) desde o extremo norte até ao extremo sul de Pebane (Zambêzia) na localidade de Quichanga como locais potencialmente adequados para a espécie. Para este caso, o modelo não discriminou a região da serra-mesa como local adequado, apesar de ter se observado pela primeira vez a ocorrência da espécie nessa localidade.



**Figura 11:** Mapas de adequabilidade de habitat da *Icuria dunensis*. Em primeiro lugar (**A**) encontra-se o mapa resultante do modelo gerado com dados provenientes da GBIF e em segundo (**B**) o mapa gerado com os novos dados.

### 10.8 Avaliação do uso de novos dados de ocorrência

Os dados diferiram significativamente da normalidade (AUC: SW-W = 0,9522;  $p = 0.0000$ ), comparamos as médias aritméticas dos conjuntos de valores da área abaixo da curva (AUC) usando o teste não paramétrico de comparação de médias de Mann-Whitney. Os resultados mostraram que existem diferenças significativas entre as médias aritméticas dos conjuntos de valores da área abaixo da curva (AUC) ( $P < 0,05$ ). O uso de novos dados de ocorrência e de maior abrangência da espécie influencia significativamente na descrição de áreas potencialmente ocupadas pela espécie.

Mann-Whitney U Test (Spreadsheet1) By variable Fonte de Dados Marked tests are significant at $p < ,05000$									
	Rank Sum - GBIF	Rank Sum - MZB	U	Z	p-value	Z - adjusted	p-value	Valid N - GBIF	Valid N - MZB
AUC	64734,50	115565,5	19584,50	-11,9708	0,00	-11,9709	0,00	300	300

Tabela 4: Test-T para duas amostras independentes

Em termos de variabilidade, o modelo desenvolvido com os dados de ocorrência proveniente da GBIF teve uma distribuição mais homogênea, com um desvio padrão de 0.013, em relação ao modelo desenvolvido com os novos dados de ocorrência da espécie que teve um desvio padrão de 0.018.

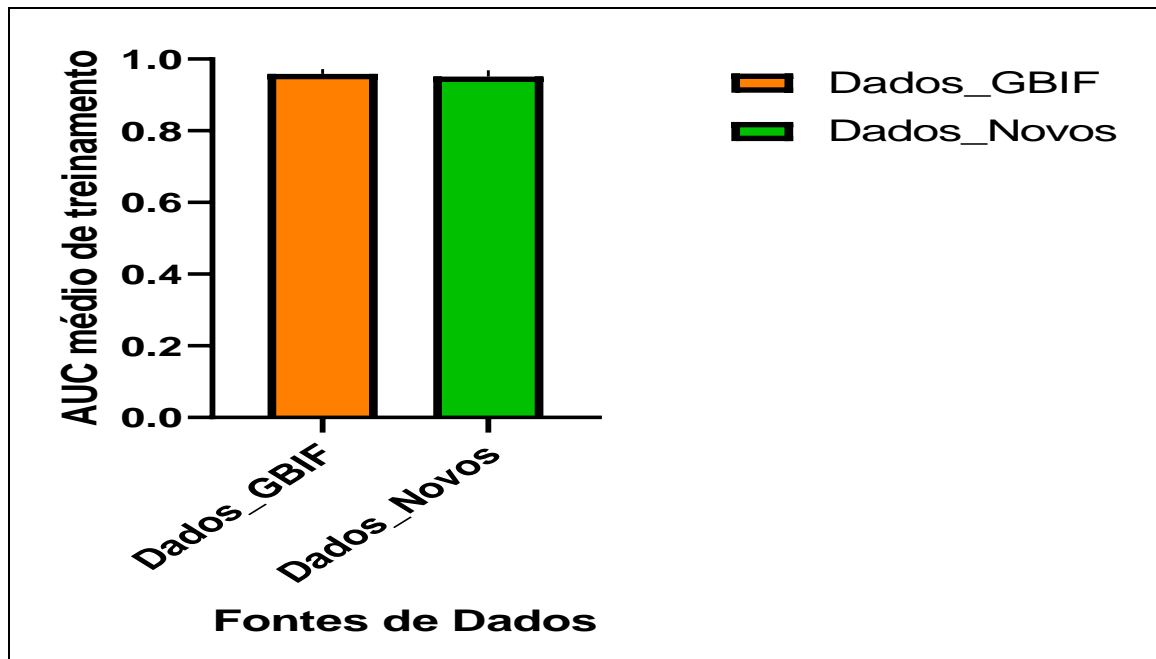


Figura 12: O gráfico ilustra as diferenças significativas entre as médias aritméticas dos conjuntos de valores da área abaixo da curva (AUC)



## 11. Discussão

### 11.1 Reavaliação do estado de conservação da *Icuria dunensis*

Darbyshire *et al.* (2019) considerou o estado de conservação da *Icuria dunensis* como em Perigo (EN) de extinção, pelo critério B2ab (i, ii, iii, iv, v). Os novos dados de ocorrência sugerem a continuidade da espécie qualificada na categoria de Perigo (EN) sob o subcritério B2 e como Vulnerável (VU) sob o subcritério B1, uma vez que os limites estabelecidos pela IUCN ( $10 \text{ km}^2 < \text{AOO} < 500 \text{ km}^2$  e  $100 \text{ km}^2 < \text{EOO} < 20,000 \text{ km}^2$ ) foram atendidos (IUCN, 2001). No entanto, houve um incremento da área de ocupação (AOO) e extensão de ocorrência (EOO), comparativamente aos valores de AOO e EOO estimados por Darbyshire *et al.* (2019) (ou seja, 68 km<sup>2</sup> e 9.354 km<sup>2</sup>, respectivamente). Isso se deve ao facto de que os novos registros de ocorrência da espécie foram maiores do que o número de registros de ocorrência da espécie armazenados no GBIF utilizada por Darbyshire *et al.* (2019) para fazer a última avaliação.

Robiansyah e Wardani (2020) reavaliaram o estado de conservação de *Cibotium arachnoideu*, uma samambaia arbórea, previamente avaliada por Praptosuwiryo (2020) com dados de herbário registrados no site do Global Biodiversity Information Facility (GBIF), usando dados de ocorrência adicionais, os resultados mostraram que a espécie possuía maior extensão de ocorrência (EOO) e área de ocupação (AOO), mais localidades e diferentes status de conservação em relação aos de Praptosuwiryo (2020). Para Taylor (2000) o incremento de dados em quantidade e qualidade em pesquisas é extremamente crucial para melhor compreender a variação do tamanho da população das espécies. Levantamentos abrangentes e acurados de ocorrência de espécies podem ser úteis para fortalecer o procedimento de avaliação da Lista Vermelha da IUCN e pode constituir um único meio de priorizar a ameaça quando poucos dados estão disponíveis (Robbirt *et al.*, 2006).

Darbyshire *et al.* (2019) afirmaram que a exploração de combustível lenhoso, madeira para construção, a mineração, a invasão de assentamento e agricultura de subsistência são as principais ameaças para espécie. Como a espécie cresce em áreas de baixa altitude, até 291 m acima do nível do mar (A. Massingue pers. Obs. 2022), que tem uma alta taxa de conversão de habitat, as observações em campo e discussões com membros da comunidade local no decorrer da expedição, apontaram essas ameaças

como as mais sérias para espécie. De acordo com o Comitê de Padrões e Petições da IUCN (2019) sempre que a colheita for identificada como uma ameaça, um local pode ser definido pelo nível de acessibilidade dos coletores que chegam às áreas de colheita.

### **11.2 Matriz de correlação**

As variáveis ambientais selecionadas para o processo de modelagem de distribuição da espécie: Temperatura Mínima do Mês Mais Frio (Bio6), Precipitação Anual (Bio12), Precipitação do mês mais seco (Bio14), Carbono Orgânico (C\_org), Capacidade de Troca de Cátions (Ctc), Densidade do Solo ( $d$ )S, Potencial de Hidrogênio (pH), Teor de Areia (Tar), Teor de Argila (Targ), Teor de Silte (Ts), Índice de Influência Humana (IIH) e Declive ( $^{\circ}$ ), apresentaram menor colinearidade ambiental. A seleção foi baseada na importância biológica para a espécie. De acordo com Dalapicolla (2016) as variáveis ambientais muitas vezes apresentam fortes correlações entre elas e desenvolver modelos usando variáveis correlacionadas pode comprometer os modelos, pois podem se comportar de forma irregular quando eles são transferidos para um cenário em que as correlações são diferentes (passado, futuro ou outra área).

