



FACULDADE DE AGRONOMIA E ENGENHARIA FLORESTAL

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA FLORESTAL

Mestrado em Ciências Florestais

Mapeamento e avaliação de ecossistemas e seus serviços no Corredor do Limpopo

Focas Francisco Bacar

Maputo, Novembro de 2023

Mapeamento e avaliação de ecossistemas e seus serviços no Corredor do Limpopo

Autor:

Focas Francisco Bacar

Supervisor:

Professor Almeida Alberto Siteo

Co-Supervisor

Mestre Sá Nogueira Lisboa, Eng.

*Dissertação submetida a Universidade Eduardo Mondlane,
Faculdade de Agronomia e Engenharia Florestal como requisito
para a obtenção do grau de Mestre em Ciências Florestais.*

Maputo, Novembro de 2023

DECLARAÇÃO DE HONRA

Eu, Focas Francisco Bacar, declaro por minha honra que esta dissertação nunca foi apresentada para obtenção de qualquer grau acadêmico ou num outro âmbito e que ela constitui o resultado de uma pesquisa realizada por mim.

(Focas Francisco Bacar)

Maputo, aos 09 de Novembro de 2023

RESUMO

Ecosistemas desempenham um papel preponderante no bem-estar das pessoas. Nas regiões áridas, onde os eventos extremos como cheias e secas são frequentes, os ecossistemas permitem a protecção e adaptação local das pessoas. Embora Moçambique seja um dos países da África Austral com extensas áreas áridas, pouco se sabe sobre a distribuição espacial, diversidade e serviços de ecossistemas dessas valiosas terras, em particular na zona sul de Moçambique onde essas terras suportam mais de 3 milhões de pessoas. Este estudo tem como objectivo caracterizar a biodiversidade vegetal, distribuição espacial e papéis de ecossistemas no fornecimento de serviços no Corredor do Limpopo, sul de Moçambique. Com base na amostragem aleatória estratificada, estabelece-se 112 parcelas em 18 ecossistemas. Todas as espécies de plantas presente em cada parcela foram avaliadas. O mapeamento foi feito usando as abordagens de análise de imagem baseada em objecto. Os serviços de ecossistemas foram avaliados através de dados de inquérito. O corredor foi dividido em duas zonas com base no tipo de clima e cada zona avaliou-se a diversidade, estrutura e composição florística. Foram identificados e mapeados no total 27 ecossistemas, distribuídos em 4 reinos, 8 biomas, 14 grupos funcionais e 19 ecossistemas regionais. A precisão geral do mapa foi de 95,77%. Registou-se 724 espécies de plantas e, as espécies arbóreas foram as mais predominantes, com 270 espécies. Observou-se uma dissimilaridade significativa entre os ecossistemas quanto à composição florística dentro do corredor. A diversidade de espécies no corredor variou devido à troca de espécies entre os ecossistemas. A estrutura, diversidade e composição florística da zona subhúmida seca foi superior à zona semiárida. Este trabalho fornece informações cruciais para melhor compreender a ecologia vegetal das terras áridas e traçar medidas de adaptação aos efeitos das mudanças climáticas.

Palavras-chave: análise de imagem baseada em objecto, biodiversidade vegetal, corredor do limpopo, diversidade beta, serviço de ecossistema, zona árida.

ABSTRACT

Ecosystems are known to provide a range of functions and services to people. In drylands, which extreme events such as floods and droughts are more frequent, ecosystems are important for protection and adaptation to climate change. Although Mozambique is one of the southern African countries with extensive drylands, little is known about the spatial distribution, diversity and ecosystem services of these valuable lands; in particular southern Mozambique which these areas support more than 3 million people. This study aims to characterise plant biodiversity, spatial distribution and ecosystem roles in providing services in the Limpopo Corridor, southern Mozambique. Based on stratified random sampling, 112 plots were established in 18 ecosystems and then evaluated all plant species within each plot. Ecosystem mapping was carried out by using object-based image analysis approaches. Interview techniques were employed to assess the ecosystem services in the corridor. The corridor was divided into two climatic strata, and each strata was evaluated for diversity, structure and floristic composition. A total of 27 ecosystems were identified and mapped; they were distributed in 4 realms, 8 biomes, 14 functional groups and 19 regional ecosystems. The overall accuracy of the map was 95.77%. A total of 724 species of plants were recorded, and tree species were the most predominant (270 species). There was a significant dissimilarity among ecosystems for floristic composition, and species diversity in the corridor mainly varied due to turnover. The structure, diversity and floristic composition were higher in dry subhumid land than in semi-arid land. This research provide decisive information to better understand the plant ecology of drylands and to establish climate change adaptation strategies.

Keywords: beta diversity, dryland, ecosystem service, limpopo corridor, object-based image analysis, plant biodiversity.

DEDICATÓRIA

Aos meus pais, Francisco Bacar e Reinata Focas Namala

Que ALLAH os abençoe!

FINANCIAMENTO

Este trabalho foi apoiado financeiramente pela Agência Sueca de Cooperação Internacional para o Desenvolvimento (ASDI), e pela Cátedra Africana Oliver Tambo de Investigação em Adaptação Baseada em Ecossistemas nas Zonas Áridas e Semi-áridas, apoiada pela South African National Research Foundation (NRF), pelo Departamento Sul-Africano de Ciência e Inovação (DSI), pelo Centro Internacional de Investigação para o Desenvolvimento do Canadá (IDRC), Fundação Oliver & Adelaide Tambo (OATF) e Fundo Nacional de Investigação de Moçambique (FNI). As opiniões expressas neste artigo não representam necessariamente as da Iniciativa das Cátedras Africanas Oliver Tambo de Investigação, dos seus parceiros e das suas Direcções.

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar quero Agradecer a Universidade Eduardo Mondlane pela formação. Ao meu supervisor Almeida A. Siteo pela confiança, supervisão, materiais didácticos e paciência durante a elaboração e melhoria da qualidade deste trabalho, Muito Obrigado!

Ao Prof. Doutor Valério Macandza, pelo enorme apoio durante o curso e a materialização deste trabalho, Muito Obrigado!

Ao Mestre Sá Nogueira Lisboa, Eng., pelos materiais didácticos e comentários para melhoria da qualidade deste trabalho, Muito Obrigado!

Ao Mestre Faruk Pires Semedo Mamugy, Eng., pelos materiais didácticos, Muito Obrigado!

A equipa de campo, Lic. Ernesto Macamo (Botânico), Sr. Octávio Matue (Motorista) e os guias locais, Muito Obrigado!

Aos meus colegas, Isolda Tamele, Augusto Tembe, Sixpense Manuel, Amélia Muchanga, Edna Cossa, Hunília Nhanombe, Askot Alafi, Délcio Armando e Domingos Ferrão, pelo apoio durante o curso e a materialização deste trabalho, Muito Obrigado!

ÍNDICE	Páginas
RESUMO.....	i
ABSTRACT	ii
DEDICATÓRIA	iii
AGRADECIMENTOS	iv
LISTA DE TABELAS.....	vii
LISTA DE FIGURAS.....	ix
LISTA DE APÊNDICES.....	xi
LISTA DE ABREVIATURAS.....	xii
1. INTRODUÇÃO.....	1
1.1. Contextualização.....	1
1.2. Problema de estudo e justificativa	3
1.3. Objectivos.....	4
1.3.1. Objectivo geral.....	4
1.3.2. Objectivos específicos	4
1.4. Questões de Pesquisa.....	4
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	5
2.1. Ecossistemas	5
2.1.1. Tipologia de ecossistemas global da IUCN.....	6
2.1.2. Avaliação de ecossistemas.....	7
2.1.3. Impacto de gradientes ambientais e humanos na diversidade de espécies	10
2.2. Mapeamento de ecossistemas	11
2.2.1. Análise de imagem baseada em objecto	12
2.2.2. Avaliação da precisão do mapa	12
2.3. Zonas áridas	14
2.4. Adaptação baseada em ecossistemas	15
2.5. Serviços de ecossistemas	16
2.5.1. Classificação e avaliação dos serviços de ecossistemas	17
3. METODOLOGIA.....	18
3.1. Descrição da área de estudo.....	18
3.1.1. Localização geográfica	18
3.1.2. Solos, hidrografia e relevo.....	18
3.1.3. População humana.....	19
3.1.4. Flora.....	19
3.2. Mapeamento da ocupação actual dos tipos de ecossistemas	19
3.2.1. Aquisição de imagens de satélite	20

3.2.2.	Pré-processamento	21
3.2.3.	Processamento	21
3.2.4.	Definição dos tipos de ecossistemas.....	22
3.2.5.	Avaliação da precisão do mapa	23
3.3.	Avaliação da diversidade, estrutura e composição florística dos ecossistemas.....	24
3.3.1.	Estimativa de tamanho de amostra	25
3.3.2.	Amostragem de árvores	25
3.3.3.	Amostragem de Lianas e Trepadeiras.....	26
3.3.4.	Amostragem de suculentas, epífitas, rastejantes, bulbosas, rizomatosas, carnívoras e palmeiras	26
3.3.5.	Amostragem da regeneração natural	26
3.3.6.	Amostragem de arbustos.....	27
3.3.7.	Amostragem de herbáceas e gramíneas.....	27
3.3.8.	Descrição abiótica dos ecossistemas	27
3.4.	Avaliação da variabilidade da diversidade, estrutura e composição florística entre os tipos de clima (Semiárido e Subhúmido seco)	27
3.5.	Descrição dos serviços de ecossistemas (culturais, provisionamento e regulatórios).....	28
3.6.	Análise de Dados	28
3.6.1.	Análise estatística	28
3.6.2.	Determinação das métricas de estrutura, diversidade e composição florística.....	29
4.	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	30
4.1.	Mapa da ocupação actual dos tipos de ecossistemas	30
4.1.1.	Precisão do mapa da ocupação actual dos tipos de ecossistemas.....	34
4.2.	Diversidade, estrutura e composição florística dos ecossistemas.....	38
4.2.1.	Variabilidade da diversidade de espécies entre ecossistemas.....	43
4.2.2.	Diversidade beta total	45
4.2.3.	Descrição dos tipos de ecossistemas.....	50
4.3.	Variabilidade da diversidade, estrutura e composição florística entre os tipos de clima (Semiárido e Subhúmido seco).....	115
4.3.1.	Diversidade, estrutura e composição florística por tipo de clima.....	115
4.3.2.	Curvas de rarefação e extrapolação de espécies por tipo de clima.....	123
4.4.	Serviços de ecossistemas	126
4.4.1.	Serviços de provisionamento	126
4.4.2.	Serviços culturais.....	126
5.	CONCLUSÕES	139
6.	RECOMENDAÇÕES.....	140
7.	APÊNDICES	141
8.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	143

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Área de cada ecossistema	33
Tabela 2: Matriz de confusão (erro) para avaliação da precisão do mapa dos ecossistemas	36
Tabela 3: Comparação das métricas de estrutura, diversidade e composição florística entre os ecossistemas com base no teste de Kruskal-Wallis.....	38
Tabela 4: Estrutura e diversidade de espécies de plantas da Floresta costeira do Bilene.....	53
Tabela 5: descrição abiótica da Floresta costeira do Bilene.	53
Tabela 6: Estrutura e diversidade de espécies de plantas da Vegetação aluvial de Maputo.	55
Tabela 7: Descrição abiótica da Vegetação aluvial de Maputo.	56
Tabela 8: Estrutura e diversidade de espécies de plantas da Floresta seca de Mecrusse.....	58
Tabela 9: Descrição abiótica da Floresta seca de Mecrusse.	58
Tabela 10: Estrutura e diversidade de espécies de plantas da Floresta arenosa do save.	60
Tabela 11: Descrição abiótica da Floresta arenosa do save.....	61
Tabela 12: Estrutura e diversidade de espécies de plantas da Brenha arenosa de Nwambiya.	62
Tabela 13: Descrição abiótica da Brenha arenosa de Nwambiya.....	63
Tabela 14: Estrutura e diversidade de espécies de plantas da Mata de Mopane do Sul.....	65
Tabela 15: Descrição abiótica da Mata de Mopane do Sul.	65
Tabela 16: Estrutura e diversidade de espécies de plantas da Mata arenosa de Chacate de Gaza.	67
Tabela 17: Descrição abiótica da Mata arenosa de Chacate de Gaza.....	68
Tabela 18: Estrutura e diversidade de espécies de plantas da Mata das terras baixas do Limpopo.	70
Tabela 19: Descrição abiótica da Mata das terras baixas do Limpopo.....	71
Tabela 20: Estrutura e diversidade de espécies de plantas da Pradaria arbustiva arenosa do Tembe.	73
Tabela 21: Descrição abiótica da Pradaria arbustiva arenosa do Tembe.....	74
Tabela 22: Estrutura e diversidade de espécies de plantas da Pradaria arbustiva arenosa de Nwambyia-Pumbe.	76
Tabela 23: Descrição abiótica da Pradaria arbustiva arenosa de Nwambyia-Pumbe.	76
Tabela 24: Estrutura e diversidade de espécies de plantas da Miombo costeiro de Inhambane.	79
Tabela 25: Descrição abiótica do Miombo costeiro de Inhambane.....	79
Tabela 26: Estrutura e diversidade de espécies de plantas da Pradaria arbórea costeira de Maputaland....	82
Tabela 27: Descrição abiótica da Pradaria arbórea costeira de Maputaland.	82
Tabela 28: Estrutura e diversidade de espécies de plantas da Pradaria arbórea de palmar de Inharim.....	84
Tabela 29: Descrição abiótica da Pradaria arbórea de palmar de Inharime.	85

Tabela 30: Estrutura e diversidade de espécies de plantas da Brenha das dunas de Inhambane.....	87
Tabela 31: Descrição abiótica da Brenha das dunas de Inhambane.	88
Tabela 32: Estrutura e diversidade de espécies de plantas de Pântanos costeiros tropicais do Macuane ...	90
Tabela 33: Descrição abiótica dos Pântanos costeiros tropicais do Macuane.	90
Tabela 34: Estrutura e diversidade de espécies de plantas da Floresta ribeirinha do Limpopo-Elefantes. .	92
Tabela 35: Descrição abiótica da Floresta ribeirinha do Limpopo-Elefantes.....	93
Tabela 36: Estrutura e diversidade de espécies de plantas da Floresta das dunas de Zongoene	95
Tabela 37: Descrição abiótica da Floresta das dunas de Zongoene.....	95
Tabela 38: Estrutura e diversidade de espécies de plantas da Mata de Mopane da Cordilheira do Limpopo	97
Tabela 39: Descrição abiótica da Mata de Mopane da Cordilheira do Limpopo.	98
Tabela 40: Descrição abiótica do rio.	100
Tabela 41: Descrição abiótica do lago.....	101
Tabela 42: Descrição abiótica da Depressão salgada do interior de Banhine.	103
Tabela 43: Descrição abiótica da Campos de arroz do Complexo Agro-industrial de Chókwè.	105
Tabela 44: Descrição abiótica da Floresta de Mangal do Oceano Índico.....	106
Tabela 45: Descrição abiótica da Pradaria arbustiva do norte dos Libombos.....	108
Tabela 46: Descrição abiótica do Campos de cultivos não arbóreos do Baixo Limpopo.	110
Tabela 47: Descrição abiótica das Áreas habitacionais.....	112
Tabela 48: Descrição abiótica da Agricultura itinerante.	114
Tabela 49: Serviços de ecossistemas do Corredor do Limpo.....	127
Tabela 50: Classificação da área de estudo de acordo com o tipo de clima.	115
Tabela 51: Descrição abiótica das regiões climáticas.....	115