Alguns pesquisadores recomendam que a escolha de variáveis ambientais seja baseada em relações conhecidas entre ambiente e fisiologia da espécie-alvo (Kearney *et al.*, 2008; Rödder *et al.*, 2009). Como esses dados são frequentemente indisponíveis. As análises multivariadas como Análise de Componentes Principais (PCA) constituem um dos métodos alternativos bastante eficiente para escolher as variáveis que mais contribuem para a distribuição das espécies e que são mais independentes (Dalapicolla, 2016). Se a correlação entre duas variáveis ambientais for abaixo de 0.7, as duas variáveis são selecionadas, por outra, se a correlação for maior que 0.7 então uma das duas variáveis deve ser descartada e a outra ser selecionada (Dalapicolla, J. 2016). Segundo Warren *et al.* (2014) a remoção das variáveis ambientais correlacionadas diminui a generalidade, criando modelos que tendem para erros de omissão em relação aos modelos construídos com um conjunto maior de variáveis.

### **11.3 Desempenho dos Modelos**

Os modelos gerados com dados provenientes da GBIF, assim como os modelos gerados com os novos dados de ocorrência adquiridos em campo mostraram um excelente desempenho, uma vez que foram capazes de prever com alta precisão ( $AUC > 0,90$ ) o atual habitat adequado da espécie. De acordo com os graus de precisão preditiva proposto por Metz (1986) os modelos com AUC de 0,50 - 0,60 (são muito pobres), 0,60 - 0,70 (pobre), 0,70 - 0,80 (razoável), 0,80 - 0,90 (bom) e 0,90 - 1,0 (excelente). Os valores de AUC variam entre 0 a 1 (Phillips *et al.*, 2006).

### **11.4 Importância das variáveis ambientais na distribuição da espécie**

A análise da contribuição das variáveis mostrou que a temperatura mínima do mês mais frio (bio\_06), teor de silte a 5 cm de profundidade (t\_silte5) e o potencial de hidrogênio (pH\_solo5) tiveram maior efeito na distribuição da espécie (com 63.8%, 7.9% e 6.9%, respectivamente de contribuição). Outras variáveis ambientais tiveram contribuição inferior a 3%, no modelo gerado com dados de ocorrências provenientes da GBIF. Esse resultado vai de acordo com os de Mucavele (2022) que aplicou modelos de distribuição de espécie para a *Icuria dunensis* usando dados de ocorrência extraídas na Global Biodiversity Information Facility (GBIF) e teve a temperatura mínima do mês mais frio (BIO6) como a variável ambiental de maior importância relativa para a espécie, com uma contribuição individual de 57.5 % (Mucavele, 2022).

Quanto à composição do solo, a fração de silte influencia no processo de retenção da água no solo, pois ela compõe a textura do solo e é responsável pela distribuição quantitativa das partículas sólidas do solo (Chutumiá 2015). Os solos da região geralmente são arenosos e têm um potencial agrícola que varia de baixo a moderada (Burgless *et al.*, 1998). De acordo com Suleiman (2012) a maioria dos solos agrícolas tem uma faixa de pH que varia de 4,0 a 9,0.

Na análise da contribuição das variáveis para o modelo desenvolvido com os novos dados a Precipitação do mês mais seco (bio\_14), a Precipitação Anual (bio\_12) e o teor de areia a uma profundidade de 5 cm (t\_areia5) tiveram maior efeito na distribuição da espécie (com 35.8%, 10.9% e 9.1%, respectivamente de contribuição). De acordo com MAE, (2007) a precipitação média anual naquela região varia de 1000 a 1400 mm/ano e é influenciada pela ocorrência de ciclones. Segundo Beltrame *et al.* (1981) citado por Benedetti *et al.* (2010) a redução do teor de água no solo aumenta a

resistência à penetração das raízes das plantas no solo. Valores de densidade ( $\delta_g$ ) do solo, com alta probabilidade de oferecer riscos de restrição ao crescimento radicular situam-se em torno de 1650 kg/m<sup>3</sup> em solos arenosos e 1450 kg/m<sup>3</sup> em solos argilosos (Reinert e Reichert, 2006).

De acordo com o princípio dos Fatores limitantes, variáveis como temperatura, água, composição do solo controlam a ecofisiologia e a distribuição das espécies vegetais (Taiz e Zeiger, 2007).

### **11.5 Distribuição Potencial**

O modelo gerado com dados de ocorrências provenientes da GBIF teve maior área de adequabilidade, cerca de 5.6% do limite total da zona mapeada costeira da província de Nampula e Zambézia (22.937 km<sup>2</sup>), podendo ocorrer em Memba, entre Nacala velha até Mossuril e entre Mongicual até Maganja da Costa. Esse resultado expande a área afirmada por Darbyshire *et al.* (2019) compreendida entre Nacala e Moebase nas Províncias de Nampula e Zambézia. A. Massingue *pes. obs.* (2017) previu locais potencialmente adequados até 215 km ao sul de Moebase e 240 km ao norte de Nacala, mas não descobriu outras populações da espécie além de seu alcance conhecido. Para Mucavele (2022) a espécie, além de ocorrer na zona costeira das províncias de Nampula e Zambézia ela tem a probabilidade de ocorrer na costa de Cabo Delgado.

Quanto ao modelo desenvolvido com os novos dados, teve a segunda maior área de adequabilidade, com cerca de 3% do limite total da zona costeira mapeada da província de Nampula e Zambézia, podendo ocorrer em Memba, e desde Nacala Porto (Nampula) até Pebane (Zambézia). Esses resultados vão de acordo com observação feita em campo pela Doutora A. Massingue (2017) que previu locais potencialmente adequados para a espécie a norte de Nacala e ao sul de Moebase.

O modelo não discriminou a região da serra-mesa como local adequado, apesar de ter se observado pela primeira vez a ocorrência da espécie nessa localidade. Essa desconformidade pode se atribuir ao erro de omissão. De acordo com Phillips (2008) o erro de omissão ocorre quando o modelo não prevê a existência de uma localidade em que a espécie-alvo verdadeiramente ocorre.

Para Elith *et al.* (2006) e Phillips *et al.* (2006) em algumas casos, um registro de presença pode não ser muito fiável, devido a pelo menos três situações: (a) a

identificação da espécie pode estar errada; (b) o georreferenciamento de alguns pontos pode estar errado; (d) a localização de um indivíduo pode estar fora do seu habitat usual.

## **12. Conclusão**

Usando de dados de ocorrência acurada e de maior abrangência para a espécie, este estudo mostrou que espécie não alterou a sua categoria de ameaça, mantendo-se em perigo (EN) sob o subcritério B2ab (i, ii, iii, iv, v), mas teve uma área de ocupação AOO e extensão de ocorrência EOO relativamente maior em comparação com os Darbyshire *et al.* (2019). Os resultados deste estudo revelaram a importância do uso dos modelos de distribuição de espécies com dados de ocorrência de maior abrangência. Baseando-se nas duas fontes de dados verificou-se, que os novos dados de ocorrência da espécie influenciaram significativamente na descrição de áreas potencialmente ocupadas pela espécie, pois se verificou, não só alterações nos padrões de distribuição, mas também alteração das áreas potencialmente ocupada pela espécie, tendo sido maior para o modelo gerado com os dados provenientes da GBIF. Por outro lado, também se verificou diferenças na contribuição das variáveis ambientais para a espécie, a variável mais importante na distribuição da espécie para o modelo da GBIF foi a temperatura mínima do mês mais frio (bio\_06), com um contributo de 63.8%. Enquanto o modelo desenvolvido com os novos dados, a variável mais importante na distribuição da espécie foi a Precipitação do mês mais seco (bio\_14), com um contributo de 35.8%.

Este estudo confirmou que o uso de dados de ocorrência acurada e de maior abrangência constitui uma abordagem efectiva para aumentar a precisão da avaliação de risco de extinção da espécie sob os critérios da Lista Vermelha da IUCN, mas também para monitorar mudanças da qualidade de habitat da espécie.

### **13. Recomendação**

Para os futuros estudos relacionados à avaliação da categoria de ameaça e distribuição potencial da "*Icuria dunensis*" recomenda-se:

- Que se façam mais estudos relacionados com distribuição potencial da espécie abrangendo toda costa da província de Cabo Delgado, utilizando o conjunto de dados de ocorrência da espécie.
- Que seja feito levantamentos recorrentes da distribuição da espécie, por forma a actualizar a informação científica na IUCN e monitorar variação da qualidade de habitat.
- Que se faça um Mapeamento da floresta através de uma análise temporal, usando dados de imagem satélite, para se detectar mudanças ao longo do tempo naquela área.