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Localização geográfica do Corredor do Limpopo.	18
Figura 2: Fases do mapeamento dos ecossistemas do corredor.....	20
Figura 3: Esquema de amostragem dos ecossistemas.....	26
Figura 4: Mapa dos ecossistemas (Nível 5) do Corredor do Limpopo.....	30
Figura 5: Mapa dos níveis 1 (Reino), 2 (Bioma), 3 (Grupo funcional) e 4 (Ecossistema regional).....	31
Figura 6: Curvas de rarefação e extrapolação baseadas no número de parcelas entre os primeiros cinco ecossistemas mais abundantes no corredor, com intervalo de confiança (IC) de 95%..	41
Figura 7: Cobertura amostral (<i>sample coverage</i>) das espécies nos primeiros cinco ecossistemas mais abundantes no corredor, com intervalo de confiança (IC) de 95%.....	42
Figura 8: Dissimilaridade entre os ecossistemas através do Escalonamento Multidimensional (MDS).....	44
Figura 9: Componentes da beta diversidade dos ecossistemas.....	49
Figura 10: Floresta costeira do Bilene. Local: Chibissene, Bilene. Fonte: o Autor	51
Figura 11: Vegetação aluvial de Maputo. Local: Zongoene, Limpopo. Fonte: o Autor	54
Figura 12: Floresta seca de Mecrusse. Local: Mavue, Massangena. Fonte: o Autor	57
Figura 13: Floresta arenosa do save. Local: Mavue, Massangena. Fonte: o Autor	59
Figura 14: Brenha arenosa de Nwambiya. Local: Chicualacuala Sede, Chicualacuala. Fonte: o Autor.....	62
Figura 15: Mata de Mopane do sul. Local: Mubanguene, Guijá. Fonte: o Autor	64
Figura 16: Mata arenosa de Chacate de Gaza. Local: Chicualacuala Rio, Chicualacuala. Fonte: o Autor.....	66
Figura 17: Mata das terras baixas do Limpopo. Local: Ndidiza, Chigubo. Fonte: o Autor	69
Figura 18: Pradaria arbustiva arenosa do Tembe. Local: Mazivila, Bilene. Fonte: o Autor	72
Figura 19: Pradaria arbustiva arenosa de Nwambyia-Pumbe. Local: Mavodze, Massingir. Fonte: o Autor	75
Figura 20: Miombo costeiro de Inhambane. Local: Godide, Chibuto. Fonte: o Autor	77
Figura 21: Pradaria arbórea costeira de Maputaland. Local: Zongoene, Limpopo. Fonte: o Autor.....	80
Figura 22: Pradaria arbórea de palmar de Inharime. Local: Alto Changane, Chibuto. Fonte: o Autor.....	83
Figura 23: Brenha das dunas de Inhambane. Local: Chilaulane, Xai-Xai. Fonte: o Autor	86
Figura 24: Pântanos costeiros tropicais do Macuane. Local: Macuane, Bilene. Fonte: o Autor.....	89
Figura 25: Floresta ribeirinha do Limpopo-Elefantes. Local: Pafuri, Chicualacuala. Fonte: o Autor	91
Figura 26: Floresta das dunas de Zongoene. Local: Zongoene, Limpopo. Fonte: o Autor	94
Figura 27: Mata de Mopane da Cordilheira do Limpopo. Local: Mapai-Rio, Mapai. Fonte: o Autor.....	96
Figura 28: Rio Changane. Local: Alto Changane, Chibuto. Fonte: o Autor	99
Figura 29: Lago Maguanza. Local: Chissano, Limpopo. Fonte: o Autor.....	101
Figura 30: Depressão salgada do interior de Banhine. Local: Alto Changane, Chibuto. Fonte: o Autor ..	102
Figura 31: Campos de arroz do Complexo Agro-industrial de Chókwè. Local: Lionde, Chókwè. Fonte: o Autor	104
Figura 32: Floresta de Mangal do Oceano Índico. Local: Zongoene, Limpopo. Fonte: o Autor	106
Figura 33: Pradaria arbustiva do norte dos Libombos. Fonte: Lötter et al. (2021)	107
Figura 34: Campos de cultivos não arbóreos do Baixo Limpopo. Local: Macarretane, Chókwè. Fonte: o Autor	109
Figura 35: Áreas habitacionais. Local: Massingir-sede, Massingir. Fonte: o Autor	111
Figura 36: Agricultura itinerante. Local: Chicualacuala-sede, Chicualacuala. Fonte: o Autor	113
Figura 37: Estrutura e diversidade de árvores por tipo de clima	116

Figura 38: Estrutura e diversidade de arbustos por tipo de clima.....	117
Figura 39: Estrutura e diversidade de regeneração das árvores por tipo de clima	117
Figura 40: Estrutura e diversidade de herbáceas por tipo de clima	118
Figura 41: Estrutura e diversidade de gramíneas por tipo de clima	118
Figura 42: Estrutura e diversidade de suculentas por tipo de clima	119
Figura 43: Estrutura e diversidade de lianas por tipo de clima.....	119
Figura 44: Estrutura e diversidade de rastejantes por tipo de clima	120
Figura 45: Estrutura e diversidade de palmeiras por tipo de clima	120
Figura 46: Estrutura e diversidade de trepadeiras por tipo de clima	121
Figura 47: Estrutura e diversidade de rizomas por tipo de clima	121
Figura 48: Estrutura e diversidade de bulbosas por tipo de clima.....	122
Figura 49: Curvas de rarefação e extrapolação baseadas no número de parcelas entre tipos de climas no corredor, com intervalo de confiança (IC) de 95%.....	124
Figura 50: Cobertura amostral (<i>sample coverage</i>) das espécies nos primeiros cinco ecossistemas mais abundantes no corredor, com intervalo de confiança (IC) de 95%.....	125
Figura 51: Uso da Pradaria arbustiva arenosa do Tembe para fabrico de bebida tradicional, localmente chamada “Totonto”. Espécies: <i>Strychnos spinosa</i> e <i>Strychnos madagascariensis</i> . Local: Olombe, Bilene. Fonte: o Autor.....	127
Figura 52: Uso de lagos para produção animal (sustentabilidade local). Local: Zulu, Massingir. Fonte: o Autor	135
Figura 53: Uso do Rio Limpopo para higiene pessoal (lavar roupas). Local: Mapai-Rio, Mapai. Fonte: o Autor	135
Figura 54: Uso de plantas para sombra e estética, nas áreas habitacionais. Local: Chaimite, Chibuto. Fonte: o Autor	136
Figura 55: Uso da Vegetação aluvial de Maputo para obtenção de material de construção de casas (gramíneas) nas dunas. Local: Chilaulane, Xai-Xai. Fonte: o Autor.....	136
Figura 56: Uso da Brenha das dunas de Inhambane para obtenção de frutos da <i>Tabernaemontana elegans</i> para alimentação. Local: Chilaulane, Xai-Xai. Fonte: o Autor	137
Figura 57: Uso de rios para produção de peixe (aquacultura de água doce). Local: Lionde, Chókwè. Fonte: o Autor	137
Figura 58: Produção de tomate nos campos de cultivos não arbóreos do Baixo Limpopo. Local: Cidade do Chókwè, Chókwè. Fonte: o Autor	138
Figura 59: Uso da Floresta costeira do Bilene para produção de lenha. Local: Tuane, Bilene. Fonte: o Autor	138

LISTA DE APÊNDICES

Apêndice 1: Variáveis ambientais usadas para auxiliar o algoritmo (Random Forest) de classificação do mapa final de tipos de ecossistemas.	141
Apêndice 2: Ecossistemas identificados e definidos com base nos resultados deste estudo.....	142
Apêndice 3: Ecossistemas regionais identificados e definidos com base nos resultados deste estudo	142
Apêndice 4: parcelas de amostragem por tipo de ecossistema. Onde n é o número de parcelas	142

LISTA DE ABREVIATURAS

ANOVA	Análise de Variância
CITES	Convenção sobre o Comércio Internacional das Espécies da Flora e Fauna bravia em Extinção
cm	Centímetros
DAP	Diâmetro a altura do peito (ou a 1.3 m a nível do solo)
EbA	Adaptação baseada em ecossistema
GIS	Sistema de Informação Geográfica
GPS	Sistema de Posicionamento Geográfico
ha	Hectares
IUCN	União Internacional para a Conservação da Natureza
km	Quilômetro
m	Metros
MEA	Avaliação Ecológica do Milênio
OBIA	Análise de imagem baseada em objecto
PERMANOVA	Análise de variância multivariada permutacional
TEEB	A Economia dos Ecossistemas e da Biodiversidade
UEM	Universidade Eduardo Mondlane

1. INTRODUÇÃO

1.1. Contextualização

Ecosistemas são vitais para o bem-estar das pessoas e a estabilidade do clima global através da provisão de inúmeras funções e serviços (Schaap, 2018; Muys, 2021). Um ecossistema, é um complexo dinâmico de comunidades de plantas, animais e microrganismos e seu ambiente não vivo interagindo como uma unidade funcional (Kasparinskis, 2018). Ecosistemas são responsáveis pela regulação de ciclo de nutrientes e água, habitat para espécies da fauna e flora, protecção das pessoas contra desastres naturais, estabilização do solo, produção de alimentos, fins medicinais, culturais, recreacionais e religiosos (de Groot et al., 2012).

Nas regiões áridas, uma das áreas mais vulneráveis aos efeitos das mudanças climáticas (MC) (FAO, 2019), os ecossistemas são decisivos na adaptação das pessoas a esses efeitos, através do uso do capital natural, sobretudo a biodiversidade e os serviços de ecossistema (SE) (Colls et al., 2009; Scarano, 2017); essa abordagem chama-se Adaptação Baseada em Ecossistema (EbA). As abordagens de EbA já provaram que são benéficas, flexíveis, económicas e amplamente aplicáveis para mitigação, resiliência, protecção e redução de pobreza e, evitam a má adaptação (Naumann et al., 2011; Munang et al., 2013). A má adaptação é uma adaptação que não consegue reduzir a vulnerabilidade das pessoas ou ecossistemas às MC e que resulta em efeitos negativos tão graves quanto os efeitos das MC sendo evitados (Jones et al., 2012; Scarano, 2017).

Os ecossistemas estão sendo degradados e destruídos em níveis sem precedentes em todo o mundo, embora sejam cruciais para adaptação das pessoas aos efeitos das MC (Kiehl, 2011). Esse cenário tem intensificado ainda mais os problemas nas regiões áridas que estão tornando-se cada vez mais áridas e vulneráveis e, menos adequadas para habitação (Wale et al., 2012). As principais causas da degradação e destruição dos ecossistemas são a expansão urbana, as actividades agrícolas, as espécies invasoras, as MC e a falta de compreensão do seu valor ecológico e social por formuladores e promotores de políticas (Kiehl, 2011; Du Toit et al., 2021). A degradação e destruição dos ecossistemas tem resultado em perda de bens e serviços, qualidade florística e impactos negativos a longo prazo nos ambientes, sociedades e economias; os países em desenvolvimento têm sido os mais afectados (Munang et al., 2013).

Mapear e avaliar os ecossistemas e os seus serviços é um passo importante para obter informações de base para adaptação bem-sucedida (Cowling et al., 2008). Além disso, permite implementar

mecanismos de manejo florestal sustentado e conservação do carbono florestal e, determinar a capacidade e o estado dos ecossistemas para provisão de bens e serviços (Kasparinskis, 2018). A teledeteção tem sido uma ferramenta central para mapear a distribuição espacial dos ecossistemas devido à sua aplicabilidade em larga escala a baixos custos e com uma resolução espacial e temporal aceitável (DeLancey et al., 2022; Rapinel et al., 2023).

Os factores que determinam a precisão do mapeamento incluem o tipo de imagens de satélite, o algoritmo e método de classificação e a região em causa (LaRocque et al., 2022). As imagens do satélite Landsat têm sido amplamente empregadas para mapear diferentes tipos de ecossistemas no mundo com maior precisão e mínimos detalhes (Frohn et al., 2009; Eneyew & Assefa, 2021). O algoritmo Random Forest tem sido usado com sucesso em combinação com os dados de campo para produzir mapas de distribuição de ecossistemas em zonas áridas (Bourgeau-Chavez et al., 2017; Guha et al., 2020). O RF é um algoritmo não paramétrico poderoso para classificação de imagens de satélite com melhor precisão (Gislason et al., 2006; Rodriguez-Galiano et al., 2012; Louarn et al., 2017).

Os estudos de mapeamento e avaliação dos ecossistemas nas terras áridas ainda são escassos, apesar de serem cruciais para elaboração de medidas de EbA. África tem a maior área de terras áridas (UNEP-WCMC, 2007), embora os ecossistemas dessas regiões estão ameaçados e vulneráveis às MC (Safriel et al., 2005; FAO, 2019). Consequentemente, espera-se um aumento em 30% da área das zonas áridas e redução da capacidade dos seus ecossistemas de fornecer bens e serviços, com maior destaque para África Austral (Feng & Fu, 2013; FAO, 2019).

Em Moçambique, 3 milhões de pessoas vivem nas regiões áridas e semiáridas; essas pessoas são afectadas frequentemente com eventos extremos, como ciclones, secas e cheias (INE, 2015). A maior parte de terras áridas concentra-se na região sul, principalmente na região do Corredor do Limpopo, onde a precipitação média anual é baixa; por exemplo, 300 mm em Pafuri, no norte do Corredor do Limpopo (MICOA, 2007). Ademais, a região sul do país é a que sofre mais com secas, com uma frequência de sete secas a cada dez anos (Brito & Julaiia, 2007).

1.2. Problema de estudo e justificativa

A região sul de Moçambique tem sido alvo de eventos climáticos; esses eventos têm causado vários danos sobre a biodiversidade e ecossistemas, afectando mais de 11 milhões de pessoas (INGC, 2009). Detalhes sobre a distribuição espacial actual, diversidade e serviços de ecossistemas dessas zonas são fundamentais para elaboração de medidas de adaptação e redução da vulnerabilidade dos ecossistemas face às mudanças climáticas (Cowling et al., 2008; FAO, 2019). Todavia, ainda falta um levantamento da diversidade de plantas de todos os hábitos nos ecossistemas dessas regiões; em particular Corredor do Limpopo (CL), onde seus ecossistemas sustentam milhares de pessoas.

Os estudos recentes têm-se focado nas espécies de herbáceas, gramíneas, árvores e arbustos; contudo, em áreas específicas dentro do corredor. A colmatação dessa lacuna permite também entender melhor a ecologia desses valiosos ecossistemas e potenciais implicações dos efeitos das MC na provisão de serviços de ecossistemas (SE) na área. Estudos sobre diferentes tipos de SE no CL ainda faltam; como resultado, pouco se sabe sobre os papéis dos ecossistemas dessa área na adaptação das pessoas às MC. Informações sobre SE são cruciais no corredor para desenhar e melhorar as estratégias de adaptação, uma vez que eventos como secas são frequentemente registados na área (Brito & Julaia, 2007).

Por sua vez, ainda falta mapeamento da distribuição espacial actual dos ecossistemas do CL. Já existe um trabalho recente sobre mapeamento de ecossistemas no CL feito por Lötter et al. (2021); entretanto, eles mapearam os ecossistemas quanto à sua ocupação histórica usando imagens de Landsat do ano 2000 e abordagens de análise de imagens baseada em objecto. Ademais, eles concentraram-se em ecossistemas naturais; os ecossistemas antropogénicos foram postergados nas classes desse mapeamento. Em vista disso, há necessidade de elaborar mapas detalhistas sobre a distribuição actual dos ecossistemas do CL.

A zona sul de Moçambique possui as extensas terras áridas do país, em particular no CL (Zomer et al., 2022); essas terras sustentam diversas formas de vida, embora são frequentemente pressionadas por factores climáticos e não climáticos tais como agricultura, destruição e degradação dos ecossistemas. Por essa razão, o CL foi escolhido como área de estudo deste trabalho. Este estudo permite actualizar e disponibilizar uma linha de base para elaborar políticas e estratégias de adaptação local e nacional às MC.

1.3. Objectivos

1.3.1. Objectivo geral

Caracterizar a biodiversidade vegetal, distribuição espacial e papéis de ecossistemas no fornecimento de serviços no Corredor do Limpopo, sul de Moçambique.

1.3.2. Objectivos específicos

- Mapear a ocupação actual dos tipos de ecossistemas;
- Avaliar a diversidade, estrutura e composição florística dos ecossistemas;
- Avaliar a variabilidade da diversidade, estrutura e composição florística entre os tipos de clima (Semiárido e Subhúmido seco);
- Descrever os serviços de ecossistemas (culturais, provisionamento e regulatórios).

1.4. Questões de Pesquisa

- Como varia a distribuição espacial actual dos tipos de ecossistemas no corredor?
- Como varia a diversidade, estrutura e composição florística dos ecossistemas no corredor?
- Como varia a diversidade, estrutura e composição florística entre os climas (Semiárido e Subhúmido seco) no corredor?
- Quais são os serviços de ecossistemas (culturais, provisionamento e regulatórios) fornecidos por cada tipo de ecossistema no corredor?

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. Ecossistemas

O termo ecossistema foi cunhado pela primeira vez em 1935 por botânico inglês Arthur G. Tansley; com base no tipo de habitat, os ecossistemas são divididos em terrestres e aquáticos (Bailey, 2009). A estrutura de um ecossistema pode ser dividida em dois componentes: biótico e abiótico (Smith & Smith, 2015). Componente biótico é composto por todos os organismos vivos de um ecossistema; componente abiótico é a parte não viva de um ecossistema.

A função de um ecossistema refere-se a um subconjunto dos processos ecológicos e das estruturas do ecossistema responsáveis pela produção de bens e serviços; os benefícios que a humanidade obtém da natureza são chamados de serviços de ecossistemas. Os principais factores que afectam a função de um ecossistema incluem a biodiversidade vegetal e a função das espécies (Token et al., 2022). Gradientes ambientais e práticas de manejo de ecossistemas podem resultar na mudança de funções de espécies. Ecossistemas com múltiplas funções e com alto nível de serviços de ecossistema geralmente possuem alta diversidade de espécies e produtividade (Korell et al., 2015). Quanto aos factores abióticos, em ecossistemas terrestres, o clima e a disponibilidade de nutrientes são os principais factores que controlam a produtividade, enquanto nos ecossistemas aquáticos são a luz e a disponibilidade de nutrientes (Smith & Smith, 2015).

As pesquisas revelam uma relação positiva entre a produtividade e os processos básicos das plantas em ambos ecossistemas terrestres e aquáticos (Korell et al., 2015). Nos ecossistemas aquáticos nas terras áridas no nordeste da China, Token et al. (2022) reportaram que a produtividade aumentou com o aumento da riqueza de espécies. Essa relação pode ser explicada pelo efeito de complementaridade (facilitação ou diferenciação de nicho) e efeito selectivo (Loreau & Hector, 2001). Na Europa, Craven et al. (2016) registaram um aumento da produtividade em pradarias com aumento da complementaridade de nicho.

Uma complementaridade positiva sugere que as espécies têm maior produtividade média em ecossistemas heterogêneos que homogêneos; elas conseguem explorar os recursos disponíveis de forma mais completa devido à facilitação ou diferenciação de nicho (Korell et al., 2015). Os ecossistemas diversificados podem produzir até 1,7 vezes mais biomassa do que homogêneos (Cardinale et al., 2007). Outrossim, os ecossistemas diversificados têm maior probabilidade de ter espécies tolerantes a seca ou limitação de nutrientes, que mantêm a produtividade durante esses

períodos. Além disso, esses ecossistemas têm maior probabilidade de ter espécies capazes de acessar recursos escassos durante períodos de estresse; por exemplo, acessando água nas camadas mais profundas do solo ou nutrientes de diferentes profundidades do solo (Craven et al., 2016).