Para os tomadores de decisão recomenda-se:

- Que se actualize a informação científica relativa à espécie, na lista vermelha da IUCN;
- Que se declare as áreas previstas pelos modelos como potenciais para a espécie como "Áreas Importantes de Plantas – IPAs" e como "Áreas-chave para a Biodiversidade (KBAs)", visto que a espécie é representante do único género endémico do país e está em Perigo (EN) de extinção;
- Que os resultados dessa pesquisa sejam aplicados em estudos de impacto ambientais de projectos de desenvolvimento, sobretudo de indústria mineira que predomina naquela parcela do país e tem vindo a crescer dia após dia, de modo a apoiar as iniciativas de contrabalanço de biodiversidade.

#### **14. Referências Bibliográficas**

- Acosta, A., M. L. Carranza e C. F. Izzi (2009). Are there habitats that contribute best to plant species diversity in coastal dunes? *Biodiversity and Conservation*, 18: 1087-1098.
- Anderson, R. P., M. B. Araújo, A. Guisan, J. M. Lobo, E. Martínez-Meyer, A. T. Peterson e J. Soberón (2016). *Are species occurrence data in global online repositories fit for modeling species distributions? The case of the Global Biodiversity Information Facility (GBIF). Final Report of the Task Group on GBIF Data Fitness for Use in Distribution Modelling*. Global Biodiversity Information Facility (GBIF).
- Barvea N., V. Barvea, A. J. Valverde, A. L. Noriega, S. P. Mahera, A. T. Peterson, J. Soberón e V. Fabrício (2011). The crucial role of the accessible area in ecological niche modeling and species distribution modeling. *Ecological modelling*, 222(11): 1810-1819.
- Benedetti, M., I. Duarte, H. M. Júnior e E. Borges (2010). Resistência do solo à penetração em um Latossolo Vermelho distrófico típico sob diferentes usos. *Enciclopédia biosfera*, 6(11).
- Bila, N.F., R. Luis, T.A.P. Gonçalves, G.I.B. de Muñiz e S. Nisgoski (2018). Wood anatomy of five species from Mozambique and its potential application. *Bosque* 39: 169-175.
- Bonaccorso, E., I. Koch e A. T. Peterson (2006). Pleistocene fragmentation of Amazon species' ranges. *Diversity and distributions*, 12(2): 157-164.
- Braz, A. M., I. J. D. Oliveira, L. C. D. S. Cavalcanti, A. C. D. Almeida e E. S. Chávez (2020). Análise de agrupamento (cluster) para tipologia de paisagens. *Mercator (Fortaleza)*, 19: e19011.
- Burgess, N. D., G. P. Clarke, W. A. Rodgers (1998) Coastal forests of eastern Africa: status, endemism patterns and their potential causes. *Biological Journal of the Linnean Society*, 64 (3): 337–367.
- Burgman, M. A., D. A. Keith e T. V. Walshe (1999). Uncertainty in comparative risk analysis for threatened Australian plant species. *Risk analysis*, 19(4): 585-598.
- Burrows J., S. Burrows, M. Lotter e E. Schmidt (2018) *Trees and Shrubs Mozambique*. Pp 258. Print Matters. Cape Town



- Chutumi á C. B. (2015). Caracterização do solo do declive do campo experimental da ESUDER–Pambarra 1. Tese de Licenciatura. 7pp. Vilankulo, Universidade Eduardo Mondlane.
- Cianciullo S., F. Attorre, F. R. Trezza, M. Rezende, C. Ntumi, J. Campira, E. T. Munjovo, R. D. Timane, T. Riccardi e L. Malatesta (2023). Analysis of land cover dynamics in Mozambique (2001–2016). *Rendiconti Lincei. Scienze Fisiche e Naturali*, 34(1): 81-92.
- Dalapiccola, J. (2016). Tutorial de modelos de distribuição de espécie: guia teórico. Laboratório de Mastozoologia e Biogeografia. Universidade Federal do Espírito Santo [<http://blog.ufes.br/lamab/tutoriais>] (novembro, 2015). Consultado a 12 de Agosto de 2023.
- Darbyshire, I., A. O. Massingue, J. Osborne, C. De Sousa, H. A. Matimele, M. T. Alves, J. E. Burrows, I. Chelene, C. Datizua, V. Fijamo, C. Langa, J. Massunde, P. A. Mucaleque, S. Rokni e P. Siteo (2019). *Icuria dunensis*. *The IUCN Red List of Threatened Species*. [<https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.20192.RLTS.T136532836A136538183.en>] (January, 2023). Accessed on 02 July 2023.
- Dlate, J. A. (2008) *Avaliação do modelo Diversidade – Estabilidade nas florestas costeiras do Sul de Moçambique*. Tese de Licenciatura. 3pp. Maputo. Universidade Eduardo Mondlane.
- Elith, J., C. H. Graham, R. P. Anderson, M. Dudík, S. Ferrier, A. Guisan, R. J. Hijmans, F. Huettmann, J. R. Leathwick, A. Lehmann, J. Li, L. G. Lohmann, B. A. Loiselle, G. Manion, C. Moritz, M. Nakamura, Y. Nakazawa, J. M. Overton, A. T. Peterson, S. J. Phillips, K. S. Richardson, R. ScachettiPereira, R. E. Schapire, J. Soberon, S. Williams, M. S. Wisz e N. E. Zimmermann (2006). Novel methods improve prediction of species' distributions from occurrence data. *Ecography*, 29(2): 129-151.
- Elith J., M. Kearney e S. Phillips (2010) The art of modelling range-shifting species. *Methods Ecol Evol* 1:330–342.

- Fahrig, L. (2013). Rethinking patch size and isolation effects: the habitat amount hypothesis. *Journal of Biogeography*, 40(9): 1649-1663.
- Fensham, R. J., J. Halford, C. Hansen, B. Laffineur e B. Williams (2019). Threatened species in a threatened ecosystem: the conservation status of four *Solanum* species in the face of ongoing habitat loss. *Oryx*, 53(3): 439-449.
- Fey, P., Y. Letourneur e S. Bonnabel (2021). The  $\alpha$ -minimum convex polygon as a relevant tool for isotopic niche statistics. *Ecological Indicators*, 130, 108048.
- Fitter, R. e M. Fitter (Eds.). (1987). *The road to extinction: problems of categorizing the status of taxa threatened with extinction: proceedings of a symposium held by the Species Survival Commission*. pp3, Madrid. The Gresham Press
- Garavito, T. N., A. C. Newton, D., Golicher e S. Oldfield (2015). The relative impact of climate change on the extinction risk of tree species in the montane tropical Andes. *PloS one*, 10(7): e0131388.
- GBIF.org. (2012) *Download de ocorrência do GBIF* [<https://doi.org/10.15468/dl.example-donotcite>] (Agosto, 2022). Consultado: 20 de Abril de 2023.
- Graham, C. H., S. R. Ron, J. C. Santos, C. J. Schneider e C. Moritz (2004). Integrating phylogenetics and environmental niche models to explore speciation mechanisms in dendrobatid frogs. *Evolution*, 58(8): 1781-1793.
- Guisan, A., e W. Thuiller (2005). Predicting species distribution: offering more than simple habitat models. *Ecology letters*, 8(9): 993-1009.
- Guisan, A. e N. E. Zimmermann (2000). Predictive habitat distribution models in ecology. *Ecological modelling*, 135(2-3): 147-186.
- Habel, J. C., I. C. C. Casanova, C. Zamora, M. Teucher, B. Hornetz, H. Shauri, K.M Ronald e L. Lens (2017). East African coastal forest under pressure. *Biodiversity and Conservation*, 26: 2751-2758.
- Heinrichs, R. (2010). Solos. Universidade Estadual Paulista. São Paulo.
- Hill, J. L. e P. J. Curran (2003). Area, shape and isolation of tropical forest fragments: effects on tree species diversity and implications for conservation. *Journal of biogeography*, 30(9): 1391-1403.

- Hutchinson, G. E. (1957). Concluding remarks. Cold Spring Harbor Symposia on Quantitative Biology. 22: 415-427.
- Instituto Nacional de Estatística (2017). Iv Recenseamento Geral da População e Habitação 2017 [www.ine.gov.mz] (Agosto, 2017). Consultado a 12 de Março de 2023;
- IUCN (2001a). IUCN Red List Categories and Criteria: Version 3.1. Gland Switzerland and Cambridge, United Kingdom: IUCN Species Survival Commission.
- IUCN (2001b). IUCN Red List Categories and Criteria: Version 3.1. IUCN Species Survival Commission. 30pp, IUCN, Gland, Switzerland and Cambridge, UK.
- IUCN Standards and Petitions Subcommittee (2017). Guidelines for Using the IUCN Red List Categories and Criteria. Version 13. Prepared by the Standards and Petitions Subcommittee. Downloadable from: [<http://www.iucnredlist.org/documents/RedListGuidelines.pdf>].
- IUCN (2019). The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2019-2. Available at: [[www.iucnredlist.org](http://www.iucnredlist.org)]. Accessed on 04 June 2023.
- IUCN Standards and Petitions Committee (2022). Guidelines for Using the IUCN Red List Categories and Criteria. version 15.1. Prepared by the Standards and Petitions Committee. [<https://www.iucnredlist.org/documents/RedListGuidelines.pdf>] (January, 2022). Accessed on 07 June 2023.
- Izidine, S. e S. Bandeira (2002). Mozambique. In: J.S. Golding (ed.), Southern African Plant Red Data Lists, pp. 43-60. Southern African Botanical Diversity Network Report No. 14. Sabonet, Pretoria.
- Kazmier L.J. (1982) Estatística Aplicada à Economia e Administração. 13pp, Arizona State University.
- Kearney, M., B. L. Phillips, C. R. Tracy, K. A. Christian, G. Betts e W. P. Porter (2008). Modelling species distributions without using species distributions: the cane toad in Australia under current and future climates. *Ecography*, 31(4), 423-434.

- Keith, D. A., H. R. Akçakaya e N. J. Murray (2018). Scaling range sizes to threats for robust predictions of risks to biodiversity. *Conservation Biology*, 32(2): 322-332.
- Kent, P. E. (1972). Mesozoic history of the east coast of Africa. *Nature*, 238(5360): 147-148.
- King, L. (1978). The geomorphology of central and southern Africa. In *Biogeography and ecology of Southern Africa*. pp. 1-17, Springer Netherlands.
- Laurance, W. F. (2010). Habitat Destruction: death by a thousand cuts. In: Navjot, S. S. e P. R. Ehrlich (editors). *Conservation biology for all*. Volume 1, 73pp. New York, Oxford University Press Inc.
- Laurance, W. F., T. E. Lovejoy, H. L. Vasconcelos, E. M. Bruna, R. K. Didham, P. C. Stouffer, C. Gascon, R. O. Bierregaard, S.G. Laurance e E. Sampaio (2002). Ecosystem decay of Amazonian forest fragments: a 22-year investigation. *Conservation biology*, 16(3): 605-618.
- Lee, C. K., D. A. Keith, E. Nicholson e N. J. Murray (2019). Red list: tools for the IUCN Red Lists of ecosystems and threatened species in R. *Ecography*, 42(5): 1050-1055.
- Lindenmayer, D. B., e J. Fischer (2013). *Habitat fragmentation and landscape change: an ecological and conservation synthesis*. Island Press.
- Lock, J.M. (2007). Icuria. In: J.R. Timberlake, G.V. Pope, R.M. Polhill, and E.S. Martins (editors), *Flora Zambesiaca* 3(2): 112-114. Royal Botanic Gardens, Kew, London.
- Lötter, M., J. Burrows, W. McClelland, M. Stalmans, E. Schmidt, M. Soares, H. Grantham, K. Jones, E. Duarte, H. Matimele e H.M. Costa (2021). Historical vegetation map and red list of ecosystems assessment for Mozambique. 371pp. Version 1.0 – Final report. USAID / SPEED+. Maputo.
- Louro, C. M. M. (2005). *Perfis Ecológicos de Espécies e Ecossistemas Costeiros de Moçambique: Dunas Costeiras*. Relatório de Investigação N°3. CTV Maputo.

- Mace, G. M., e R. Lande (1991). Assessing extinction threats: toward a reevaluation of IUCN threatened species categories. *Conservation biology*, 5(2): 148-157.
- Mace, G. M., N. J. Collar, K. J. Gaston, C. Hilton-Taylor, H. R. Akçakaya, N. Leader-Williams, E. J. M. Gulland e S. N. Stuart (2008). Quantification of extinction risk: IUCN's system for classifying threatened species. *Conservation biology*, 22(6): 1424-1442.
- Maldonado, C., C.I Molina, A. Zizka, C. Persson, C.M Taylor, J. Albán, E. Chilquillo, N. Rønsted e A. Antonelli (2015). Estimating species diversity and distribution in the era of Big Data: to what extent can we trust public databases? *Global Ecology and Biogeography*, 24(8): 973-984.
- Manel, S., H. C. Williams e S. J. Ormerod (2001). Evaluating presence-absence models in ecology: the need to account for prevalence. *Journal of applied Ecology*, 38(5), 921-931.
- Mark, J. (2018). *Applications of the IUCN Red List in evaluating global extinction risk of timber tree species*. Doctoral dissertation. pp24. Bournemouth, Bournemouth University.
- Marzialetti, F., Di Febraro, M., Malavasi, M., Giulio, S., A. T. R. Acosta e M. L. Carranza (2020). Mapping coastal dune landscape through spectral Rao's Q temporal diversity. *Remote Sensing*, 12(14): 2315.
- Massingue, A., C. Datizua e C. Afonso (em preparação) *Population Ecology Assessment Of Two Coastal Endemic Plants: The Critically Endangered Warneckea Sessilicarpa And Endangered Icuria Dunensis In Northern Mozambique*. 6pp. Preliminary Fieldwork Report
- Milne, G. (1947). A soil reconnaissance journey through parts of Tanganyika Territory December 1935 to February 1936. *Journal of Ecology*, 35(1/2): 192-265.
- Ministério da Administração Estatal (MAE) (2005). Perfil do Distrito de Moma. 2pp. Nampula.
- Ministério de Terra, Ambiente e Desenvolvimento Rural (2022) *Fundo de desenvolvimento sustentável para as zonas costeiras* [<http://www.zonascosteiras.gov.mz>]. Consultado 22 de Março de 2023.

- Monteiro, M. J. A. F. P. (2014) Mapeamento e modelação da diversidade avifaunística em Angola. 49 pp. Dissertação para a obtenção do Grau de Mestre em Mestrado em Gestão e Conservação de Recursos Naturais. Universidade de Lisboa. Portugal
- Mucavele, A. R. (2022) *Modelagem da distribuição potencial de uma espécie endémica em Moçambique caso de Icuria dunensis*. Tese de licenciatura. Pp 14. Gaza, Instituto Superior Politécnico de Gaza.
- Neuhaus, F. (2011). *Studies in Temporal Urbanism: The UrbanTick Experiment*. 17pp, Springer Science e Business Media.
- Nóbrega, C. C. e J. P. De Marco (2011). Unprotecting the rare species: a niche-based gap analysis for odonates in a core Cerrado area. *Diversity and Distributions*, 17(3): 491-505.
- Odorico, D., E. Nicosia, C. Datizua, C. Langa, R. Raiva, S. A. Banze, B. Caetano, V. Nhauando, H. Ragú, M. Machunguene, J. Caminho, L. Mutemba, E. Matusse, J. Osborne, B. Wursten, J. Burrows, S. Cianciullo, L. Malatesta e F. Attorre (2022). An updated checklist of Mozambique's vascular plants. *PhytoKeys*, 189: 61.
- Palacio, R. D., P. J. Negret, J. Velásquez-Tibatá e A. P. Jacobson (2021). A data-driven geospatial workflow to map species distributions for conservation assessments. *Diversity and Distributions*, 27(12): 2559-2570.
- Peterson, A. T. (2003). Predicting the geography of species' invasions via ecological niche modeling. *The quarterly review of biology*, 78(4): 419-433.
- Peterson, C., W. Ruch, U. Beermann, N. Park e M. E. Seligman (2007). Strengths of character, orientations to happiness, and life satisfaction. *The journal of positive psychology*, 2(3): 149-156.
- Phillips, S. J., R. P. Anderson e R. E. Schapire (2006). Maximum entropy modeling of species geographic distributions. *Ecological modelling*, 190(3-4): 231-259.
- Pimm, S.L e P. Raven (2000). *Biodiversity: Extinction by numbers*. *Nature*. *Nature*, 403 (6772): 843-845.
- Pimm, S. L. (2021). What we need to know to prevent a mass extinction of plant species. *Plants, People, Planet*, 3(1): 7-15.