Efeito selectivo indica que ecossistemas diversificados têm maior probabilidade de ter uma espécie altamente productiva (Hooper et al., 2005). A complementaridade pode não apenas melhorar o funcionamento do ecossistema, mas também é um mecanismo que facilita a coexistência de espécies a longo prazo (Ruijven & Berendse, 2003).

2.1.1. Tipologia de ecossistemas global da IUCN

Classificação ecológica ou tipologia ecológica é a classificação de terra ou água em unidades geográficas que representam variação em uma ou mais características ecológicas (Keith et al., 2020). As abordagens tradicionais de classificação ecológica baseam-se na geologia, topografia, biogeografia, solos, vegetação, condições climáticas, espécies, habitats, recursos hídricos e factores antropogénicos (Keith et al., 2020). Classificações de ecossistemas são tipos específicos de tipologias ecológicas baseadas em unidades ecológicas que estão em conformidade com os elementos da definição de ecossistemas: componentes biótico e abiótico, as interações entre eles e dentro deles e o espaço geográfico que eles ocupam (Keith et al., 2013).

Existem vários sistemas de classificação usados para classificar ecossistemas; por exemplo, Classificação Internacional de Vegetação (EcoVeg), Classificação geográfico-climática, Classificação Fisionômico-estrutural e Classificação Florística. Todavia, alguns desses sistemas podem gerar limitações para um uso específico; por exemplo, o Sistema de Classificação Internacional de Vegetação (Faber-Langendoen et al., 2014) é inaplicável para classificar ecossistemas subterrâneos e aquáticos; esses ecossistemas são inadequadamente descritos nesse sistema. O sistema de classificação geográfico-climática é apenas aplicável para um trabalho de poucos detalhes; o sistema de classificação florística é aplicável em áreas relativamente pequenas, ou quando não há muita complexidade na vegetação e as espécies podem ser facilmente reconhecíveis (Siteo, 2003).

A tipologia de ecossistema global da IUCN é um sistema de classificação hierárquica de ecossistemas que, em seus níveis superiores (3 níveis), define os ecossistemas por suas funções ecológicas convergentes e, em seus níveis inferiores (3 níveis), distingue os ecossistemas com base

nas suas características composicionais (Keith et al., 2015). Essa abordagem permite uma definição sistemática dos ecossistemas com tipologia e terminologia globalmente padronizada e consistente (Keith et al., 2013). Ela possui seis princípios (Keith et al., 2020): (i) representação de processos ecológicos; (ii) representação da biota; (iii) consistência conceitual em toda a biosfera; (iv) estrutura em escala; (v) unidades espacialmente explícitas e (vi) parcimônia e utilidade.

A tipologia da IUCN já foi aplicada com sucesso para o mapeamento de ecossistemas na área de estudo, tendo-se identificados e classificados 21 ecossistemas (Lötter et al., 2021). Os seis níveis desta tipologia são (Keith et al., 2022): Reino (Nível 1), Bioma (Nível 2), grupo funcional do ecossistema (Nível 3), Ecossistema regional (Nível 4), Ecossistema (Nível 5) e Sub-ecossistema (Nível 6).

O Reino refere-se aos cinco principais componentes da biosfera na qual diferem fundamentalmente na organização e função do ecossistema, que são: terrestre, de água doce, marinho, subterrâneo e atmosférico. Bioma é um componente de um reino composto por um ou alguns principais factores ecológicos comuns que regulam as principais funções ecológicas. Os biomas são derivados de cima para baixo pela subdivisão dos reinos (Nível 1). Grupo funcional do ecossistema é um grupo de ecossistemas relacionados dentro de um bioma que compartilham factores ecológicos comuns promovendo a convergência de traços bióticos que caracterizam o grupo. Os grupos funcionais são derivados de cima para baixo pela subdivisão dos biomas (Nível 2).

Ecossistemas regionais são ecossistemas com uma composição e distribuição distinta dentro do grupo funcional e são derivados de cima para baixo pela subdivisão dos Grupos Funcionais do Ecossistema (Nível 3). Ecossistema é um complexo de organismos e seu ambiente físico dentro de um Grupo Funcional de Ecossistemas, derivados de baixo para cima, através das observações directas no campo ou pela junção dos subecossistemas (Nível 6). Ecossistemas do mesmo Grupo Funcional compartilham processos ecológicos semelhantes, mas exibem diferenças substanciais na composição biótica. Sub-ecossistema é uma subunidade ou grupo de subunidades dentro de um tipo de ecossistema, que, portanto, exibe um maior grau de homogeneidade composicional e semelhança entre si do que os tipos de ecossistema (Nível 5). Um sub-ecossistema é derivado através de observações directas no campo.

2.1.2. Avaliação de ecossistemas

Avaliação dos ecossistemas é um processo que visa documentar os componentes (bióticos e abióticos) e função dos ecossistemas. Existem diversas métricas para descrever a complexidade ou diversidade de um ecossistema. Uma comunidade é dita complexa ou tem alta diversidade de espécies se todas espécies presentes são igualmente abundantes (Smith & Smith, 2015). Em 1972, Whittaker definiu pela primeira vez três níveis de diversidade a fim de fazer uma distinção entre a diversidade de um ecossistema e a dos restantes ou da paisagem (Jost, 2006).

Nível 1, diversidade Alfa: refere-se à estrutura, composição e a complexidade de um determinado ecossistema. As métricas mais usadas para quantificar a diversidade alfa incluem a densidade, riqueza de espécies, índice de Margalef, abundância, índice de diversidade de Simpson, Shannon-Wiener e equitabilidade de Pielou (Baselga, 2013; Bacar et al., 2023). Além disso, pode-se usar a curva de rarefação para comparar a diversidade de ecossistemas com tamanho de amostra diferente através da extrapolação do número de indivíduos ou amostras (Gotelli & Chao, 2013). A extrapolação padroniza o tamanho de amostra ou número de indivíduos dos ecossistemas para permitir a comparação da diversidade.

Comumente o Número de Hill (NH) tem-se usado para representar a curva de rarefação e avaliar a diversidade; ele é uma família de medidas de diversidade (riqueza de espécies, índice de Shannon-Wiener e índices de Simpson) desenvolvida por Mark Hill que quantificam a diversidade em unidades de números equivalentes de espécies igualmente abundantes (Gotelli & Chao, 2013). O NH usa o índice de Shannon-Wiener e índice de Simpson nas suas versões transformadas, portanto, chamados de entropia de Simpson e entropia de Shannon. Diferentes NH qD são definidos por sua ordem q (ordem de NH).

Quando $q = 0$ (0D , diversidade de ordem 0), a abundância de espécies não influencia o valor de q , conferindo peso desproporcional às espécies raras; o valor obtido é equivalente à riqueza de espécies. Quando $q = 1$ (1D , diversidade de ordem 1), todas as espécies têm um peso proporcional à sua abundância na comunidade; portanto, um dos melhores parâmetros para estimar a diversidade. O 1D é equivalente ao exponencial do índice de entropia de Shannon; ele também é o número de espécies típicas do ecossistema. Quando $q = 2$ (2D , diversidade de ordem 2), as espécies abundantes têm uma influência mais substancial e, as espécies raras são desconsideradas; portanto, essa diversidade pode ser interpretada como o número de espécies dominantes na comunidade. O 2D é equivalente ao valor inverso do índice de dominância de Simpson.

Em uma curva de rarefação, o eixo x é o número de indivíduos amostrados ou unidades amostrais observadas e o eixo y é a diversidade de espécies observada e extrapolada (estimada). A curva é mais acentuada na parte inicial da colecta, pois as espécies comuns no ecossistema são detectadas com relativa rapidez. Cada vez que aumenta o número de parcelas ou indivíduos, as espécies mais raras são registadas e a curva continua a subir. O esforço amostral seria suficiente se o número de espécies alcançasse um valor constante, formando um platô na curva de rarefação (interpolação) ou extrapolação que representa a verdadeira riqueza de espécies para o ecossistema (Gotelli & Chao, 2013; Smith & Smith, 2015).

Nível 2, Diversidade Beta: é a variação da composição de espécies entre os ecossistemas. Essa variação pode ser devido à substituição ou troca de espécies (*turnover*), perda (ou ganho) de espécies (aninhamento) e ambos cenários. Assim, a *turnover* e aninhamento são chamados de componentes de diversidade beta (Leprieur et al., 2011).

A diversidade beta total (β_{SOR}) de um ecossistema é obtida através do índice de dissimilaridade de Sorrensen, a *turnover* (β_{SIM}) é determinada através do índice de dissimilaridade de Simpson e a aninhamento (β_{NES}) através da subtração entre β_{SOR} e β_{SIM} (Baselga & Orme, 2012). As causas da *turnover* incluem competição, filtro ambiental e eventos históricos (Legendre, 2014). Todavia, a aninhamento pode ser devido à disponibilidade de condições favoráveis para ocorrência de uma espécie no ecossistema, perda de habitats, colonização selectiva, extinção selectiva e variação interespecífica em tolerância às condições ambientais (Legendre, 2014). Pode-se, portanto, esperar níveis mais altos de diversidade beta causados por perdas ou ganhos de espécies em regiões que sofreram as mudanças climáticas mais severas no passado (Leprieur et al., 2011).

Baselga (2010), reportou uma B_{SOR} de 0,71 e 0,74 no sul e norte da Europa, respectivamente; a β_{SIM} e β_{NES} da região norte foram de 0,40 e 0,31, respectivamente, enquanto a β_{SIM} e β_{NES} da região sul foram de 0,61 e 0,13, respectivamente. Esses resultados indicam que as duas regiões são similares em termos de diversidade beta. Ambas *turnover* e aninhamento contribuem forte e similarmente para a diversidade beta na região norte, ou seja, a variabilidade de espécies nessa região é devido à substituição e perda de espécies; enquanto no sul da Europa, a *turnover* é responsável pela maior parte da diversidade beta, ou seja, a variabilidade de espécies nessa região é quase totalmente causada apenas pela substituição de espécies, indicando a elevada proporção de endemismo nessa região (Baselga, 2010).

Nível 3, diversidade gamma: representa a composição, estrutura e diversidade da paisagem ou região (Smith & Smith, 2015). Diversidade gama reflecte primariamente processos evolucionários do que processos ecológicos. Em uma escala de tempo de milhares a dezenas de milhares de anos, as mudanças climáticas influenciaram os padrões regionais de diversidade, alterando a distribuição geográfica das espécies (Smith & Smith, 2015).

2.1.3. Impacto de gradientes ambientais e humanos na diversidade de espécies

As pesquisas sugerem que os gradientes ambientais afectam significativamente a diversidade de plantas nos ecossistemas áridos. Por exemplo, mudanças nas propriedades do solo, tais como densidade aparente, pH, carbono e nitrogênio, devido à mudança do ecossistema podem afectar consideravelmente a diversidade de plantas (Zheng et al., 2017; Soong et al., 2020). Ademais, na China, Yuan et al. (2022) revelaram um efeito significativo de factores ambientais (elevação, precipitação e evaporação) sobre a diversidade de plantas. Na Tanzânia, Andrew et al. (2014) relataram que ecossistemas próximos a um rio possuem alta diversidade de plantas que as mais distantes. No Paquistão, Rahman et al. (2016), registaram um efeito significativo da elevação e aspecto na diversidade de plantas.

A dispersão de sementes também pode causar variação na diversidade de plantas em ecossistemas devido à diferença na disponibilidade espacial e temporal de propágulos vegetais (Merritt et al., 2010). Token et al. (2022) investigaram um efeito significativo de teor de água do solo e salinidade na diversidade de plantas. Outrossim, a inundação pode afectar a distribuição e a diversidade de espécies, reduzindo a exclusão competitiva e a estrutura da comunidade vegetal (Jones et al., 2011).

Os estudos indicam também um impacto positivo dos herbívoros na riqueza e equitabilidade de espécies; contudo, depende do tipo de herbívoro e da diversidade e produtividade do ecossistema (Korell et al., 2015). Por exemplo, a herbivoria por insetos (que muitas vezes são especialistas), promove a diversidade e equitabilidade nas pradarias, suprimindo espécies dominantes e permitindo a coexistência de espécies competitivamente inferiores. Em contrapartida, a herbivoria por invertebrados generalistas, como gastrópodes, pode favorecer as espécies dominantes, o que por sua vez pode diminuir a riqueza de espécies no ecossistema (Korell et al., 2015).

A diversidade de espécies tem sido significativamente afectada pelas actividades humanas em todo o mundo, embora seja crucial para o desenvolvimento sustentável (Cardinale et al., 2007). Em regiões tropicais como Moçambique, a biodiversidade vegetal é destruída em níveis alarmantes devido principalmente às actividades humanas causando perdas de serviços de ecossistema (Lisboa et al., 2022). A biodiversidade vegetal é crucial para manter as funções ecológicas e a estabilidade dos ecossistemas (Smith & Smith, 2015). No entanto, seu desaparecimento progressivo pode resultar em uma mudança drástica nas características da biota associada e no funcionamento desses ecossistemas (Craven et al., 2016). A perda de espécies afecta processos ecológicos cruciais e, reduz a produtividade dos ecossistemas (Cardinale et al., 2007).

No Paquistão, Rahman et al. (2016) registaram um efeito significativo da agricultura na diversidade de plantas. Na China, Yuan et al. (2022) revelaram também um efeito significativo de factores humanos (densidade populacional, actividades industriais e agricultura) sobre a diversidade de plantas. Ademais, em Moçambique, Buramuge et al. (2023) revelaram que a diversidade de espécies diminuiu com o aumento da intensidade do fogo. Factores humanos podem levar à redução e extinção da biota nativa e aumento do número de espécies invasoras, reduzindo a qualidade florística local (Van Mooy et al., 2006; Ruto et al., 2012). Muitos dos efeitos desses factores são difíceis, caros ou impossíveis de reverter com soluções tecnológicas (Hooper et al., 2005).

2.2. Mapeamento de ecossistemas

O mapeamento de ecossistemas é um processo de representação cartográfica de ecossistemas em um espaço geográfico e no tempo (Maes et al., 2013). O mapeamento constitui um processo importante porque fornece informações úteis para implementar medidas eficientes para o manejo de ecossistemas e seus serviços e, adaptação aos efeitos climáticos. As principais etapas do mapeamento dos ecossistemas incluem aquisição da imagem, processamento digital da imagem e interpretação dos resultados (Guha et al., 2020; Dwiputra & Mustofa, 2021). Existem vários métodos usados para classificação de imagens de satélite; geralmente, os mais usados são classificação supervisionada, classificação não supervisionada e classificação baseada em objectos (Al-doski et al., 2013; Thomas Blaschke et al., 2014).

As classificações supervisionada e não supervisionada são também conhecidas como classificação baseada em pixels ou classificação pixel a pixel (Weih & Riggan, 2010). A classificação não

supervisionada é adotada na situação em que não existe dados, conhecimento prévio e imagens de alta resolução da área de estudo; a classificação supervisionada é usada quando não há limitação de dados e conhecimento prévio da área de estudo (Khyami, 2021). Todavia, a classificação baseada em pixels é demorada, trabalhosa e menos precisa que a OBIA (Weih & Riggan, 2010; Myint et al., 2011; Akhlaq & Winarso, 2020).

Existem vários algoritmos usados para classificação de imagens de satélites; os mais comuns são Random Forest, Support Vector Machine, K-Nearest Neighbors, Maximum likelihood e Single Decision Tree. Todavia, o Random Forest (RF) tem apresentado resultados precisos que os demais. Silva et al. (2023) revelaram que o RF produziu melhor precisão geral (PG) (91,5%) que o Support Vector Machine. Outrossim, Rodriguez-Galiano et al. (2012) registraram uma alta PG do RF (92%) que o Single Decision Tree (86%).

2.2.1. Análise de imagem baseada em objecto

Análise de imagem baseada em objecto (OBIA- *Object-based Image Analysis*) é um método de classificação que consiste em segmentar uma imagem gerando polígonos de diferentes tamanhos e geometrias, conhecidos como objectos da imagem (Nussbaum & Menz, 2008). Enquanto a classificação pixel a pixel atribui às classes de uso e cobertura da terra aos pixels, a OBIA atribui às classes de uso e cobertura da terra aos objectos da imagem, usando as informações de cada objecto, tais como: propriedades espectrais, geométricas e espaciais. A OBIA permite também adicionar outros dados de fontes diferentes em várias escalas aos objectos da imagem para melhorar os resultados.

Dos dados mais usados para a OBIA incluem índices de vegetação, parâmetros de solo (p.e., carbono, densidade e nitrogênio do solo), índices topográficos, etc. (Blaschke et al., 2014; Lötter et al., 2021). Estudos indicam que a OBIA produz resultados de alta precisão que os métodos baseados em pixels (Weih & Riggan, 2010). Akhlaq & Winarso (2020) reportaram uma precisão geral (PG) de 88,9% e 73% usando a OBIA e o método pixel a pixel, respectivamente. Ademais, Myint et al. (2011) revelaram uma PG de 90,4% e 67,6% usando a OBIA e o método pixel a pixel, respectivamente. Esses resultados sugerem que a OBIA produz uma alta PG (Weih & Riggan, 2010).

2.2.2. Avaliação da precisão do mapa

A avaliação da precisão do mapa de ecossistemas pode ser feita através da comparação entre o mapa gerado e pontos observados no campo, imagens georreferenciadas de alta resolução, a própria imagem usada para gerar o mapa, dados de inventário georreferenciados, ou então combinação dessas abordagens (McRoberts, 2011; Olofsson et al., 2014; Ye et al., 2018). A precisão do mapeamento dos ecossistemas pode ser influenciada por vários factores, tais como a resolução espacial da imagem e o método de classificação da imagem, se é pixel a pixel ou baseada em objecto e a região de estudo (Olofsson et al., 2014).

A amostragem aleatória estratificada é a mais viável para avaliar a precisão de um mapa e, tem produzido resultados satisfatórios (SU et al., 2008; Powar et al., 2022). Para avaliar a precisão, recomenda-se alocar pontos de amostragem dentro dos estratos de maneira proporcional ao tamanho, todavia, com um número mínimo de 50 pontos por estrato para permitir que os estratos raros sejam representados, mas não levando ao ponto de alocação igual (Stehman & Wickham, 2011; Olofsson et al., 2014; Ye et al., 2018).

As métricas comumente usadas para avaliação da precisão de mapas de ecossistemas incluem precisão geral (PG), precisão do produtor (ou erro de omissão) e precisão do utilizador (ou erro de comissão) (Stehman & Wickham, 2011; Olofsson et al., 2014). Precisão do produtor mede o erro de omissão e indica as áreas no mapa que, pertencendo a um determinado ecossistema, não foram incluídas nele, enquanto precisão do utilizador indica as áreas que não pertencem a um determinado ecossistema, estão incluídas nele (Ferreira et al., 2007; Khyami, 2021).

Geralmente, a PG de mapeamento varia de 42 a 96%, com uma média de 85% (Ye et al., 2018). Uma PG acima de 90% sugere um mapeamento excelente (Baker et al., 2006; Ferreira et al., 2007; Stehman & Wickham, 2011). Vários estudos anteriores já reportaram uma PG acima da média; por exemplo, Mucova et al. (2018) reportaram 86% de PG em Cabo Delgado, Frédérique (2019) registou 89% de PG em Nampula e Zhu & Woodcock (2012) encontraram uma PG de 96% nos EUA. Contudo, certos estudos revelaram uma PG abaixo da média, como por exemplo, Charrua et al. (2021) reportaram 80% de PG em Sofala, Gounaridis et al. (2016) reportaram 83% de PG na Grécia e FNDS (2020) reportou 62% de PG na área de estudo.

A diferença entre os valores de PG de diferentes estudos pode ser devido aos vários factores, tais como: tipos de imagens e sua resolução, algoritmos e métodos de classificação, a área de estudo, e a quantidade de amostras de treinamento (Zheng et al., 2021; Bertol et al., 2022). Por exemplo,

uma imagem de alta resolução gera maior PG que uma imagem de baixa resolução (Stehman & Foody, 2019; Zheng et al., 2021); ademais, quanto maior for o tamanho de amostras de treinamento, melhor é a PG (Olofsson et al., 2014).

2.3. Zonas áridas

Zonas áridas são zonas onde a razão entre a precipitação anual e a evapotranspiração potencial anual média (índice de aridez) vai até 0,65. Elas estão divididas em quatro tipos, que são hiperárido, árido, semiárido e subhúmido seco (UNEP-WCMC, 2007). As zonas hiperáridas são aquelas com um índice de aridez (IA) menor que 0,03, áridas com IA entre 0,03-0,2, semiáridas com IA entre 0,2-0,5 e subhúmidas secas com IA entre 0,5-0,65; todas as zonas com um IA maior que 0,65 são chamadas de zonas húmidas (UNEP-WCMC, 2007).

O índice de aridez tem sido uns dos factores determinantes da distribuição dos ecossistemas (Feng & Fu, 2013). Assim, os ecossistemas não florestais decrescem com a diminuição do índice de aridez e, as zonas menos áridas acomodam mais florestas (FAO, 2019). Dessa maneira, nas zonas áridas e hiperáridas raramente ocorrem florestas, nas zonas semiáridas cerca de 20% constitui florestas e nas zonas subhúmidas secas as florestas cobrem cerca de 43% (UNEP-WCMC, 2007).

As regiões áridas cobrem cerca de 41% da superfície terrestre e são compostas de 14, 18, 25 e 28% de áreas agrícolas, florestas, pastagem e áreas estéreis respectivamente sustentando cerca de 2 bilhões de pessoas (FAO, 2019). Elas estão no centro do desenvolvimento sustentável, fornecendo serviços como alimento e protecção contra eventos climáticos (p.e., cheias, secas) (FAO, 2015). Apesar disso, a vulnerabilidade dessas valiosas terras tem aumentado nos últimos tempos, devido principalmente aos factores climáticos e humanos, colocando em risco os meios de subsistência, a segurança alimentar, a vida e o bem-estar das pessoas (FAO, 2010; Safriel et al., 2005).

Investigar a variabilidade da diversidade de plantas em diferentes tipos de climas pode promover um progresso significativo na compreensão da ecologia das terras áridas. Já existem estudos de avaliação comparativa da diversidade de espécies entre tipos de clima em diferentes partes do mundo (p.e., Goldie et al., 2010; Feroz et al., 2015; Johnson et al., 2017; Bhatta et al., 2021). Esses estudos têm usado factores ambientais determinantes da distribuição dos ecossistemas para estratificação (p.e, índice de aridez, precipitação). Todavia, existem poucos estudos desse género na África Austral, em particular Moçambique, onde possui extensas terras áridas. Os estudos

anteriores limitaram-se na comparação da diversidade entre os ecossistemas e divisões administrativas.

Os estudos sugerem que terras com alta precipitação possuem alta biodiversidade vegetal (Craven et al., 2016). Chen et al. (2018) registaram também que as condições climáticas favoráveis, particularmente a alta precipitação, tendem a aumentar tanto a riqueza de espécies quanto a biomassa abaixo do solo em florestas, matas e pradarias. Além disso, a precipitação tem um efeito positivo no diâmetro das árvores e na área basal (Bhatta et al., 2021). Goldie et al. (2010) revelaram que em regiões áridas, a disponibilidade de água desempenha um papel importante nos processos evolutivos de plantas e esses processos diminuem com a seca persistente; o aumento de secas reduz a produtividade dos ecossistemas (Craven et al., 2016). Este estudo pode proporcionar uma melhor compreensão da fitogeografia das terras áridas desse complexo corredor.

2.4. Adaptação baseada em ecossistemas

Adaptação é processo de ajuste ao clima real ou esperado e seus efeitos. Entre as medidas de adaptação conhecidas incluem Adaptação Baseada em Ecossistema (EbA) e opções de engenharia; não obstante, a EbA é a mais viável (Vignola et al., 2009; Scarano, 2017). A EbA consiste basicamente em a sociedade usar o capital natural para adaptar-se aos impactos das MC (Colls et al., 2009; Jones et al., 2012). As abordagens de EbA são benéficas, flexíveis, económicas e amplamente aplicáveis para adaptação às MC que as opções de engenharia (FAO, 2010; Naumann et al., 2011; Munang et al., 2013).

As medidas de EbA evitam também a má adaptação que as opções de engenharia (Munang et al., 2013). A má adaptação é uma adaptação que não consegue reduzir a vulnerabilidade das pessoas ou ecossistemas às MC; as acções tomadas para reduzir a vulnerabilidade às MC afectam negativamente ou aumentam a vulnerabilidade de outros sistemas, sectores ou grupos sociais (Scarano, 2017). Jones et al. (2012) reportaram que a protecção costeira nas Ilhas Turks e Caicos usando os recifes de corais é mais económica (16,9 milhões \$US /ano) que usando opções de engenharia (223 milhões \$US/ano - construção de diques). Ademais, eles revelaram que a construção de represas e diques causou grandes inundações, bloqueio de migrações de animais e degradação da vegetação no rio Yangtze, China.

Apesar do rápido acúmulo de evidências na redução de efeitos das MC através de EbA, pouco se sabe sobre os reais papéis dos ecossistemas em diferentes regiões no mundo, em particular áridas (Munang et al., 2013); ademais, pouco foi reportado sobre a distribuição espacial dos ecossistemas e sua estrutura nas terras áridas (Kupika et al., 2019). Dessa maneira, mapear e avaliar os ecossistema e seus serviços é indispensável para implementar as medidas de EbA; isso permite determinar o tipo de intervenção política e científica dentro do ecossistema, dependendo do estado da estrutura e função do mesmo e do objectivo da intervenção (Kasparinskis, 2018).

Várias medidas de EbA têm sido implementadas em várias partes do mundo, em particular em África que suporta diversas formas de vida, embora seja o continente mais vulnerável às MC (FAO, 2010). Por exemplo, o Programa de Acção Nacional de Adaptação da Etiópia (NAPA): consistiu na melhoria das práticas de manejo sustentado e práticas silviculturais e agrossilviculturais nas pradarias das terras áridas, semiáridas e subhúmidas secas da Etiópia. Em Moçambique, Tanzânia e Uganda implementou-se também o Projecto de uso de culturas específicas (*Brachiaria ssp.* e *Cynabon spp.*) de alta produtividade para forragem de gado, para reduzir invasão de ecossistemas para pastagem; os agricultores têm gado bem alimentado e os ecossistemas são conservados (Colls et al., 2009).

2.5. Serviços de ecossistemas

O termo “serviços de ecossistema” é relativamente novo e surgiu nas últimas décadas do século XX, quando foi usado pela primeira vez em 1981 por Ehrlich & Ehrlich, em sua publicação intitulada *Extinction: The causes and consequences of the disappearance of the species* (Kasparinskis, 2018). Contudo, o termo somente ganhou atenções com as publicações de de Groot em 1992, Daily em 1997 e Costanza em 1997, na qual desenvolveram e promoveram o termo em um contexto global e, ganhou reconhecimento entre os formuladores de política com a publicação das Nações Unidas, em 2005, intitulada *Millennium Ecosystem Assessment* (Kasparinskis, 2018).

Com o passar do tempo, foram surgindo várias definições do termo “serviços de ecossistema”. Por exemplo, MEA (2005) define serviços de ecossistema (SE) como os benefícios que as pessoas obtêm dos ecossistemas; TEEB (2010), define SE como as contribuições directas e indirectas dos ecossistemas para o bem-estar do homem; Burkhard et al. (2012), definem SE como as contribuições da estrutura e função do ecossistema para o bem-estar do homem. Apesar de enormes publicações sobre SE, o conceito continua em evolução e ainda não existe uma padronização do

mesmo, podendo encontrar-se diversas definições na literatura (Fisher et al., 2013). Contudo, nesta pesquisa usou-se o conceito da MEA por ser facilmente entendível por decisores e comunidade não científica.

2.5.1. Classificação e avaliação dos serviços de ecossistemas

A classificação dos serviços de ecossistema (SE) constitui um passo importante para mapear e avaliá-los. A classificação dos SE tem sido uma tarefa difícil devido à falta de padronização do conceito de SE (Fisher et al., 2007). A classificação tem evoluído nos últimos tempos, podendo-se encontrar na literatura diferentes abordagens de classificação. Geralmente são usados vários critérios para a classificação dos SE, sendo que entre eles destacam-se escala espacial e temporal, fluxo de serviço, benefício do serviço (privado ou público), tipo de benefício (uso ou não uso) (Kasparinskis, 2018). As abordagens actualmente mais usadas são do *Millennium Ecosystem Assessment* (MEA), *The Economics of Ecosystems and Biodiversity* (TEEB) e *Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora* (CITES).

A abordagem do MEA baseia-se no bem-estar da humanidade para avaliar os SE, considerando que a biodiversidade e os SE possuem valor intrínseco e que a humanidade toma decisões sobre estes considerando o bem-estar e define quatro categorias de SE, que são (Kasparinskis, 2018): Serviços de provisionamento, serviços regulatórios, serviços culturais e serviços de suporte. Essa abordagem é considerada sendo bastante operacional, acessível e facilmente entendível por decisores e comunidade não científica, por essa razão é a mais utilizada (Fisher et al., 2007; Fisher et al., 2013).

A avaliação dos serviços de ecossistema (SE) permite disponibilizar informações úteis para estabelecer medidas e políticas para o manejo dos ecossistemas (Cowling et al., 2008). Existem geralmente três abordagens de avaliação dos SE, que podem ser usadas de maneira combinada ou separada, designadamente avaliação qualitativa, avaliação quantitativa e valoração (ecológica, sociocultural e económica) (Burkhard et al., 2012; Baral et al., 2014). A abordagem qualitativa é a mais simples e eficiente (de Groot et al., 2012). Ela geralmente consiste no levantamento qualitativo dos serviços de ecossistemas usando comumente técnicas de inquéritos em combinação com ferramentas de GIS (Egoh et al., 2011; Maes et al., 2013). Os resultados obtidos permitem visualizar a capacidade dos ecossistemas para produzir serviços, permitindo a identificação, planeamento e manejo dos ecossistemas e seus serviços (Maes et al., 2013).

3. METODOLOGIA

3.1. Descrição da área de estudo

3.1.1. Localização geográfica

O Corredor do Limpopo (CL) situa-se na região sul de Moçambique (Figura 1), que integra o vale do Limpopo, bacia do rio Limpopo, linha férrea do Limpopo e a barragem de Massingir.

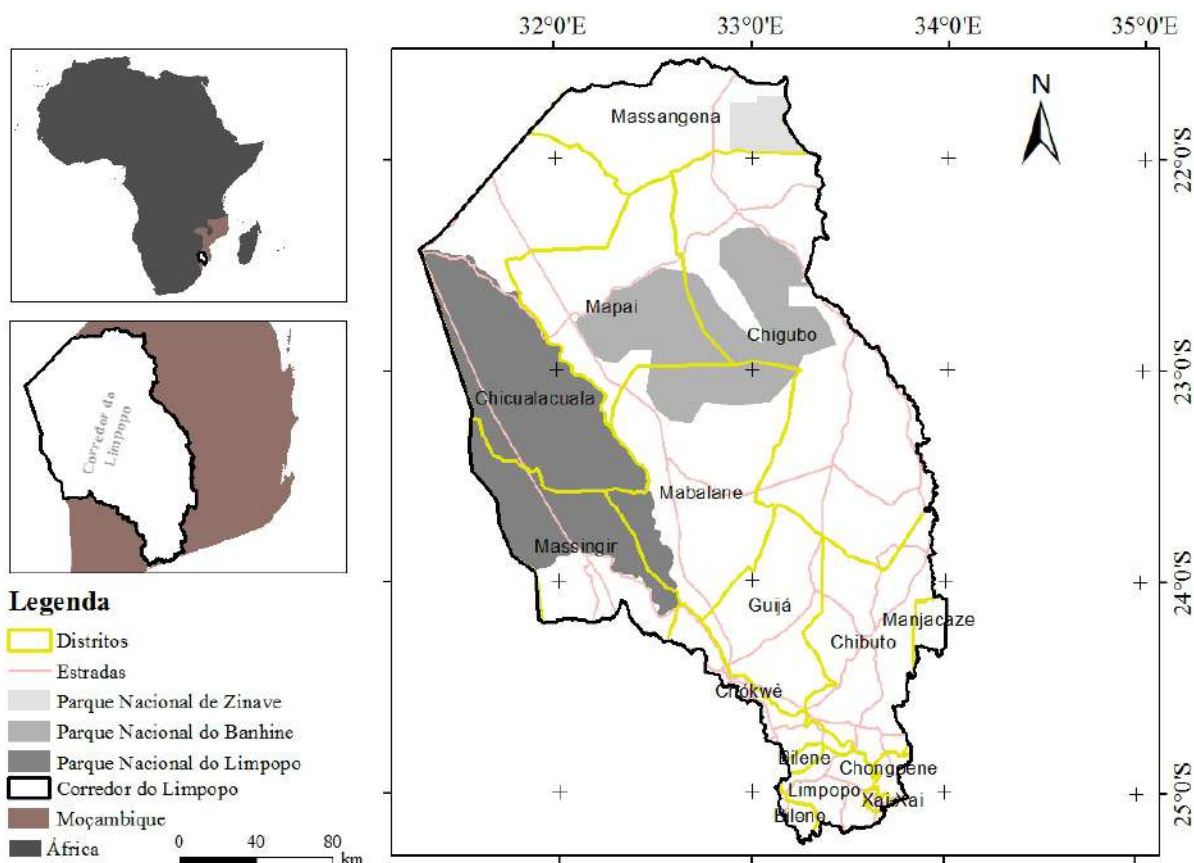


Figura 1: Localização geográfica do Corredor do Limpopo.

O CL integra três áreas de conservação, nomeadamente Parque Nacional de Zinave, Parque Nacional do Banhine e Parque Nacional do Limpopo (Francisco et al., 2002). Dois tipos de clima predominam no corredor: Semi-árido, com temperatura média anual (TMA) e precipitação média anual (PMA) de 24 °C e 527,1 mm, respectivamente e, Sub-húmido seco com TMA e PMA de 23,1 °C e 962,2 mm, respectivamente (Fick & Hijmans, 2017; Zomer et al., 2022).

3.1.2. Solos, hidrografia e relevo

Os principais solos do corredor incluem solos das dunas, solos arenosos, solos dos sedimentos marinhos do pleistoceno nas áreas elevadas, solos dos sedimentos marinhos do pleistoceno nas depressões ou planícies e solos dos sedimentos fluviais recentes que se desenvolvem sobre os sedimentos recentes em geral junto aos grandes rios (Limpopo, Changane e Elefantes) (Brito et al., 2009). As principais formas de relevo no corredor são (Brito et al., 2009): planaltos, com altitudes médias entre 600 a 1500 m; montes, com pontos altos variando entre 400 a 600 m de altitudes, cadeias montanhosas e escarpamentos, com decliveis acentuados e altitude variando entre 500 a 1500 m e planícies, com ondulações suaves.

3.1.3. População humana

O CL é composto por todos os distritos da província de Gaza, com mais de 1,3 milhão de habitantes. O CL possui vários pontos atractivos para investimentos e contribui com cerca de 9% para a economia nacional (Francisco et al., 2002). As actividades predominantes no corredor são: agricultura, pecuária, pesca, artesanato, produção de bebidas alcoólicas tradicionais, lenha e carvão. Todavia, a agricultura é a principal actividade na área; a pecuária é exercida predominantemente pelo sector familiar, consistindo na criação de gado (ovino, suíno e caprino) e aves.