- Praptosuwiryo, T. N. (2020). Assessing the conservation status of tree fern *Cibotium arachnoideum* (C. Chr.) Holttum. *Biodiversitas Journal of Biological Diversity*, 21(4).
- Robiansyah, I., e W. Wardani (2020). Increasing accuracy: The advantage of using open access species occurrence database in the Red List assessment. *Biodiversitas Journal of Biological Diversity*, 21(8).
- Record, S., M. C. Fitzpatrick, A. O. Finley, S. Veloz e A. M. Ellison (2013). Should species distribution models account for spatial autocorrelation? A test of model projections across eight millennia of climate change. *Global Ecology and Biogeography*, 22(6): 760-771.
- Rödder, D., S. Schmidlein, M. Veith e S. Lötters (2009). Alien invasive slider turtle in unpredicted habitat: a matter of niche shift or of predictors studied? *PLoS one*, 4(11): e7843.
- Reddy, M., H. Begum, N. Sunil, S. Pandravada e N. Sivaraj (2015). Assessing climate suitability for sustainable vegetable roselle (*Hibiscus sabdariffa* var. *sabdariffa* L.) cultivation in India using MaxEnt model. *Agricultural and Biological Sciences Journal*, 1(2): 62-70.
- Reinert, D. J., e J. M. Reichert (2006). Propriedades físicas do solo. *Universidade Federal de Santa Maria*.
- Saket, M. (1994). The exploratory national forest inventory. *National Directorate of Forestry and Wildlife*. Maputo. 77p.
- Sekercioglu C. H., P. R. Ehrlich, G. C. Daily, D. Aygen, D. Goehring e R. Sandi (2002). Disappearance of insectivorous birds from tropical forest fragments. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 99: 263–267.
- Soberon, J. e A. T. Peterson (2005). Interpretation of models of fundamental ecological niches and species' distributional areas.
- Suleiman, K. (2012). Análise química de solos. Embrapa. São Paulo.
- Taiz, L., e E. Zeiger (2007). *Fisiologia vegetal* (Vol. 10). Universitat Jaume I.
- Taylor, H. C. e D. Brackett (2000). 2000 IUCN red list of threatened species.

- Warren, D. L., A. N. Wright, S. N. Seifert e H. B. Shaffer (2014). Incorporating model complexity and spatial sampling bias into ecological niche models of climate change risks faced by 90 California vertebrate species of concern. *Diversity and distributions*, 20(3), 334-343.
- Webber, B. L., J. Y. Colin, C. L. M. David, K. S. John, J. K. Darren, O. Noboru, M. Asha, J. L. R. Johannes e G. F. Midgley (2011). Modelling horses for novel climate courses: insights from projecting potential distributions of native and alien Australian acacias with correlative and mechanistic models. *Diversity and Distributions*, 17(5): 978-1000.
- Werneck F. P., C. Nogueira, G. R. Colli, J. W. Sites e G. C. Costa (2012). Climatic stability in the Brazilian Cerrado: implications for biogeographical connections of South American savannas, species richness and conservation in a biodiversity hotspot. *Journal of Biogeography*, 39(9): 1695-1706.
- Wieringa, J.J. (1999). *Monopetalanthus* exit. : A systematic study of *Aphanocalyx*, *Bikinia*, *Icuria*, *Michelsonia* and *Tetraberlinia* (Leguminosae, Caesalpinioideae). Wageningen University.
- WWF (2002). *A ecoregio da Africa Oriental. Uma abordagem em larga escala à gestão da Biodiversidade*. 35pp;
- Yang, X. Q., S. P. S. Kushwaha, S. Saran, J. Xu e P. S. Roy (2013). Maxent modeling for predicting the potential distribution of medicinal plant, *Justicia adhatoda* L. in Lesser Himalayan foothills. *Ecological engineering*, 51: 83-87.
- Yesson, C., P. W. Brewer, T. Sutton, N. Caithness, J. S. Pahwa, M. Burgess, W. A. Gray, R. J. White, A. C. Jones, F. A. Bisby e A. Culham (2007). How global is the global biodiversity information facility? *PloS one*, 2(11): e1124.
- Young, N., L. Carter e P. Evangelista (2011). *A MaxEnt model v3. 3.3 e tutorial (ArcGIS v10)*. *Natural Resource Ecology Laboratory, Colorado State University and the National Institute of Invasive Species Science*.
- Zhang, L., S. Liu, P. Sun, T. Wang, G. Wang, X. Zhang e L. Wang (2015). Consensus forecasting of species distributions: The effects of niche model performance and niche properties. *PloS one*, 10(3): e0120056.



- Zizka, A., D. Silvestro, T. Andermann, J. Azevedo, C.D Ritter, D. Edler, H. Farooq, A. Herdean, M. Ariza, R. Scharn, S. Svantesson, N. Wengstrom, V. Zizka e A. Antonelli (2019). Coordinate Cleaner: Standardized cleaning of occurrence records from biological collection databases. *Methods in Ecology and Evolution*, 10(5): 744-751.
- Zizka, A., C.F Antunes, A. Calvente, B.L.M Rocio, A. Cabral, J.F.R Coelho, S.M Colli, M.R Fantinati, M.F Fernandes, A.T Ferreira, L.M.F Gondim, N.M.C Santos, T.A.B Santos, C.R.C Dos Santos, F.C Serrado, S.A.P Alves, S.A De Souza, S.P.G Cavalcante, T.E Calisto, V.F Vale, T.L Vieira e A. Antonelli (2020). No one-size-fits-all solution to clean GBIF. e9916, *PeerJ*, 8.

## 15. Anexos

**Tabela: A**

Variável	Contribuição das var. para o modelo (%)	Importância para permutação (%)
Bio_06	63.8	65.6
T_silte5	7.9	6.1
pH_solo5	6.9	0.6
T_areia5	3.2	1.4
Iih	3.1	1.1
Rios	3.0	3.3
C_org5	2.8	2.0
Bio_14	2.5	10.2
Declive	1.6	2.4
(d)_solo5	1.5	0.4
Bio_12	1.5	4.8
Ctc_solo5	1.3	1.1
T_arg5	0.9	1.2

**Tabela: B**

Variável	Contribuição das var. para o modelo (%)	Importância para permutação (%)
Bio_14	35.8	35.8
Bio_12	10.9	18.8
T_areia5	9.1	7.8
pH_solo5	8.9	4.1
Declive	7.8	3.3
Ctc_solo5	7.4	4.4
Bio_06	6.3	15
C_org5	3.9	2.3
(d)_solo5	3	3.1
T_silte5	2.6	3.3
IIH	2.3	0.5
T_arg5	1	0.5
Rios	1	1.1