3.1.4. Flora

O corredor é composto por vários tipos de ecossistemas, tais como (Lötter et al., 2021): Mata de Mopane do sul, Mata arenosa de Chacate de Gaza, Mata das terras baixas do Limpopo, Mata de Mopane da Cordilheira do Limpopo, Floresta seca de Mecrusse, Pradaria arbustiva arenosa de Nwambyia-Pumbe, Floresta Costeira do Bilene, Pradaria arbustiva arenosa do Tembe, Brenha arenosa de Nwambyia e Miombo costeiro de Inhambane. O corredor é rico em diversidade de espécies de plantas, tais como (Magalhães, 2015; Lötter et al., 2021): *Colophospermum mopane*, *Combretum apiculatum*, *Boscia albitrunca*, *Androstachys jonhsonii*, *Ximenia americana*, *Azelia quanzensis*, *Trichilia emetica* e *Vachellia xanthophloea*.

3.2. Mapeamento da ocupação actual dos tipos de ecossistemas

Para o mapeamento dos ecossistemas usou-se a técnica de análise de imagem baseada em objectos, vulgarmente conhecida como OBIA (*Object-based Image Analysis*) (Nussbaum & Menz, 2008; Blaschke et al., 2014). A OBIA é conhecida por gerar resultados altamente precisos com um

período de processamento curto, quando comparada com as técnicas de classificação pixel a pixel (Weih & Riggan, 2010; Myint et al., 2011; Akhlaq & Winarso, 2020). O mapeamento dos ecossistemas fez-se no *software* QGIS versão 3.22.5-Białowieża. A Figura 2 ilustra as fases do mapeamento dos tipos de ecossistemas do Corredor do Limpopo usando abordagens da OBIA.

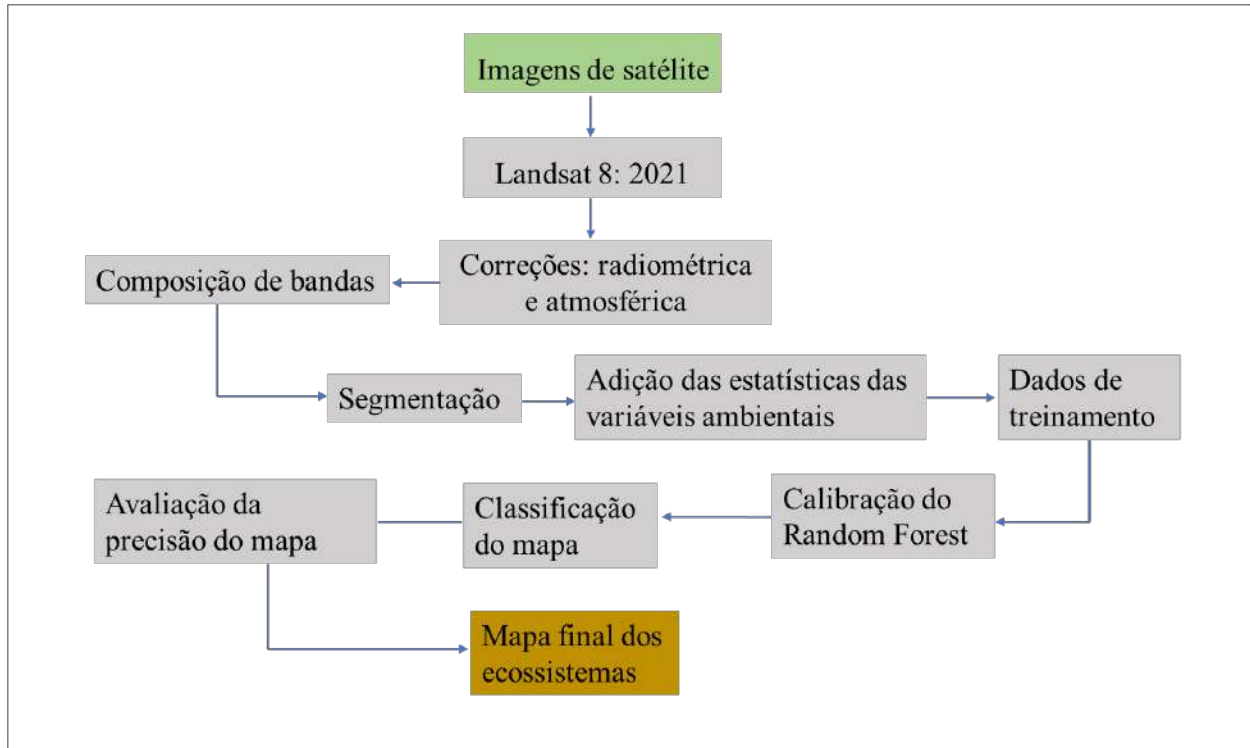


Figura 2: Fases do mapeamento dos ecossistemas do corredor

3.2.1. Aquisição de imagens de satélite

Foram obtidas gratuitamente imagens de satélite Landsat para produzir o mapa de tipos de ecossistemas do corredor. Dessa maneira, a partir do endereço eletrônico do serviço geológico dos EUA (<https://earthexplorer.usgs.gov/>), adquiriu-se 11 imagens do Satélite Landsat 8 para o ano 2021. As imagens foram adquiridas a partir dos seguintes *path/row*: 166/77, 167/75, 167/76, 167/77, 167/78, 168/75, 168/76, 168/77, 168/78, 169/75 e 169/76. Foram adquiridas imagens do período seco (Abril a Agosto) e livres de cobertura de nuvens, para garantir a qualidade da classificação (Khyami, 2021).

O Landsat 8 possui um conjunto de bandas com janelas espectrais muito semelhantes às bandas do satélite Sentinel-2A. Estudos anteriores revelaram diferenças insignificativas entre os

resultados obtidos do satélite Landsat 8 e Sentinel-2A, podendo ambos produzir precisões consideravelmente próximas (Mandanici & Bitelli, 2016; Song et al., 2021). Todavia, o Landsat tem sido amplamente testado e aplicado para mapear ecossistemas das terras áridas; os resultados têm sido satisfatórios (alta precisão) (Fu & Weng, 2016; Guha et al., 2018).

3.2.2. Pré-processamento

As imagens foram reprojectadas para a projecção UTM Zona 36S dado que elas vêm com a projecção norte como padrão. O pré-processamento foi feito usando o *Plugin SCP (Semi-Automatic Classification Plugin)* desenvolvido por Congedo (2022). Assim, fez-se correcção radiométrica das imagens convertendo os números digitais (DN) dos pixels da imagem em unidades físicas (radiância); essa correcção permitiu melhorar a qualidade das imagens. Fez-se também correcção atmosférica das imagens removendo os efeitos de dispersão atmosférica, absorção e neblina nas imagens usando o modelo DOS (*Dark Object Subtraction*) para melhorar a qualidade das imagens. Por fim, fez-se a mosaicagem, recorte e composição das bandas (azul, verde, vermelho, infravermelho próximo, infravermelho médio 1 e infravermelho médio 2) para permitir a execução dos processos subsequentes.

3.2.3. Processamento

A imagem composta por 7 bandas, mencionadas anteriormente (secção pré-processamento), foi segmentada através de agrupamento de pixels semelhantes, gerando segmentos de diferentes formas e tamanhos. Os segmentos gerados são também chamados de objectos da imagem (Blaschke, 2010; Pu & Landry, 2012; Sherba et al., 2014). No total foram gerados 136906 objectos, com uma área média, máxima e mínima de 48,8; 19867,95 e 1,8 hectares, respectivamente. No total de 55 variáveis ambientais (Apêndice 1), foram seleccionadas com base na literatura para assistir o algoritmo de classificação do mapa final de tipos de ecossistemas.

O uso de variáveis auxiliares para o mapeamento de ecossistemas tem gerado resultados satisfatórios em vários estudos, pois essas permitem identificar com precisão o tipo de ecossistema. As variáveis seleccionadas neste estudo já foram testadas e usadas com sucesso em vários estudos no mundo (p.e., Uerchefani et al., 2009; ZHANG et al., 2010; Aldiviezo et al., 2018; Lötter et al., 2021). Cada variável calculou-se a média e o desvio padrão e, os valores foram adicionados para

cada objecto da imagem. Assim, cada objecto teve média e desvio padrão de cada variável ambiental.

Foram colectadas amostras de treinamento em formato de polígonos usando imagens de alta resolução do Google Earth e observação no campo. Assim, durante a observação dos ecossistemas no campo, colectou-se aleatoriamente 350 pontos e juntou-se as amostras colectadas com base nas imagens do Google Earth (15192). A junção de amostras de campo com as observadas pelas imagens de alta resolução tem gerado resultados satisfatórios; aliás, isso economiza recursos (Guha & Govil, 2020; Sultana & Satyanarayana, 2020).

No total foram geradas 15542 amostras de treinamento. O mapa final de tipos de ecossistemas foi gerado usando o algoritmo Random Forest (Breiman, 2001). O Random Forest (RF) é conhecido por seu poderio de prever com precisão os tipos de ecossistemas que não são cobertos durante a selecção de amostras de treinamento, quando comparado com os algoritmos tradicionais de classificação de imagens de satélite (Cutler et al., 2007; Rodriguez-Galiano et al., 2012; Silva et al., 2023). Ademais, o RF é conhecido por seu poderio de lidar com grandes dimensões de dados e multicolinearidade, bem como por sua velocidade e insensibilidade ao sobreajuste (Breiman, 2001). O RF já foi usado com sucesso em vários estudos, para o mapeamento de ecossistemas usando imagens de satélite Landsat em combinação com as abordagens da OBIA (Gislason et al., 2006; Grinand et al., 2013; Lötter et al., 2021).

O algoritmo RF foi calibrado antes da geração do mapa final. A calibração fez-se selecionando aleatoriamente 70% das amostras de treinamento (12115) para treinar o algoritmo e 30% (5195) para validação interna. Essa validação permitiu avaliar a precisão das amostras de treinamento, através de uma matriz de confusão. Com essa matriz, foi possível identificar as confusões remanescentes nas amostras, de maneira a adicionar novas amostras até obter-se resultados satisfatórios. Com base na precisão geral interna gerada na validação interna, foram definidos os seguintes parâmetros para aplicação do algoritmo: ((i) Profundidade máxima da árvore: 16; (ii) Número mínimo de amostra em cada nó: 26; (iii) Critério de finalização: 0; (iv) Cluster possível: 10; (v) Tamanho de aleatorização: 0; (vi) Número máximo de de árvores: 200; (vii) Erro máximo admissível: 0,01 e (viii) Random seed: 0.

3.2.4. Definição dos tipos de ecossistemas

Os tipos de ecossistemas foram identificados e definidos com base nos conhecimentos prévios da área, imagens de alta resolução do Google Earth e estudos anteriores (Lötter et al., 2021). Usando a abordagem da IUCN, os ecossistemas identificados foram agrupados em 5 níveis organizacionais, nomeadamente Reino, Bioma, Grupo funcional, Ecossistema regional e Ecossistema (Keith et al., 2020). Essa abordagem agrupa os ecossistemas de acordo com suas características funcionais em três níveis superiores e composicionais em três níveis inferiores. Com isso, garante-se uma definição sistemática dos ecossistemas com tipologia e terminologia globalmente padronizada e consistente. À vista disso, permite avaliar e documentar com mínimos detalhes os ecossistemas e seus serviços e, comparar os resultados com diferentes estudos no mundo (Keith et al., 2013; Keith et al., 2020). Neste trabalho, a nomenclatura final dos primeiros três níveis foi baseada na tipologia de ecossistemas da IUCN (Keith et al., 2020). Para os dois últimos níveis (Ecossistema regional e Ecossistema), a nomenclatura foi baseada nos resultados deste estudo (Apêndice 2 e Apêndice 3) bem como no trabalho de Lötter et al. (2021).

3.2.5. Avaliação da precisão do mapa

Para avaliar a precisão do mapa de ecossistemas, usou-se a amostragem aleatória estratificada (Cakir et al., 2006; Su et al., 2008; Huang et al., 2010). A avaliação da precisão permitiu determinar a confiabilidade do mapa produzido. Desse modo, foram gerados aleatoriamente 1550 pontos e alocados aos ecossistemas considerando a proporção de cada ecossistema; porém, considerando um tamanho mínimo de 50 pontos para garantir-se a representatividade para os ecossistemas de menor proporção (Olofsson et al., 2014; Ye et al., 2018). A partir dos pontos, calculou-se as métricas de precisão de mapeamento através de comparação entre o mapa produzido e os dados de referência dentro de uma matriz de confusão (Stehman & Wickham, 2011). A matriz de confusão é uma tabela multidimensional que permite avaliar o desempenho de um algoritmo de classificação (Khyami, 2021). Os dados de referência usados neste estudo são as imagens de alta resolução do Google Earth. As métricas de precisão consideradas neste trabalho são a precisão geral (Equação (3)), precisão do produtor (ou erro de omissão) (Equação (1)) e precisão do utilizador (ou erro de comissão) (Equação (2)) (Ferreira et al., 2007; Khyami, 2021).

$$\text{Precisão do produtor} = \frac{\text{Número de amostras correctas em uma categoria}}{\text{Total das amostras nas linhas}} \times 100 \quad (1)$$

$$\text{Precisão do utilizador} = \frac{\text{Número de amostras correctas em uma categoria}}{\text{Total das amostras nas colunas}} \times 100 \quad (2)$$

$$\text{Precisão geral} = \frac{\text{Número total de amostras correctas}}{\text{Total das amostras}} \times 100 \quad (3)$$

3.3. Avaliação da diversidade, estrutura e composição florística dos ecossistemas

Em 2022 (Setembro a Outubro) fez-se um levantamento florístico nos ecossistemas do Corredor do Limpopo, especificamente nos Distritos de Massingir, Chicualacuala, Mapai, Massangena, Chigubo, Chibuto, Xai-Xai, Guijá, Limpopo, Bilene e Chókwè. A amostragem aleatória estratificada foi usada para o levantamento, tendo como base de estratificação os tipos de ecossistemas mapeados neste estudo (Gadow et al., 2007). Um total de 112 parcelas distribuídas aleatoriamente foram usadas para o levantamento em 18 ecossistemas no corredor (Apêndice 4). A distância mínima entre as parcelas foi de 3 km. As coordenadas de cada parcela foram extraídas e lançadas em um GPS Garmin GPSMAP62 de 5 m de precisão, para posterior localização no campo. A alocação das parcelas entre os ecossistemas foi de acordo com a proporção da área do ecossistema. Todavia, devido às dificuldades logísticas enfrentadas no campo, certos ecossistemas tiveram um ajuste no seu tamanho amostral. Os 18 ecossistemas avaliados com base nas parcelas são: Floresta Costeira do Bilene, Mata das terras baixas do Limpopo, Pradaria arbustiva arenosa do Tembe, Pradaria arbustiva arenosa de Nwambyia-Pumbe, Miombo costeiro de Inhambane, Pradaria arbórea costeira de Maputaland, Vegetação aluvial de Maputo, Pradaria arbórea de palmar de Inharime, Floresta seca de Mecrusse, Brenha das dunas de Inhambane, Floresta arenosa do save, Pântanos costeiros tropicais do Macuane, Floresta ribeirinha do Limpopo-Elefantes, Floresta das dunas de Zongoene, Mata de Mopane da Cordilheira do Limpopo, Brenha arenosa de Nwambyia, Mata de Mopane do sul e Mata arenosa de Chacate de Gaza.

Por outro lado, por razões logísticas, foi impossível cobrir os restantes ecossistemas através de amostragem por parcelas. Assim, eles foram avaliados durante a colecta aleatória dos dados de treinamento para o mapeamento bem como durante as caminhadas entre os ecossistemas (Stalmans & Carvalho, 2002; Darbyshire et al., 2019). Para esses ecossistemas, somente fez-se a identificação das espécies e não estabeleceu-se parcelas; estes dados foram usados apenas para a descrição florística dos ecossistemas. Foram avaliados 8 ecossistemas usando esta abordagem, que são: Agricultura itinerante, Rio, Lago de água doce, Campos de arroz do Complexo agro-industrial de Chókwè, Campos de cultivos não arbóreos do Baixo Limpopo, Áreas habitacionais, Floresta de mangal do ceano índico e Depressão salgada do interior de Banhine. Contudo, foi impossível

visitar a Pradaria arbustiva do norte dos Libombos devido às dificuldades de via de acesso; ela situa-se no norte de Massingir dentro de reservas privadas. A descrição florística deste ecossistema foi feita com base nos resultados de Lötter et al. (2021).

3.3.1. Estimativa de tamanho de amostra

O tamanho da amostra (Equação (4)) foi estimado de tal forma que o erro de amostragem relativo do número de indivíduos por hectare não exceda os 9.3% a um nível de significância de 5% (Gadow et al., 2007). As fórmulas a seguir, foram usadas para determinar o número total de parcelas da área de estudo:

$$n = \frac{t^2 \times pq}{E^2} \quad (4)$$

$$n_h = \frac{A_h}{A} \times n \quad (5)$$

Onde: n- número total de unidades amostrais na população, t - t de Student para um número infinito de graus de liberdade ($t= 1,96$), A_h - proporção da área do estrato h em relação à área total (A), p - proporção igual a 0,5 e $q= 0,5$. E - erro admissível para o número médio de árvores (9.3%).

3.3.2. Amostragem de árvores

Estabeleceu-se parcelas rectangulares de 20 m x 50 m (Figura 3) para a amostragem das árvores. Em cada parcela foram medidos os diâmetros a altura do peito (DAP) e alturas total e comercial de todas as árvores com $DAP \geq 5$ cm e, identificou-se as espécies (Nome científico e vernacular) e uso pela comunidade. A identificação das espécies fez-se com base no manual de Wyk & Wyk (1997), botânico e guias locais. Quando necessário, foram colectadas e fotografadas amostras (espécimes) para posterior identificação no herbário da UEM. O DAP foi medido usando uma suta e as alturas usando uma barra calibrada em metros (2 m de comprimento). Além do mais, o centro e vértices de cada parcela foram fotografados usando uma máquina fotográfica. As fotografias foram usadas para assistir o mapeamento, descrever os ecossistemas e interpretar os resultados.

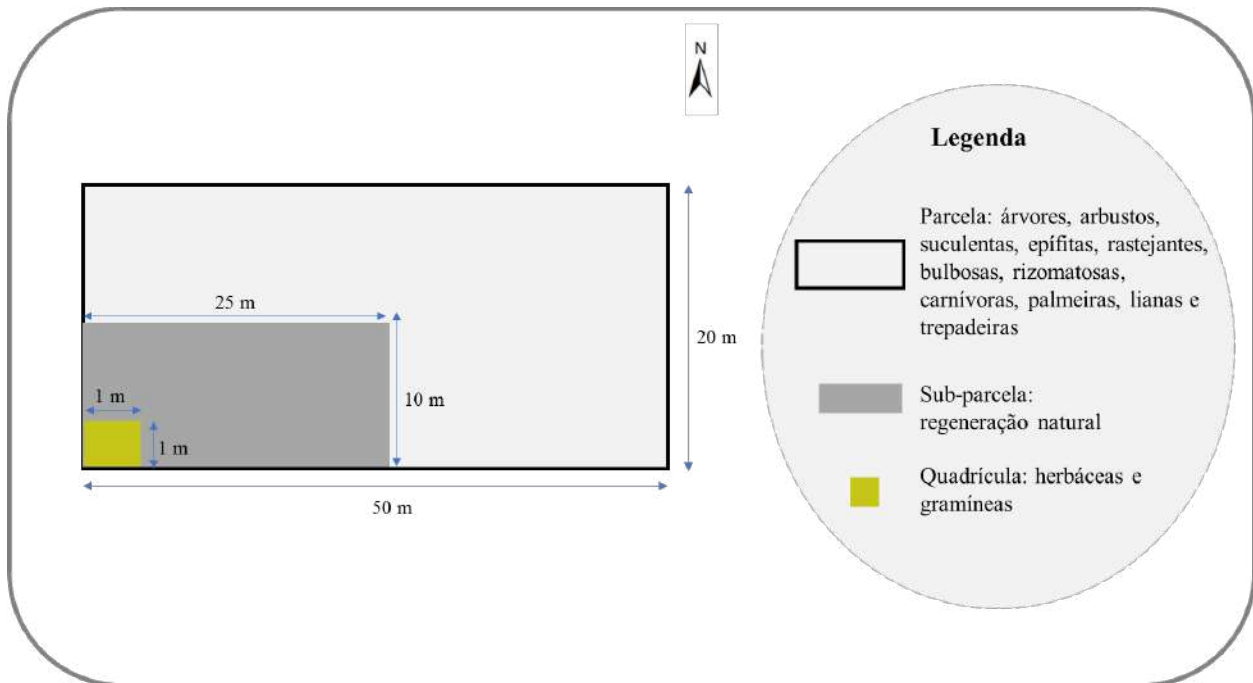


Figura 3: Esquema de amostragem dos ecossistemas.

3.3.3. Amostragem de Lianas e Trepadeiras

Dentro da parcela de 20 m x 50 m (Figura 3), foram identificados (nome científico e vernacular), contados e medidos os diâmetros do colo e altura total dos indivíduos de lianas com altura total ≥ 1 m (Addo-fordjour et al., 2021). As lianas foram definidas como trepadeiras lenhosas enraizadas no solo. Trepadeiras foram definidas como espécies de plantas não lenhosas enraizadas no solo e suportadas pelas outras espécies para obtenção da luz. Para estas espécies, os seus indivíduos foram somente contados e identificados (Schnitzer et al., 2005).

3.3.4. Amostragem de suculentas, epífitas, rastejantes, bulbosas, rizomatosas, carnívoras e palmeiras

A amostragem de suculentas, epífitas, rastejantes bulbosas, rizomatosas, carnívoras e palmeiras fez-se dentro da parcela de 20 m x 50 m (Figura 3). Assim, todos os indivíduos da parcela foram identificados e contados (Smith & Smith, 2015).

3.3.5. Amostragem da regeneração natural

Regeneração natural refere-se aos indivíduos de espécies de plantas em estágios iniciais de desenvolvimento, desde fase de plântulas até juvenis. Dentro da parcela principal (20 m x 50 m),

foi estabelecida uma subparcela de 25 m x 10m para avaliação de regeneração natural para as árvores com DAP < 5 cm e altura total > 10 cm (Figura 3). Assim, cada indivíduo foi identificado e medido o diâmetro do colo e altura total (Campanello et al., 2012).

3.3.6. Amostragem de arbustos

A amostragem de arbustos fez-se dentro da parcela de 20x50m (Figura 3). Assim, foram medidos o diâmetro do colo e altura total de todos indivíduos com altura total ≥ 10 cm (Awoke & Mewded, 2019).

3.3.7. Amostragem de herbáceas e gramíneas

A amostragem das herbáceas e gramíneas fez-se dentro de uma quadrícula de 1m x 1m (Figura 3). Todos os indivíduos da quadrícula foram identificados e contados (Wale et al., 2012).

3.3.8. Descrição abiótica dos ecossistemas

A descrição abiótica refere-se à descrição das características do ambiente não vivo (abiótico). Para cada ecossistema, fez-se a descrição das propriedades físicas (média de densidade aparente, argila, areia e limo) e químicas do solo (média de capacidade de troca catiônica, nitrogênio, carbono do solo e pH) usando dados globais do SoilGrids versão 2.0 com uma resolução espacial de 250 m (Poggio et al., 2021), obtidos no seguinte endereço eletrônico: <https://soilgrids.org/>. Fez-se também a descrição climática (temperatura média anual e precipitação média anual) usando dados globais do WorldClim (Fick & Hijmans, 2017). Por fim, descreveu-se a topografia de cada ecossistema (média de declividade e altitude) usando modelo digital de elevação da *Shuttle Radar Topography Mission* (SRTM) obtido no endereço eletrônico do serviço geológico dos EUA (<https://earthexplorer.usgs.gov/>). Os valores médios de cada variável abiótica acima mencionados foram derivados usando a ferramenta Estatística Zonal no QGIS.

3.4. Avaliação da variabilidade da diversidade, estrutura e composição florística entre os tipos de clima (Semiárido e Subúmido seco)

Avaliar a variabilidade da diversidade de plantas por clima permite compreender melhor a ecologia das terras áridas. Os factores ambientais determinantes da distribuição dos ecossistemas têm sido usados para a estratificação climática (p.e, índice de aridez) (p.e., Goldie et al., 2010; Bhatta et al., 2021). Desse modo, o corredor foi dividido em duas classes climáticas, usando o índice de aridez

como sugerido pela UNEP-WCMC (2007). A classificação climática baseada no índice de aridez (IA) considera 5 classes climáticas: clima hiperárido, com $IA < 0,03$; clima árido, IA de 0,03-0,2; clima semiárido, IA de 0,2-0,5; clima subhúmido seco, IA de 0,5-0,65 e clima húmido, $IA > 0,65$. Neste estudo, usou-se o IA global determinado por Zomer et al. (2022), com uma resolução espacial de 1 km para gerar as classes de climas no QGIS: clima semiárido e clima subhúmido seco.

3.5. Descrição dos serviços de ecossistemas (culturais, provisionamento e regulatórios)

A abordagem qualitativa foi usada neste estudo para avaliar os serviços de ecossistemas por ser simples e eficiente (de Groot et al., 2012; Egoh et al., 2011; Baral et al., 2014). Por conseguinte, registou-se o uso das espécies (flora) pelas comunidades através dos guias locais durante o levantamento dos ecossistemas (Cunningham, 2001; Burkhard et al., 2012). Além disso, usou-se os dados de uso de diferentes tipos de espécies florísticas e faunísticas pelas pessoas no corredor; esses dados foram obtidos através de entrevistas aleatórias aos membros das comunidades do corredor ($n = 597$) conduzidas por Tamele (2023) em Setembro a Outubro de 2022. As coordenadas geográficas de cada comunidade entrevistada e os nomes dos ecossistemas ao seu redor foram registados. Ademais, durante as caminhadas entre os ecossistemas, foram observados, registados e fotografados os serviços que os ecossistemas fornecem às pessoas (Awoke & Mewded, 2019). Além do mais, usou-se o endereço electrónico do SoilGrids, para obtenção de dados de serviços regulatórios (carbono do solo). Por fim, os serviços de ecossistemas foram agrupados em 3 categorias, como sugerido por de Groot et al. (2002), Egoh et al. (2011) e Maes et al. (2013), que são: serviços de provisionamento, serviços culturais e serviços regulatórios.

3.6. Análise de Dados

3.6.1. Análise estatística

Foram usados testes estatísticos não paramétricos (Wilcoxon, PERMANOVA e Kruskal-Wallis) para avaliar as diferenças estatísticas nas variáveis entre os ecossistemas e tipos de climas do corredor. Antes de proceder-se com as análises, verificou-se a normalidade e homogeneidade dos dados usando os testes de Shapiro-Wilk e Levene, respectivamente. Os dados foram transformados em logaritmos para atender a condição de normalidade e, quando as transformações foram insuficientes para o efeito, recorreu-se aos testes não paramétricos. Quando diferenças significativas foram encontradas, foram feitas comparações múltiplas usando testes de Post Hoc

de Wilcoxon-Bonferroni. O teste de Wilcoxon foi usado para verificar as diferenças na diversidade, número de indivíduos, riqueza de espécies, equitabilidade e índice de Magalef entre os tipos de climas. O teste de PERMANOVA foi usado para verificar a significância da dissimilaridade dos ecossistemas. O teste de Kruskal-Wallis foi usado para verificar as diferenças na diversidade, número de indivíduos, riqueza de espécies, equitabilidade e índice de Magalef entre os ecossistemas. Todas as análises foram feitas no programa R (R Core Team, 2022).

3.6.2. Determinação das métricas de estrutura, diversidade e composição florística

Todas as métricas foram determinadas no programa R, usando os seguintes pacotes: tidyverse, vegan, Betapart e BiodiversityR. As métricas determinadas neste estudo para a descrição biótica dos ecossistemas são: estrutura (densidade, diâmetro e altura), composição (riqueza de espécies e índice de Margalef) e diversidade (índice de Shannon-Wiener e equitabilidade de Pielou) de acordo com Smith & Smith (2015). Além disso, determinou-se as métricas da diversidade Beta. A diversidade Beta define-se como a variação das espécies entre os ecossistemas. Essa variação ou dissimilaridade pode ser devido à substituição de espécies (*turnover*), perda de espécies (aninhamento) e ambos cenários (Baselga, 2010). Desse modo, determinou-se a diversidade beta total ou dissimilaridade total e seus componentes (*turnover* e aninhamento) para espécies de cada hábito de planta (Baselga & Orme, 2012).

A diversidade beta total (β_{SOR}) foi obtida através do índice de dissimilaridade de Sorrensen, a *turnover* (β_{SIM}) foi obtida através do índice de dissimilaridade de Simpson e o aninhamento (β_{NES}) foi obtida subtraindo diversidade beta total com *turnover* (Baselga, 2010). Além disso, aplicou-se um ordenamento dos ecossistemas usando o Escalonamento Multidimensional (MDS), também chamada de Análise de Coordenadas Principais (PCoA) para visualizar a dissimilaridade entre os ecossistemas em termos de espécies de cada hábito, usando a distância de Bray-Curtis e uma permutação de 999 (Slik et al., 2003). Curvas de interpolação e extrapolação foram construídas usando uma família de medidas de diversidade (números de Hill) no programa R através do pacote iNEXT (Hsieh et al., 2016), para comparar a diversidade entre os primeiros cinco ecossistemas mais abundantes no corredor e tipos de climas. O critério de sobreposição com 95% de confiança foi utilizado para verificar diferenças estatísticas na diversidade de plantas entre ecossistemas e tipos de climas; intervalos de confiança não sobrepostos foram considerados significativos (Chao et al., 2014).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Mapa da ocupação actual dos tipos de ecossistemas

Foram identificados e mapeados no total 27 ecossistemas no Corredor do Limpopo (Figura 4), distribuídos em 4 reinos, 8 biomas, 14 grupos funcionais e 19 ecossistemas regionais (Figura 5). O ecossistema Mata de Mopane do sul domina a área (29,7%), seguido pela Mata arenosa de Chacate de Gaza (16,16%) e Mata das terras baixas do Limpopo (13,24%), com uma área de 19843,54; 10795,01; e 8847,26 km², respectivamente (Tabela 1). Esses ecossistemas juntos ocupam 59,1% (39485,81 km²) da área do corredor.