**Tabela C:** Número total de ocorrências da espécie, extraídas do GBIF.

Id	Name	Longitude	Latitude	Prov	Date	Key
1	Icuria dunensis Wieringa	40.809722	-14.704722	gbif	27/10/2017	2,24E+09
2	Icuria dunensis Wieringa	40.81	-14.703611	gbif	19/03/2009	2,24E+09
3	Icuria dunensis Wieringa	40.810001	-14.7	gbif	19/03/2009	3,82E+09
4	Icuria dunensis Wieringa	40.809722	-14.703056	gbif	22/12/2006	2,24E+09
5	Icuria dunensis Wieringa	40.8097	-14.703	gbif	22/12/2006	2,47E+09
6	Icuria dunensis Wieringa	39.476704	-16.677872	gbif	17/09/1998	2,24E+09
7	Icuria dunensis Wieringa	39.666667	-16.5	gbif	16/09/1998	2,24E+09
8	Icuria dunensis Wieringa	39.666667	-16.5	gbif	15/09/1998	2,24E+09
9	Icuria dunensis Wieringa	39.5	-16.666667	gbif	17/09/1998	2,52E+09
10	Icuria dunensis Wieringa	39.5	-16.666667	gbif	17/09/1998	2,52E+09
11	Icuria dunensis Wieringa	39.5	-16.666667	gbif	17/09/1998	2,52E+09
12	Icuria dunensis Wieringa	39.5	-16.666667	gbif	17/09/1998	2,52E+09
13	Icuria dunensis Wieringa	39.666667	-16.5	gbif	16/09/1998	2,52E+09
14	Icuria dunensis Wieringa	39.666667	-16.5	gbif	15/09/1998	2,52E+09
15	Icuria dunensis Wieringa	39.666667	-16.5	gbif	16/09/1998	2,52E+09
16	Icuria dunensis Wieringa	39.666667	-16.5	gbif	15/09/1998	2,52E+09
17	Icuria dunensis Wieringa	39.5	-16.666667	gbif	17/09/1998	2,52E+09
18	Icuria dunensis Wieringa	39.666667	-16.5	gbif	16/09/1998	2,52E+09
19	Icuria dunensis Wieringa	39.5	-16.666667	gbif	17/09/1998	2,52E+09
20	Icuria dunensis Wieringa	38.75	-17.033333	gbif	05/07/1997	2,24E+09
21	Icuria dunensis Wieringa	38.75	-17.033333	gbif	05/07/1997	2,24E+09
22	Icuria dunensis Wieringa	38.792048	-17.017748	gbif	01/12/1997	2,24E+09
23	Icuria dunensis Wieringa	38.75	-17.033333	gbif	05/12/1997	2,24E+09
24	Icuria dunensis Wieringa	38.75	-17.033333	gbif	05/12/1997	2,52E+09
25	Icuria dunensis Wieringa	38.75	-17.033333	gbif	05/12/1997	2,52E+09
26	Icuria dunensis Wieringa	38.751667	-17.061667	gbif	12/08/1995	2,24E+09
27	Icuria dunensis Wieringa	38.751667	-17.061667	gbif	12/08/1995	2,52E+09
28	Icuria dunensis Wieringa	40.834205	-14.715345	gbif	18/02/1984	2,24E+09
29	Icuria dunensis Wieringa	40.683333	-14.95	gbif	18/02/1984	2,52E+09
30	Icuria dunensis Wieringa	40.005656	-16.189929	gbif	25/01/1968	8,66E+08
31	Icuria dunensis Wieringa	40.005656	-16.189929	gbif	25/01/1968	8,66E+08
32	Icuria dunensis Wieringa	39.933915	-16.200034	gbif	25/01/1968	2,24E+09
33	Icuria dunensis Wieringa	39.96772	-16.210536	gbif	15/10/1965	8,66E+08
34	Icuria dunensis Wieringa	39.90837	-16.232457	gbif	17/10/1965	8,66E+08
35	Icuria dunensis Wieringa	39.90837	-16.232457	gbif	17/10/1965	8,66E+08
36	Icuria dunensis Wieringa	39.96772	-16.210536	gbif	15/10/1965	8,66E+08
37	Icuria dunensis Wieringa	39.96772	-16.210536	gbif	15/10/1965	8,66E+08
38	Icuria dunensis Wieringa	39.931543	-16.231236	gbif	15/10/1965	2,24E+09
39	Icuria dunensis Wieringa	40.021389	-16.186667	gbif	17/10/1965	2,24E+09
40	Icuria dunensis Wieringa	39.9	-16.233333	gbif	17/10/1965	2,52E+09
41	Icuria dunensis Wieringa	39.9	-16.2	gbif	15/10/1965	2,52E+09
42	Icuria dunensis Wieringa	39.9	-16.2	gbif	15/10/1965	2,52E+09
43	Icuria dunensis Wieringa	40	-16.25	gbif	15/10/1965	2,6E+09
44	Icuria dunensis Wieringa	40	-16.25	gbif	15/10/1965	2,6E+09

**Tabela D:** Número total de registros de ocorrências da espécie, colectadas em campo

Id	Name	Lat	Long	altitude	Time
1	Icuria dunensis Wieringa	-15,549395	40,402165	74,375366	2022-04-01T05:38:27Z
2	Icuria dunensis Wieringa	-15,667158	40,387969	32,409832	2022-04-01T07:32:10Z
3	Icuria dunensis Wieringa	-15,667432	40,388848	23,073555	2022-04-01T07:36:04Z
4	Icuria dunensis Wieringa	-15,668465	40,390938	24,261383	2022-04-01T07:43:14Z
5	Icuria dunensis Wieringa	-15,669926	40,393026	42,245258	2022-04-01T08:18:40Z
6	Icuria dunensis Wieringa	-15,670152	40,393198	38,191971	2022-04-01T08:20:01Z
7	Icuria dunensis Wieringa	-15,689606	40,383719	21,887455	2022-04-01T09:40:23Z
8	Icuria dunensis Wieringa	-15,689377	40,383046	19,257618	2022-04-01T09:45:03Z
9	Icuria dunensis Wieringa	-15,689391	40,382713	28,049347	2022-04-01T09:50:50Z
10	Icuria dunensis Wieringa	-15,689088	40,382336	38,669521	2022-04-01T10:02:25Z
11	Icuria dunensis Wieringa	-15,687911	40,382495	36,287937	2022-04-01T10:43:24Z
12	Icuria dunensis Wieringa	-15,687417	40,383197	39,030235	2022-04-01T10:50:06Z
13	Icuria dunensis Wieringa	-15,685729	40,383562	35,553543	2022-04-01T11:03:56Z
14	Icuria dunensis Wieringa	-15,683799	40,384222	25,71435	2022-04-01T11:23:23Z
15	Icuria dunensis Wieringa	-15,68337	40,38434	24,726274	2022-04-01T11:45:05Z
16	Icuria dunensis Wieringa	-15,681816	40,385119	29,450888	2022-04-01T12:06:23Z
17	Icuria dunensis Wieringa	-15,681599	40,385296	30,140865	2022-04-01T12:07:40Z
18	Icuria dunensis Wieringa	-15,677649	40,388572	29,844709	2022-04-01T12:27:47Z
19	Icuria dunensis Wieringa	-15,677674	40,388553	27,918371	2022-04-01T12:29:35Z
20	Icuria dunensis Wieringa	-15,671442	40,390624	15,692848	2022-04-01T13:17:59Z
21	Icuria dunensis Wieringa	-15,518073	40,456851	10,712325	2022-04-02T07:10:05Z
22	Icuria dunensis Wieringa	-15,517491	40,467727	5,174637	2022-04-02T07:12:55Z
23	Icuria dunensis Wieringa	-15,513974	40,490817	1,232678	2022-04-02T07:18:48Z
24	Icuria dunensis Wieringa	-15,504382	40,504043	9,84513	2022-04-02T07:46:41Z
25	Icuria dunensis Wieringa	-15,504133	40,503814	10,1873	2022-04-02T07:56:08Z
26	Icuria dunensis Wieringa	-15,503811	40,50329	16,639706	2022-04-02T08:12:04Z
27	Icuria dunensis Wieringa	-15,503815	40,503321	18,056799	2022-04-02T08:20:31Z
28	Icuria dunensis Wieringa	-15,503991	40,502062	18,246553	2022-04-02T08:42:12Z
29	Icuria dunensis Wieringa	-15,502274	40,501882	18,539684	2022-04-02T08:54:31Z
30	Icuria dunensis Wieringa	-15,502439	40,501399	14,075938	2022-04-02T08:58:44Z
31	Icuria dunensis Wieringa	-15,502543	40,50115	14,819594	2022-04-02T09:40:22Z
32	Icuria dunensis Wieringa	-15,502129	40,499263	17,947567	2022-04-02T10:49:40Z
33	Icuria dunensis Wieringa	-15,505087	40,495457	8,845665	2022-04-02T11:30:55Z
34	Icuria dunensis Wieringa	-15,507093	40,495256	13,259003	2022-04-02T11:53:26Z
35	Icuria dunensis Wieringa	-15,508848	40,496108	14,49676	2022-04-02T12:14:12Z
36	Icuria dunensis Wieringa	-15,50992	40,496472	15,337795	2022-04-02T12:24:00Z
37	Icuria dunensis Wieringa	-15,518449	40,457434	18,011768	2022-04-02T13:35:00Z
38	Icuria dunensis Wieringa	-14,704357	40,80975	43,95599	2022-04-04T10:43:51Z
39	Icuria dunensis Wieringa	-14,704445	40,810057	49,893322	2022-04-04T11:01:57Z
40	Icuria dunensis Wieringa	-14,704497	40,810062	59,609146	2022-04-04T11:44:45Z
41	Icuria dunensis Wieringa	-14,704874	40,810518	61,150639	2022-04-04T11:59:24Z