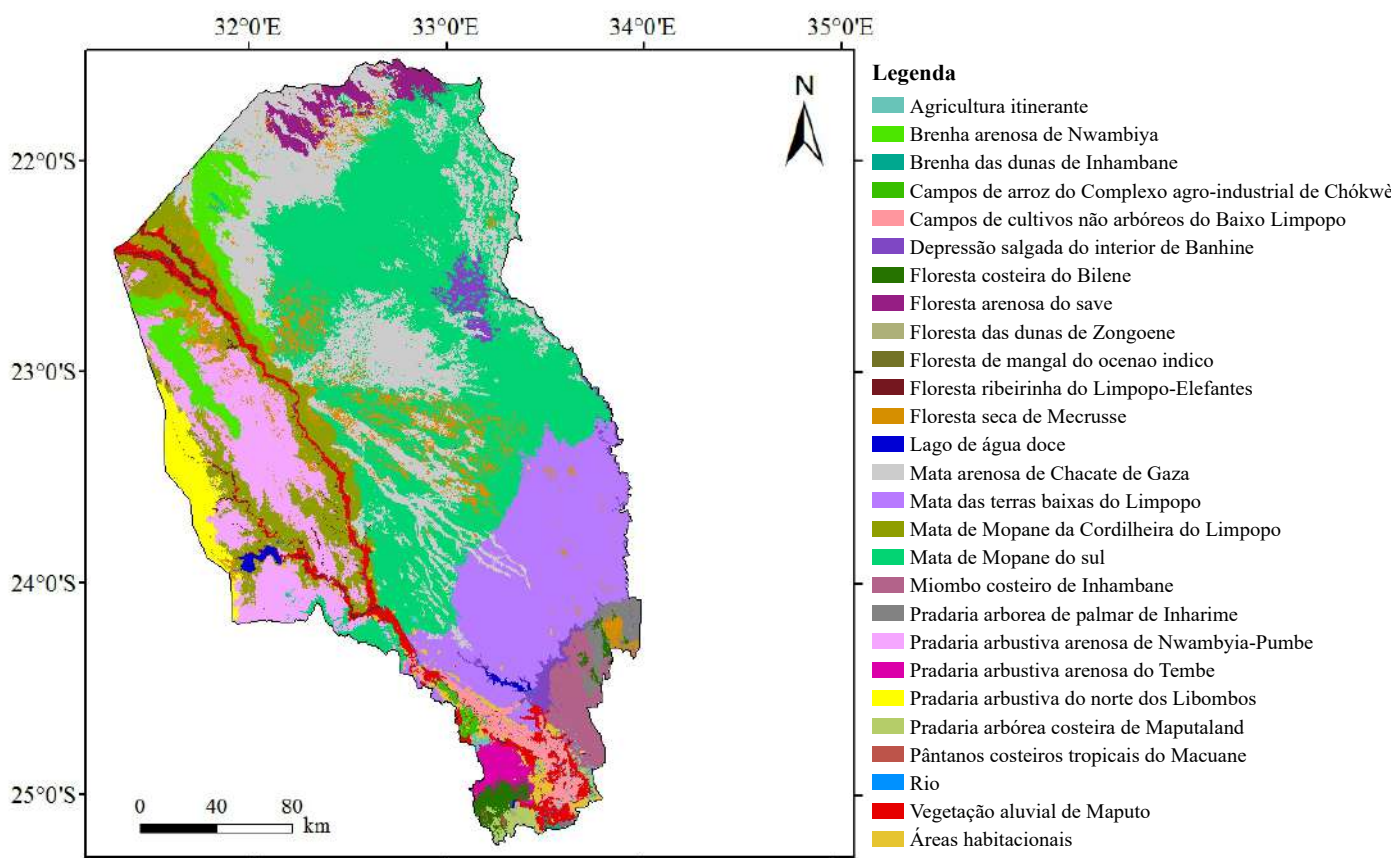


Figura 4: Mapa dos ecossistemas (Nível 5) do Corredor do Limpopo

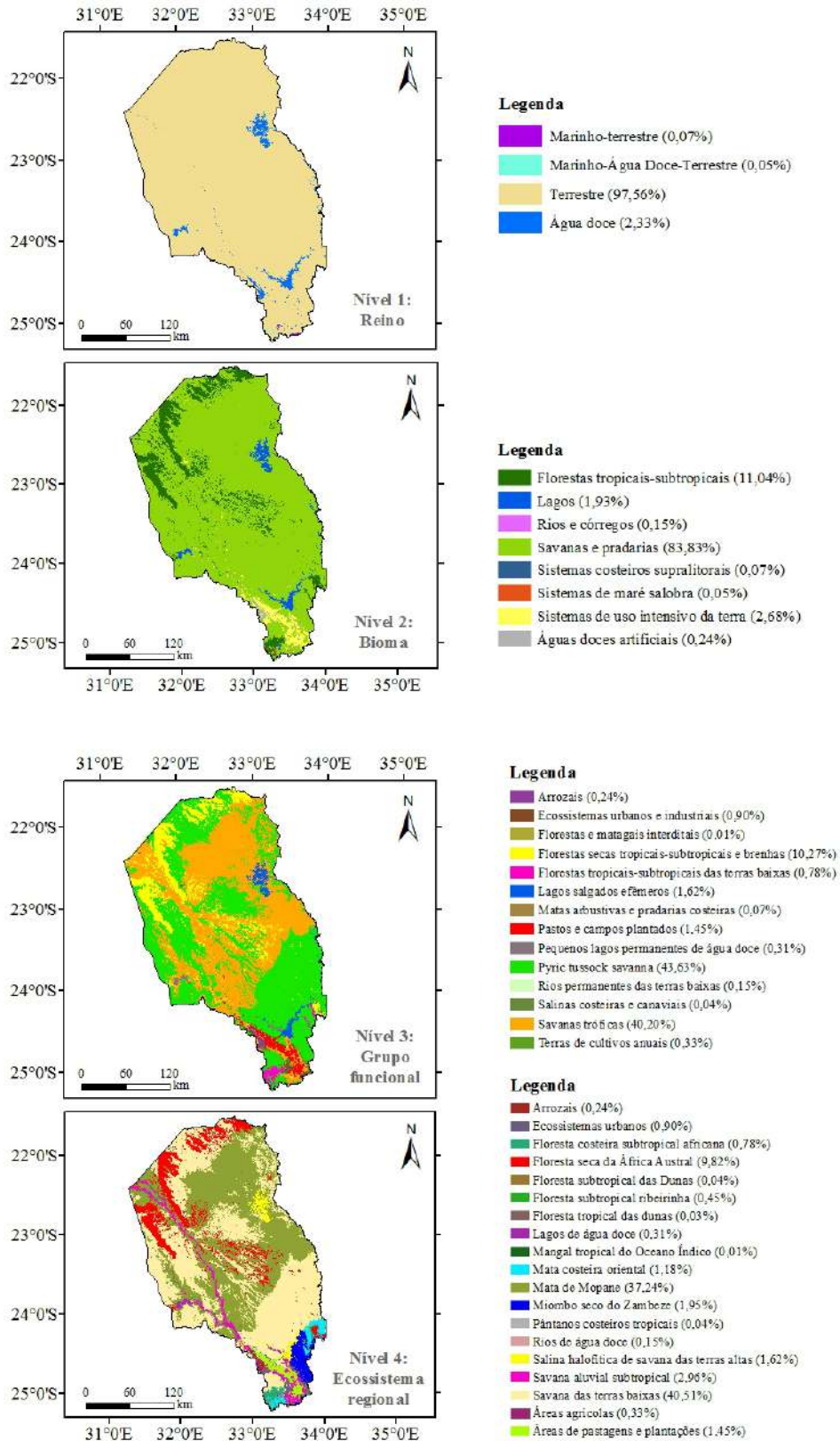


Figura 5: Mapa dos níveis 1 (Reino), 2 (Bioma), 3 (Grupo funcional) e 4 (Ecossistema regional).

Os ecossistemas menos dominantes no corredor são: Floresta de mangal do Oceano Índico, com 5,83 km² (0,01%); Brenha das dunas de Inhambane, com 21,57 km² (0,03%); Floresta das dunas de Zongoene, com 24,44 km² (0,04%) e Pântanos costeiros tropicais do Macuane, com 25,69 (0,04%). Os ecossistemas terrestres dominam o corredor (97,6%). Esses resultados são similares aos reportados nos estudos anteriores. Por exemplo, FNDS (2020) encontrou também maior proporção dos ecossistemas terrestres no corredor. Lötter et al. (2021) reportaram também maior dominância dos ecossistemas Mata de Mopane do sul, Mata arenosa de Chacate de Gaza e Mata das terras baixas do Limpopo que os restantes ecossistemas ao longo do corredor.

O número de ecossistemas reportados neste estudo (27) é superior ao registado por estudos anteriores na área. Por exemplo, Wild & Barbosa (1967) identificaram 13 ecossistemas, Marzoli (2007) registou 14 ecossistemas e Lötter et al. (2021) reportaram 21 ecossistemas. Curiosamente, a quantidade de ecossistemas identificados e mapeados na área aumenta à medida que surgem imagens de média e alta resolução e algoritmos poderosos. Estes resultados realçam a importância de uso de imagens de resolução espacial satisfatória para o mapeamento de ecossistemas porque as imagens de baixa resolução espacial podem omitir os ecossistemas de menor proporção; como resultado, os mapas tornam-se inaplicáveis a nível local.

A dominância da Mata de Mopane do sul, Mata arenosa de Chacate de Gaza e Mata das terras baixas do Limpopo pode ser devido à abundância de condições ambientais favoráveis para a sua ocorrência e maior competitividade das suas espécies que os restantes ecossistemas. Ademais, esses ecossistemas adaptam-se com maior facilidade em ambientes secos, com baixo índice de aridez e produtividade e variadas formas de relevo. Por exemplo, foi observado no campo que a Mata de Mopane do sul adapta-se em terras baixas (p.e., Chókwè) bem como em terras altas (p.e., Mapai) com precipitação média anual (PMA) de 511 mm e carbono médio do solo de 32,6 t ha⁻¹.

Por outro lado, 95,7% da área total do corredor predomina o clima semiárido, com uma PMA de até 527,1 mm e carbono médio do solo de 31,9 t ha⁻¹, o que pode justificar a escassez dos ecossistemas menos adaptados ao clima semiárido. Por sua vez, os factores antropogénicos são também uma das causas da redução da proporção dos outros ecossistemas no corredor; por exemplo, o desmatamento e degradação dos ecossistemas naturais. Durante a visita no campo, foram observados alguns factores de desmatamento, tais como: destruição de ecossistemas naturais para construção de bebedouros de gado e plantação de culturas anuais. Observou-se também certos

factores de degradação, tais como: produção de lenha e carvão e, uso de estacas de menor diâmetro para produção de tomate.

Tabela 1: Área de cada ecossistema

Ecossistema	Área (km ²)	%
Mata de Mopane do Sul	19843,54	29,7
Mata arenosa de Chacate de Gaza	10795,01	16,16
Mata das terras baixas do Limpopo	8847,26	13,24
Pradaria arbustiva arenosa de Nwambyia-Pumbe	5502,9	8,24
Mata de Mopane da Cordilheira do Limpopo	5036,63	7,54
Floresta seca de Mecrusse	2925,32	4,38
Brenha arenosa de Nwambiya	2444,92	3,66
Vegetação aluvial de Maputo	1975,38	2,96
Pradaria arbustiva do norte dos Libombos	1347,38	2,02
Miombo costeiro de Inhambane	1300,87	1,95
Floresta arenosa do save	1187,41	1,78
Depressão salgada do interior de Banhine	1081,42	1,62
Campos de cultivos não arbóreos do Baixo Limpopo	968,99	1,45
Áreas habitacionais	598,16	0,9
Pradaria arbustiva arenosa do Tembe	567,38	0,85
Pradaria arbórea de palmar de Inharime	569,41	0,85
Floresta costeira do Bilene	517,99	0,78
Floresta ribeirinha do Limpopo-Elefantes	301,95	0,45
Pradaria arbórea costeira de Maputaland	218,71	0,33
Agricultura itinerante	223,47	0,33
Lago de água doce	209,9	0,31
Campos de arroz do Complexo agro-industrial de Chókwè	161,68	0,24
Rio	100,94	0,15
Pântanos costeiros tropicais do Macuane	25,69	0,04
Floresta das dunas de Zongoene	24,44	0,04
Brenha das dunas de Inhambane	21,57	0,03
Floresta de mangal do Oceano Índico	5,83	0,01
Total	66823,96	100

As estimativas de área total de alguns ecossistemas neste estudo (Tabela 1) são superiores e/ou inferiores às reportadas em outros estudos na área. Por exemplo, as estimativas de área total da Floresta arenosa do save (962,13 km²), Pradaria arbustiva do norte dos Libombos (1149,33 km²), Floresta ribeirinha do Limpopo-Elefantes (93,98 km²), Brenha das dunas de Inhambane (14,54 km²) e Lago (48,42 km²), registadas por Lötter et al. (2021) são inferiores às do presente estudo.

Entretanto, as áreas da Vegetação aluvial de Maputo (3869,13 km²), Pradaria arbustiva arenosa do Tembe (797,0 km²) e Pradaria arbórea costeira de Maputaland (364,37 km²), reportadas pelos mesmos autores são superiores às registadas neste estudo.

As diferenças nas estimativas das áreas dos ecossistemas pode ser devido à resolução espacial e o período de aquisição das imagens de satélite usadas para o mapeamento. Lötter et al. (2021) usaram imagens de Landsat 7 adquiridas em 2000 e reamostradas para uma resolução espacial de 150 m x 150 m; enquanto no presente estudo, usou-se imagens de Landsat 8 com uma resolução espacial de 30 m x 30 m. Surpreendentemente, a área total da Floresta costeira do Bilene (517,99 km²) encontrada neste estudo, é quase a mesma registada por Lötter et al. (2021), 157,6 km². Este resultado sugere que o ecossistema ainda está bem conservado apesar da intensificação dos factores de desmatamento e degradação florestal observados no corredor.

O bom estado de conservação da Floresta costeira do Bilene pode ser devido ao elevado número de áreas dentro do ecossistema, destinadas para serviços culturais. Aliás, esse ecossistema detém uma das prestigiadas áreas sagradas do Corredor do Limpopo- a Floresta sagrada de Chirindzene. Além disso, dentro do ecossistema, registou-se várias áreas de propriedades privada, tais como áreas comunitárias para fins de conservação em Chissano (Oeste do Limpopo), fazendas para produção animal (coelhos, porcos, etc.) usando recursos locais em Macuane e Chibissene (Sul do Bilene) e áreas destinadas para cultos tradicionais em Tuane (Sul do Bilene).

A cobertura das Áreas habitacionais (598,16 km²) deste estudo é superior à reportada por Marzoli (2007) (41 km²), o que significa que alguns ecossistemas naturais foram convertidos em áreas habitacionais nos últimos 16 anos. Este cenário pode ser devido ao aumento da população humana verificado durante esse período na área; durante esse período, a população aumentou em 227036 habitantes (INE, 2007; INE, 2021).

4.1.1. Precisão do mapa da ocupação actual dos tipos de ecossistemas

A precisão geral do mapa de ecossistemas do presente estudo foi de 95,77% ± 0,72% (desvio padrão). Este resultado indica que 96% das feições no mapa foram correctamente classificadas. Este resultado é superior ao reportado por estudos anteriores na área e noutras regiões do país e do mundo. Geralmente, a PG de mapeamento varia de 42 a 96%, com uma média de 85% (Ye et al., 2018); sendo assim, a PG do mapa desta pesquisa encontra-se acima da média, o que significa

que o mapeamento foi satisfatório (Baker et al., 2006; Ferreira et al., 2007; Stehman & Wickham, 2011). A diferença entre a PG da área de estudo com os outros estudos pode ser devido à diferença nos tipos de imagens, algoritmos e métodos de classificação entre os estudos (Bertol et al., 2022). Uma imagem de alta e média resolução gera maior PG que uma imagem de baixa resolução (Stehman & Foody, 2019; Zheng et al., 2021). Os algoritmos não paramétricos (p.e., Random Forest) geram melhor PG que os algoritmos paramétricos (p.e, maximum likelihood) (Gislason et al., 2006; Louarn et al., 2017).

Em média, a precisão do produtor foi de 93,3% (erro de omissão = 6,7%), enquanto a precisão de utilizador foi de 91,7% (erro de comissão = 8,3%) (Tabela 2), sugerindo alta qualidade do mapeamento e adequabilidade do método utilizado (Khyami, 2021). A Vegetação aluvial de Maputo e Campos de arroz do Complexo agro-industrial de Chókwè tiveram a menor precisão do produtor (58,1%) e de utilizador (78%), respectivamente. Assim, 58,1% da distribuição real da Vegetação aluvial de Maputo é mostrada no mapa; as restantes feições estão inclusas nos ecossistemas artificiais (p.e, áreas habitacionais, Complexo agro-industrial de Chókwè e Campos de cultivos não arbóreos do Baixo Limpopo) devido à confusão entre as assinaturas espectrais. Resultados similares a estes foram reportados por Gounaridis et al. (2016) e FNDS (2020).

Por outro lado, pode-se dizer que somente 78% da proporção dos Campos de arroz do Complexo agro-industrial de Chókwè no mapa corresponde à realidade no campo e os restantes 22% referem-se a outros ecossistemas (Vegetação aluvial de Maputo e Floresta costeira do Bilene). Essa confusão é devido à mistura de pixels devido às actividades humanas; por exemplo, as pessoas no corredor invadem a Vegetação aluvial de Maputo e a transformam em campos de arroz, aumentando a heterogeneidade na área. Como resultado, aumenta o número de pixels mistos; um pixel misto é um elemento de imagem que representa uma área ocupada por mais de um ecossistema (Roosta & Saradjian, 2007).

A heterogeneidade de uma região causa a confusão entre as assinaturas espectrais dos alvos na superfície da terra (Gounaridis et al., 2016). A maior percentagem de precisão do produtor foi 100 (erro de omissão = 0), que pertenceu ao Rio, Floresta arenosa do save, Floresta de mangal do Oceano Índico, Pântanos costeiros tropicais do Macuane, Floresta ribeirinha do Limpopo-Elefantes e Campos de arroz do Complexo agro-industrial de Chókwè. Os ecossistemas que tiveram a maior precisão de utilizador (100%) foram: Floresta arenosa do save, Pradaria arbustiva

do norte dos Libombos, Pradaria arbustiva arenosa de Nwambyia-Pumbe e Pradaria arbórea de palmar de Inharime.

As precisões de produtor (PP) e utilizador (PU) de alguns ecossistemas são superiores e/ou inferiores aos reportados em outros estudos. Por exemplo, para áreas habitacionais (PP= 82%, PU= 80,4%), Mucova et al. (2018) encontrou uma PP de 96,9% e PU de 91,5%; para a Floresta seca de Mecrusse (PP= 98,3%, PU= 89,2%), FNDS (2020) encontrou uma PP de 71,1% e PU de 84%; para a Floresta de mangal do Oceano Índico (PP= 100%, PU= 96%), Bosire et al. (2014) registaram uma PP de 83,4% e PU de 84,4%; para a Agricultura itinerante (PP= 75,5%, PU= 80%), Gounaridis et al. (2016) registaram uma PP de 55,9% e PU de 83,7%. As diferenças nos resultados de PP e PU pode ser devido às diferenças nas metodologias, dados de referências e resolução das imagens usadas e, as características de cada área de estudo.

Tabela 2: Matriz de confusão (erro) para avaliação da precisão do mapa dos ecossistemas. Onde PU é precisão do utilizador, PP é precisão do produtor e SD é o desvio padrão. O erro de omissão obtém-se subtraindo 100% por PP e, a subtração entre 100 e PU obtém-se o erro de comissão.

Classe*	Dados de referência																														
	1	2	3	4	5	7	9	10	11	12	13	14	15	16	19	23	24	25	29	30	31	38	39	40	41	43	44	Total	PU	SD	
1	48									1			1		1													51	94,1	3,3	
2		54				1							1	1													3	60	90,0	3,9	
3			58		1	4	1																				1	65	89,2	3,9	
4				53																								53	100	0,0	
5					62									1														63	98,4	1,6	
7						116			2																			118	98,3	1,2	
9						1	71									1	2											75	94,7	2,6	
10								54																				54	100	0,0	
11									67		1				1						1							70	95,7	2,4	
12										46			4		1													51	90,2	4,2	
13											66																	66	100	0	
14												53				1												54	98,1	1,9	
15													47			1										2		50	94,0	3,4	
16		2			1		3	1		1				40		1											1	50	80,0	5,7	
19		8														43	1											52	82,7	5,3	
23		1							2	1	1		1	4		41												51	80,4	5,6	
24																	51											51	100	0,0	
25		7									1							42										50	84,0	5,2	
29		5																	44	1								50	88,0	4,6	
30						4								1							47							52	90,4	4,1	
31	1	10																				39						50	78,0	5,9	
38		1									4																	50	90,0	4,3	
39																						2	48					50	96,0	2,8	
40	2																							48				50	96,0	2,8	
41		4																							45		1	50	90,0	4,3	
43													5	1		1			1								42	50	84,0	5,2	
44		1	1								2																	60	64	93,8	3,1
Total	51	93	59	53	64	126	75	55	71	49	69	59	53	53	44	50	53	42	45	49	39	47	48	48	45	44	66	1550			
PP	94,1	58,1	98,3	100	96,9	92,1	94,7	98,2	94,4	93,9	95,7	89,8	88,7	75,5	97,7	82,0	92,2	100	97,8	95,9	100	95,7	100	100	100	95,5	90,9				
SD	0,7	3,9	2,8	0,0	1,8	0,9	0,4	0,3	2,6	2,9	1,9	8,1	5,0	8,4	3,8	13,8	15,6	0,0	0,3	10,0	0	0,8	0,0	0,0	0,0	14,7	1,4				

*1: Floresta Costeira do Bilene, 2: Vegetação aluvial de Maputo; 3: Floresta seca de Mecrusse; 4: Floresta arenosa do save, 5: Brenha arenosa de Nwambiya, 7: Mata de Mopnae do sul, 9: Mata arenosa de Chacate de Gaza, 10: Pradaria arbustiva do norte dos Libombos, 11: Mata das terras baixas do Limpopo, 12: Pradaria arbustiva arenosa do Tembe, 13: Pradaria arbustiva arenosa de Nwambyia-Pumbe, 14: Miombo costeiro de Inhambane, 15: Pradaria arbórea costeira de Maputaland, 16: Agricultura itinerante, 19: Campos de cultivos não arbóreos do Baixo Limpopo, 23: Áreas habitacionais, 24: Pradaria arborea de palmar de Inharime, 25: Rio, 29: Lago de água doce, 30: Depressão salgada do interior de Banhine, 31: Campos de arroz do Complexo agro-industrial de Chókwe, 38: Brenha das dunas de Inhambane, 39: Floresta de mangal do oceano indico, 40: Pântanos costeiros tropicais do Macuane, 41: Floresta ribeirinha do Limpopo-Elefantes; 43: Floresta das dunas de Zongoene, 44: Mata de Mopane da Cordilheira do Limpopo.