42	Icuria dunensis Wieringa	-14,698887	40,81048	52,542126	2022-04-05T07:01:46Z
43	Icuria dunensis Wieringa	-14,698653	40,80851	58,31189	2022-04-05T07:09:31Z
44	Icuria dunensis Wieringa	-14,699463	40,815142	50,482632	2022-04-05T08:13:23Z
45	Icuria dunensis Wieringa	-14,699785	40,817429	38,51178	2022-04-05T08:25:16Z
46	Icuria dunensis Wieringa	-14,699022	40,811281	58,441795	2022-04-05T08:45:07Z
47	Icuria dunensis Wieringa	-14,701125	40,810739	59,763092	2022-04-05T09:01:13Z
48	Icuria dunensis Wieringa	-14,744494	40,657346	142,103104	2022-04-06T06:59:16Z
49	Icuria dunensis Wieringa	-14,745259	40,656331	204,00148	2022-04-06T07:14:57Z
50	Icuria dunensis Wieringa	-14,745989	40,655857	227,626373	2022-04-06T07:23:56Z
51	Icuria dunensis Wieringa	-14,746492	40,655476	236,831039	2022-04-06T07:36:19Z
52	Icuria dunensis Wieringa	-14,747071	40,654647	250,232605	2022-04-06T07:44:36Z
53	Icuria dunensis Wieringa	-14,747931	40,653142	263,602264	2022-04-06T07:58:32Z
54	Icuria dunensis Wieringa	-14,748019	40,65306	268,327362	2022-04-06T08:04:50Z
55	Icuria dunensis Wieringa	-14,748196	40,653104	273,715393	2022-04-06T08:07:34Z
56	Icuria dunensis Wieringa	-14,748302	40,653178	278,56958	2022-04-06T08:11:33Z
57	Icuria dunensis Wieringa	-14,748347	40,653204	281,383972	2022-04-06T08:13:55Z
58	Icuria dunensis Wieringa	-14,749349	40,653292	289,368713	2022-04-06T08:27:20Z
59	Icuria dunensis Wieringa	-14,749445	40,652994	291,454865	2022-04-06T08:31:34Z
60	Icuria dunensis Wieringa	-14,747957	40,65654	229,97345	2022-04-07T07:20:08Z
61	Icuria dunensis Wieringa	-14,747722	40,656067	244,190826	2022-04-07T07:29:28Z
62	Icuria dunensis Wieringa	-14,755353	40,651607	254,192719	2022-04-07T09:27:37Z
63	Icuria dunensis Wieringa	-14,755096	40,651779	251,459229	2022-04-07T09:33:13Z
64	Icuria dunensis Wieringa	-14,755348	40,652056	247,725479	2022-04-07T09:51:55Z
65	Icuria dunensis Wieringa	-14,754668	40,651731	243,268509	2022-04-07T10:15:57Z
66	Icuria dunensis Wieringa	-14,753952	40,652367	247,467407	2022-04-07T10:29:10Z
67	Icuria dunensis Wieringa	-14,749758	40,653311	274,074127	2022-04-07T11:06:42Z
68	Icuria dunensis Wieringa	-17,04279	38,72689	-10,111588	2022-03-22T04:38:50Z
69	Icuria dunensis Wieringa	-17,028319	38,762195	-7,105173	2022-03-22T06:01:20Z
70	Icuria dunensis Wieringa	-17,028424	38,761701	-3,403653	2022-03-22T06:08:27Z
71	Icuria dunensis Wieringa	-17,028501	38,761739	-1,272011	2022-03-22T06:13:28Z
72	Icuria dunensis Wieringa	-17,028524	38,76175	0,211637	2022-03-22T06:14:03Z
73	Icuria dunensis Wieringa	-17,028528	38,761738	0,713243	2022-03-22T06:15:04Z
74	Icuria dunensis Wieringa	-17,028997	38,761324	16,300089	2022-03-22T06:51:54Z
75	Icuria dunensis Wieringa	-17,030286	38,760677	20,561306	2022-03-22T07:29:18Z
76	Icuria dunensis Wieringa	-17,030221	38,760619	21,457315	2022-03-22T07:34:14Z
77	Icuria dunensis Wieringa	-17,030123	38,76055	19,843464	2022-03-22T07:40:16Z
78	Icuria dunensis Wieringa	-17,029936	38,76025	20,845503	2022-03-22T08:45:31Z
79	Icuria dunensis Wieringa	-17,03012	38,760901	23,850679	2022-03-22T09:01:03Z
80	Icuria dunensis Wieringa	-17,031411	38,761059	21,761564	2022-03-22T09:15:15Z
81	Icuria dunensis Wieringa	-17,034085	38,761258	23,948027	2022-03-22T09:27:06Z
82	Icuria dunensis Wieringa	-17,034318	38,761315	20,398636	2022-03-22T09:34:03Z
83	Icuria dunensis Wieringa	-17,035257	38,761618	19,215418	2022-03-22T09:40:43Z
84	Icuria dunensis Wieringa	-17,036856	38,761987	13,222431	2022-03-22T09:47:08Z
85	Icuria dunensis Wieringa	-17,038205	38,762021	18,72537	2022-03-22T09:50:55Z

86	Icuria dunensis Wieringa	-17,039529	38,761877	18,715469	2022-03-22T09:53:18Z
87	Icuria dunensis Wieringa	-17,039924	38,761737	18,005474	2022-03-22T09:55:23Z
88	Icuria dunensis Wieringa	-17,042066	38,76034	19,761066	2022-03-22T10:10:50Z
89	Icuria dunensis Wieringa	-17,042896	38,758562	20,737236	2022-03-22T10:19:16Z
90	Icuria dunensis Wieringa	-17,042695	38,757945	22,208397	2022-03-22T10:47:17Z
91	Icuria dunensis Wieringa	-17,042719	38,757776	22,216461	2022-03-22T10:55:57Z
92	Icuria dunensis Wieringa	-17,042778	38,758248	25,668566	2022-03-22T11:50:51Z
93	Icuria dunensis Wieringa	-17,032013	38,75922	6,378367	2022-03-23T05:11:02Z
94	Icuria dunensis Wieringa	-17,035559	38,76474	6,863793	2022-03-23T05:13:26Z
95	Icuria dunensis Wieringa	-17,040294	38,768246	5,604293	2022-03-23T05:20:48Z
96	Icuria dunensis Wieringa	-17,048824	38,769347	11,812322	2022-03-23T05:24:03Z
97	Icuria dunensis Wieringa	-17,055599	38,759049	8,249987	2022-03-23T05:28:07Z
98	Icuria dunensis Wieringa	-17,060509	38,751825	6,35216	2022-03-23T05:45:19Z
99	Icuria dunensis Wieringa	-17,066437	38,752769	1,029905	2022-03-23T05:49:55Z
100	Icuria dunensis Wieringa	-17,066504	38,75268	2,390662	2022-03-23T05:55:45Z
101	Icuria dunensis Wieringa	-17,062271	38,752463	7,804581	2022-03-23T06:48:36Z
102	Icuria dunensis Wieringa	-17,062281	38,752441	8,009097	2022-03-23T06:48:45Z
103	Icuria dunensis Wieringa	-17,056661	38,751293		
104	Icuria dunensis Wieringa	-17,055607	38,758825	10,67264	2022-03-23T06:58:17Z
105	Icuria dunensis Wieringa	-17,055541	38,759246	13,733694	2022-03-23T07:09:49Z
106	Icuria dunensis Wieringa	-17,041988	38,762866	16,380924	2022-03-23T07:18:10Z
107	Icuria dunensis Wieringa	-17,028756	38,753322	19,091343	2022-03-23T07:26:03Z
108	Icuria dunensis Wieringa	-17,101009	38,136881	31,274622	2022-03-23T11:49:40Z
109	Icuria dunensis Wieringa	-16,72087	39,19587	-9,654642	2022-03-25T06:59:16Z
110	Icuria dunensis Wieringa	-16,71961	39,17895	0,40837	2022-03-25T07:05:36Z
111	Icuria dunensis Wieringa	-16,80781	39,15055	0,969613	2022-03-25T07:08:27Z
112	Icuria dunensis Wieringa	-16,83323	39,13827	7,747845	2022-03-25T07:27:46Z
113	Icuria dunensis Wieringa	-16,84845	39,13993	9,067471	2022-03-25T07:34:19Z
114	Icuria dunensis Wieringa	-16,86752	39,13797	11,959669	2022-03-25T07:40:27Z
115	Icuria dunensis Wieringa	-16,874083	39,152199	12,410771	2022-03-25T08:17:18Z
116	Icuria dunensis Wieringa	-16,873926	39,152011	11,633627	2022-03-25T08:19:20Z
117	Icuria dunensis Wieringa	-16,873935	39,151992	12,085338	2022-03-25T08:21:22Z
118	Icuria dunensis Wieringa	-16,874047	39,152996	16,660416	2022-03-25T08:57:19Z
119	Icuria dunensis Wieringa	-16,868843	39,157352	15,017128	2022-03-25T09:23:04Z
120	Icuria dunensis Wieringa	-16,865885	39,159737	13,323561	2022-03-25T09:54:00Z
121	Icuria dunensis Wieringa	-16,865602	39,159627	14,34249	2022-03-25T09:55:21Z
122	Icuria dunensis Wieringa	-16,864439	39,160519	15,02136	2022-03-25T10:02:11Z
123	Icuria dunensis Wieringa	-16,864241	39,160813	13,844982	2022-03-25T10:08:00Z
124	Icuria dunensis Wieringa	-16,749962	39,295385	33,989006	2022-03-26T07:50:15Z
125	Icuria dunensis Wieringa	-16,752623	39,291836	14,446714	2022-03-26T08:05:18Z
126	Icuria dunensis Wieringa	-16,752557	39,291674	13,657227	2022-03-26T08:07:55Z
127	Icuria dunensis Wieringa	-16,752762	39,291007	12,361437	2022-03-26T08:10:34Z
128	Icuria dunensis Wieringa	-16,753586	39,291339	11,878503	2022-03-26T08:30:55Z
129	Icuria dunensis Wieringa	-16,755241	39,291552	10,579946	2022-03-26T08:42:04Z

130	Icuria dunensis Wieringa	-16,755204	39,291533	6,716662	2022-03-26T08:43:21Z
131	Icuria dunensis Wieringa	-16,752716	39,292071	16,146673	2022-03-26T09:12:46Z
132	Icuria dunensis Wieringa	-16,508498	39,663593	40,347008	2022-03-26T11:58:43Z
133	Icuria dunensis Wieringa	-16,507856	39,665528	39,688278	2022-03-26T12:02:47Z
134	Icuria dunensis Wieringa	-16,506629	39,668361	30,928076	2022-03-26T12:12:52Z
135	Icuria dunensis Wieringa	-16,506202	39,668241	30,532084	2022-03-26T12:18:33Z
136	Icuria dunensis Wieringa	-16,50057	39,670689	21,220064	2022-03-26T12:53:36Z
137	Icuria dunensis Wieringa	-16,500482	39,670712	20,692299	2022-03-26T13:10:17Z
138	Icuria dunensis Wieringa	-16,703421	39,428084	12,767396	2022-03-27T08:22:53Z
139	Icuria dunensis Wieringa	-16,697771	39,420948	20,520086	2022-03-27T09:10:42Z
140	Icuria dunensis Wieringa	-16,235032	39,96966	1,166737	2022-03-28T07:22:22Z
141	Icuria dunensis Wieringa	-16,235006	39,969613	2,091568	2022-03-28T07:25:42Z
142	Icuria dunensis Wieringa	-16,233123	39,970637	10,856471	2022-03-28T07:43:33Z
143	Icuria dunensis Wieringa	-16,232967	39,970914	11,202868	2022-03-28T07:55:30Z
144	Icuria dunensis Wieringa	-16,225365	39,97997	21,325188	2022-03-28T09:26:47Z
145	Icuria dunensis Wieringa	-15,847677	40,236335	46,663532	2022-03-29T07:59:09Z
146	Icuria dunensis Wieringa	-15,848193	40,236778	35,189182	2022-03-29T08:01:47Z
147	Icuria dunensis Wieringa	-15,848245	40,23683	34,94091	2022-03-29T08:03:37Z
148	Icuria dunensis Wieringa	-15,848729	40,237441	25,860756	2022-03-29T08:11:39Z
149	Icuria dunensis Wieringa	-15,84859	40,237549	25,313818	2022-03-29T08:15:54Z
150	Icuria dunensis Wieringa	-15,847654	40,237969	28,152815	2022-03-29T08:46:30Z
151	Icuria dunensis Wieringa	-15,847247	40,238292	28,703375	2022-03-29T08:54:54Z
152	Icuria dunensis Wieringa	-15,84697	40,238705	29,909679	2022-03-29T09:05:59Z
153	Icuria dunensis Wieringa	-15,847251	40,239169	26,548002	2022-03-29T09:10:01Z
154	Icuria dunensis Wieringa	-15,847281	40,239242	27,240416	2022-03-29T09:11:40Z
155	Icuria dunensis Wieringa	-15,63289	40,417968	46,95319	2022-03-30T06:51:52Z
156	Icuria dunensis Wieringa	-15,627577	40,422433	15,457383	2022-03-30T06:53:18Z
157	Icuria dunensis Wieringa	-15,628352	40,420759	21,690754	2022-03-30T07:01:12Z
158	Icuria dunensis Wieringa	-15,628293	40,420843	19,587605	2022-03-30T07:02:24Z
159	Icuria dunensis Wieringa	-15,653107	40,404694	6,305427	2022-03-30T08:11:10Z
160	Icuria dunensis Wieringa	-15,652723	40,404055	10,370194	2022-03-30T08:19:07Z
161	Icuria dunensis Wieringa	-15,65273	40,404051	10,659887	2022-03-30T08:22:28Z
162	Icuria dunensis Wieringa	-15,652764	40,40403	11,713775	2022-03-30T08:27:30Z
163	Icuria dunensis Wieringa	-15,652803	40,404043	10,776445	2022-03-30T08:30:26Z
164	Icuria dunensis Wieringa	-15,652752	40,403822	15,360296	2022-03-30T08:36:36Z
165	Icuria dunensis Wieringa	-15,65268	40,403148	19,612152	2022-03-30T08:49:25Z
166	Icuria dunensis Wieringa	-15,652702	40,403156	17,672855	2022-03-30T08:52:50Z
167	Icuria dunensis Wieringa	-15,652688	40,403183	19,28208	2022-03-30T08:58:21Z
168	Icuria dunensis Wieringa	-15,652399	40,403124	22,440605	2022-03-30T09:01:30Z
169	Icuria dunensis Wieringa	-15,652267	40,402674	27,673738	2022-03-30T09:10:33Z
170	Icuria dunensis Wieringa	-15,650803	40,403058	40,952637	2022-03-30T10:21:45Z
171	Icuria dunensis Wieringa	-15,650018	40,403425	45,060207	2022-03-30T10:31:20Z
172	Icuria dunensis Wieringa	-15,649786	40,403452	50,247429	2022-03-30T10:33:23Z
173	Icuria dunensis Wieringa	-15,649186	40,403701	53,185402	2022-03-30T10:41:45Z

174	Icuria dunensis Wieringa	-15,648995	40,404095	48,836838	2022-03-30T10:54:59Z
175	Icuria dunensis Wieringa	-15,648946	40,404123	50,935768	2022-03-30T10:59:15Z
176	Icuria dunensis Wieringa	-15,64808	40,405161	48,902679	2022-03-30T11:28:03Z
177	Icuria dunensis Wieringa	-15,647949	40,405359	48,125477	2022-03-30T11:33:58Z
178	Icuria dunensis Wieringa	-15,603385	40,502542	-8388608	2022-03-30T11:50:18Z
179	Icuria dunensis Wieringa	-15,647949	40,405312	48,207981	2022-03-30T11:50:22Z
180	Icuria dunensis Wieringa	-15,647406	40,405945	44,931862	2022-03-30T11:58:23Z
181	Icuria dunensis Wieringa	-15,646692	40,406879	44,873993	2022-03-30T12:06:57Z
182	Icuria dunensis Wieringa	-15,646375	40,40769	40,854622	2022-03-30T12:12:06Z
183	Icuria dunensis Wieringa	-15,645903	40,407686	43,174946	2022-03-30T12:14:42Z
184	Icuria dunensis Wieringa	-15,64559	40,408458	44,792152	2022-03-30T12:20:45Z
185	Icuria dunensis Wieringa	-15,64273	40,410111	56,418091	2022-03-30T12:34:57Z
186	Icuria dunensis Wieringa	-15,642179	40,410659	58,091133	2022-03-30T12:36:56Z
187	Icuria dunensis Wieringa	-15,641463	40,411725	60,541451	2022-03-30T12:44:58Z
188	Icuria dunensis Wieringa	-15,750924	40,323113	32,729538	2022-03-31T09:18:12Z
189	Icuria dunensis Wieringa	-15,752596	40,32435	42,268604	2022-03-31T09:29:18Z
190	Icuria dunensis Wieringa	-15,756323	40,327314	26,992836	2022-03-31T09:49:29Z
191	Icuria dunensis Wieringa	-15,756305	40,327307	26,903736	2022-03-31T09:51:15Z
192	Icuria dunensis Wieringa	-15,756348	40,327349	27,466242	2022-03-31T09:51:48Z
193	Icuria dunensis Wieringa	-15,757539	40,327921	37,62825	2022-03-31T10:01:57Z
194	Icuria dunensis Wieringa	-15,757373	40,328263	37,694778	2022-03-31T10:04:45Z
195	Icuria dunensis Wieringa	-15,757878	40,328897	30,647339	2022-03-31T10:22:46Z
196	Icuria dunensis Wieringa	-15,759022	40,328555	28,473764	2022-03-31T11:35:56Z
197	Icuria dunensis Wieringa	-15,762145	40,329927	18,413296	2022-03-31T12:06:54Z
198	Icuria dunensis Wieringa	-15,761814	40,329375	20,191364	2022-03-31T12:08:41Z
199	Icuria dunensis Wieringa	-15,739877	40,30904	63,918308	2022-03-31T13:20:06Z



### Gráfico de Teste de Normalidade