4.2. Diversidade, estrutura e composição florística dos ecossistemas

Em todo corredor, registou-se 724 espécies de plantas, sendo 270 arbóreas, 80 arbustivas, 40 lianas, 41 trepadeiras, 20 rastejantes, 147 herbáceas, 86 gramíneas, 1 carnívora, 10 bulbosas, 2 palmeiras, 6 rizomas e 21 suculentas. Os resultados indicam que as espécies arbóreas (37%) dominam a área de estudo. As espécies carnívoras (0,1%) são as mais raras na área; elas somente foram registadas nos Pântanos costeiros tropicais do Macuane.

Esses resultados são similares aos encontrados por Stalmans & Carvalho (2002) e Lötter et al. (2021), na qual afirmam que as espécies de árvores e arbustos dominam o Corredor do Limpopo, embora não registaram espécies carnívoras. Todavia, a riqueza total de espécies (S) obtida neste estudo é superior à reportada por outros estudos no país; por exemplo, Lisboa et al. (2022) reportaram somente 216 espécies de plantas em Manica.

Tabela 3: Comparação das métricas de estrutura, diversidade e composição florística entre os ecossistemas com base no teste de Kruskal-Wallis. Onde S é a riqueza de espécies, Dens. é a densidade, Margalef é o índice de Margalef, E é a equitabilidade de Pielou e H' é o índice de Shannon-Wiener.

Hábito da planta	P-valor				
	S	Dens.	Margalef	E	H'
Árvore	0,0052	1.46e-07	0,0045	0,011	0,00013
Arbusto	0,00013	0,055	4.02e-05	0,092	0,00085
Liana	1.49e-05	0,0039	2.34e-06	0,0054	8.47e-06
Trepadeira	0,0073	6.6e-06	2.16e-07	1.65e-05	4.49e-07
Rastejante	0,0073	0,052	0,30	0,29	0,29
Palmeira	5.96e-06	1.40e-06	0,32	0,32	0,32
Suculenta	0,0099	0,020	0,012	0,027	0,020
Herbácea	0,00012	0,00067	4.55e-05	0,032	6.98e-05
Gramínea	0,00011	7.29e-05	0,00052	0,049	0,00083
Rizomatosa	5.16e-05	5.48e-05	0,0017	0,0017	0,0017
Bulbosa	6.24e-05	6.26e-05	1.e-05	1.e-05	1.e-05
Regeneração	1.43e-05	3.48e-05	5.72e-05	0,038	0,00026

A riqueza, densidade, equitabilidade e diversidade de espécies arbóreas variaram significativamente entre os ecossistemas com base no teste de Kruskal-Wallis (Tabela 3). A maior diversidade de espécies arbóreas observou-se na Floresta costeira do Bilene (H'= 2,81); a Floresta seca de Mecrusse teve a menor diversidade arbórea (H'= 0,20).

A baixa diversidade de espécies na Floresta seca de Mecrusse é devido ao efeito alelopático que a espécie dominante (*Androstachys johnsonii*) dessa floresta possui (Magalhães, 2015). *A. Johnsonii*

liberta substâncias químicas que inibem o crescimento das outras espécies de plantas dentro do ecossistema; consequentemente, essa relação antibiótica reduz a diversidade de espécies desse ecossistema. Além disso, é por causa desse efeito que a densidade arbórea desse ecossistema é superior que a dos outros ecossistemas dentro do corredor. Uma vez que, a competição interespecífica dentro do ecossistema é muito baixa e, os indivíduos da *A. Johnsonii* sempre levam a melhor vantagem devido às suas poderosas substâncias inibidoras do crescimento das outras espécies.

A diversidade arbórea foi superior na Floresta costeira do Bilene devido às favoráveis condições climáticas do ecossistema. Esse ecossistema cresce em clima subúmido seco, com maior produtividade e precipitação que certos ecossistemas do clima semiárido (Poggio et al., 2021), o que favorece o crescimento de diversas espécies. A reduzida riqueza de espécies arbóreas nos pântanos pode ser devido ao ambiente característico do ecossistema. Por ser uma área permanentemente inundada, algumas espécies são incapazes de crescer, embora sejam ecossistemas altamente produtivos (Du Toit et al., 2021).

A Pradaria arbustiva arenosa de Nwambyia-Pumbe apresentou maior diversidade de espécies arbustivas ($H' = 2,46$). Estes resultados são similares aos reportados por Stalmans & Carvalho (2002) e Lötter et al. (2021), na qual registaram maior diversidade de espécies na Pradaria arbustiva arenosa de Nwambyia-Pumbe que outros ecossistemas do corredor. Factores como precipitação, produtividade, temperatura e solos podem estar por detrás da elevada diversidade de espécies de natureza arbustiva. Trata-se de um ecossistema arenoso semiárido, com solos vermelhos e temperaturas quentes. Essas condições podem favorecer o crescimento de espécies de baixa estatura adaptadas aos ambientes com déficit hídrico.

A Floresta costeira do Bilene revelou a maior diversidade de lianas ($H' = 2,65$) e trepadeiras ($H' = 2,43$); a menor diversidade registou-se na Floresta seca de Mecrusse ($S = 1$). Estes resultados são similares aos reportados por Lötter et al. (2021) na área. Lianas e trepadeiras são espécies que vivem através de relações simbióticas dentro do ecossistema; a sua diversidade pode aumentar com aumento dos estratos no ecossistema (Smith & Smith, 2015). A Floresta costeira do Bilene tem uma estrutura vertical muito complexa em relação aos outros ecossistemas, o que sugere mais recursos e maior diversidade das lianas e trepadeiras. Em contrapartida, a baixa heterogeneidade da estrutura da Floresta de Mecrusse é uma das razões da baixa diversidade de trepadeiras e lianas.

A riqueza, densidade, equitabilidade e diversidade de espécies de herbáceas variaram significativamente entre os ecossistemas com base no teste de Kruskal-Wallis (Tabela 3). A Pradaria arbórea costeira de Maputaland revelou a maior diversidade de herbáceas ($H' = 2,96$), enquanto a Floresta seca de Mecrusse revelou a menor diversidade ($H' = 1,01$). Estes resultados confirmaram a revelação do Steege et al. (1998), na qual concluíram que a densidade de herbáceas em um ecossistema passa facilmente $10000 \text{ ind. ha}^{-1}$. A elevada diversidade de herbáceas na Pradaria arbórea costeira de Maputaland pode ser devido à heterogeneidade do solo desse ecossistema; quanto maior for a diversidade do solo, maior é a diversidade de herbáceas (Steege et al., 1998). Além disso, a considerável disponibilidade da luz no estrato inferior verificada nos ecossistemas pode ser um dos factores do aumento da diversidade de herbáceas e gramíneas.

A diversidade, densidade, equitabilidade e riqueza de espécies de gramíneas foi baixa nos ecossistemas densos (p.e., florestas) que abertos (p.e., pradarias, matas). A reduzida densidade arbórea e baixa estrutura vertical nos ecossistemas abertos são uma das razões da alta diversidade de gramíneas; como resultado, o estrato graminal é dominante nesses ecossistemas (Smith & Smith, 2015). As árvores (esciófitas) são um dos factores controladores da densidade das gramíneas (heliófitas) nos ecossistemas densos, reduzindo a disponibilidade de recursos como luz e espaço para as gramíneas. Em ecossistemas abertos como pradarias, o recurso luz é abundante e a densidade das árvores é reduzida; como resultado, essas condições favorecem a prosperidade das gramíneas (Smith & Smith, 2015).

A Figura 6 descreve a diversidade de espécies (interpolada/observada e extrapolada/estimada) para os primeiros cinco ecossistemas mais abundantes no corredor. A biodiversidade vegetal (observada e extrapolada) foi significativamente maior na Mata das terras baixas do Limpopo, Mata de Mopane do sul e Pradaria arbustiva arenosa de Nwambya-Pumbe que nos restantes ecossistemas (Figura 6A). Ademais, a Mata das terras baixas do Limpopo apresentou a maior diversidade de plantas não lenhosas (Figura 6C); isso pode ser devido à abundância de condições favoráveis para a sobrevivência dessas plantas, tais como precipitação e produtividade do solo (Korell et al., 2015; Craven et al., 2016; Token et al., 2022).

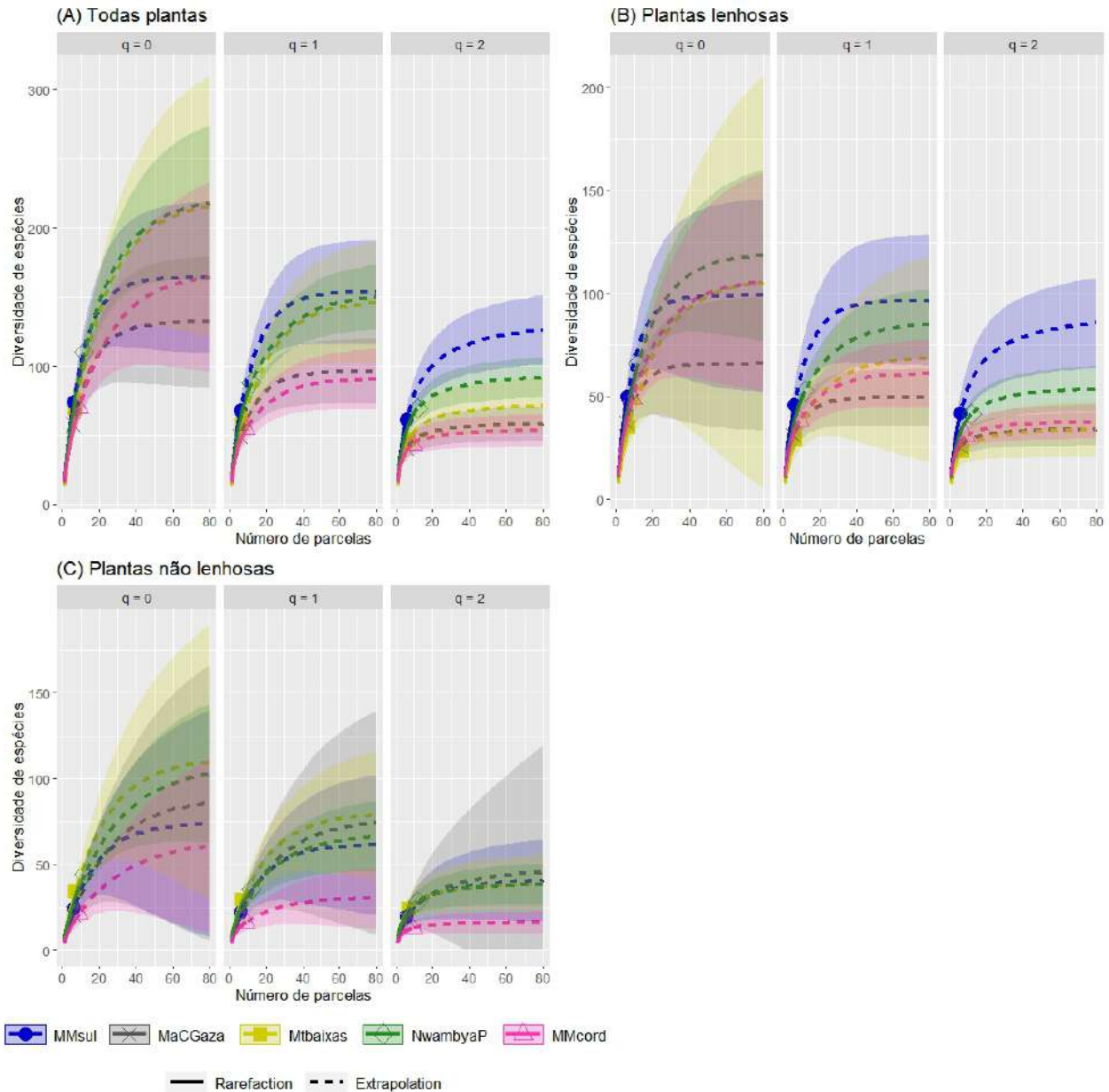


Figura 6: Curvas de rarefação e extrapolação baseadas no número de parcelas entre os primeiros cinco ecossistemas mais abundantes no corredor, com intervalo de confiança (IC) de 95%. Hill numbers: riqueza de espécies ($q = 0$), entropia de Shannon ($q = 1$), 552 e entropia de Simpson ($q = 2$). Onde Mmsul: Mata de Mopane do sul, MaCGaza: Mata arenosa de Chacate de Gaza, Mtbaixas: Mata das terras baixas do Limpopo, NwambyaP: Pradaria arbustiva arenosa de Nwambya-Pumbe e MMcord: Mata de Mopane da Cordilheira do Limpopo.

A Mata de Mopane da Cordilheira do Limpopo teve a menor biodiversidade vegetal; isso não deveria ser uma surpresa, visto que Stalmans & Carvalho (2002) e Lötter et al. (2021) reportaram também menor biodiversidade vegetal nesse ecossistema. A reduzida diversidade nesse ecossistema pode estar associada ao domínio do clima árido e semiárido, o que cria dificuldades

para a prosperidade de certas espécies, em particular as adaptadas apenas aos ambientes com maior precipitação (Craven et al., 2016; Chen et al., 2018).

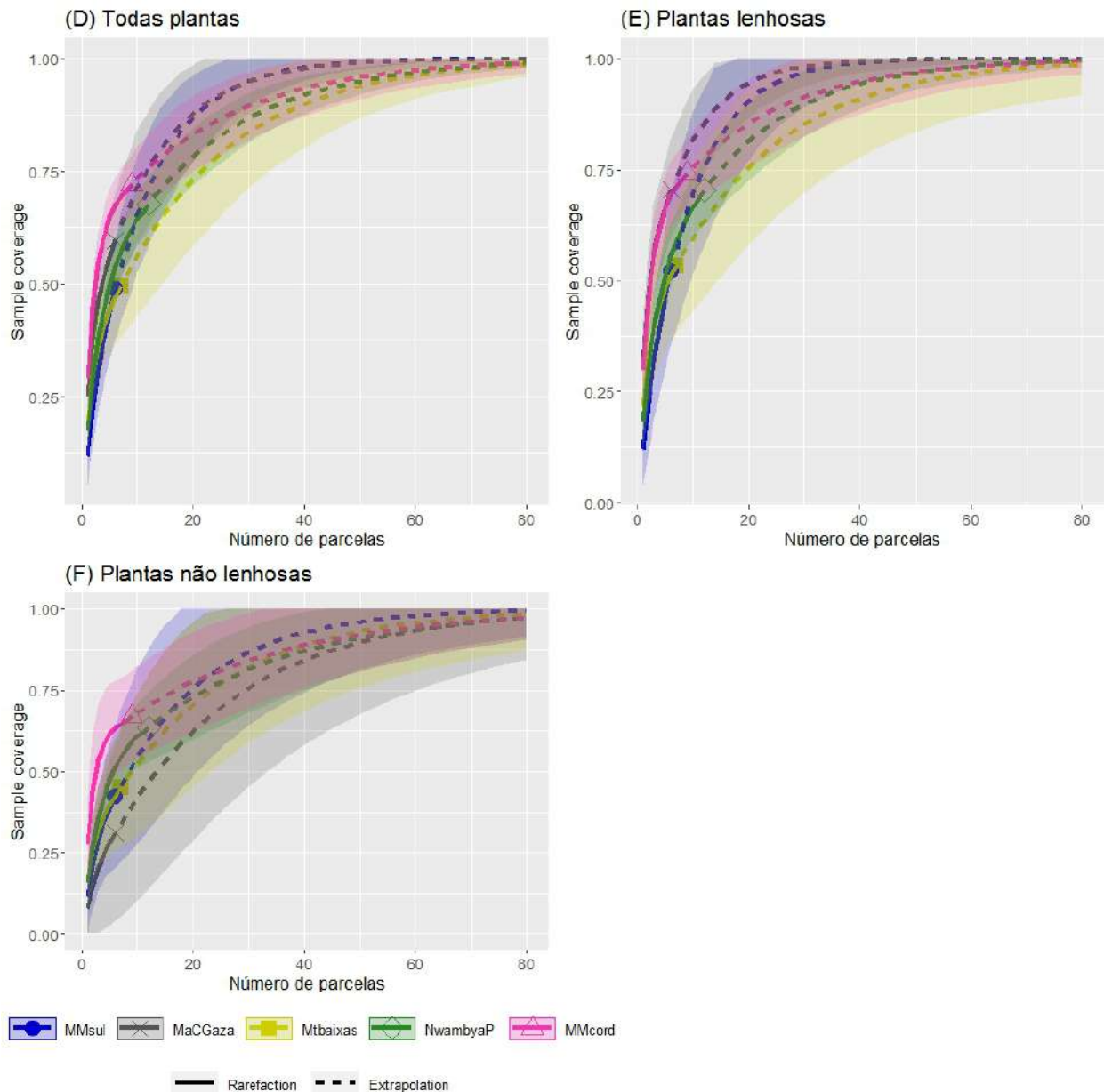


Figura 7: Cobertura amostral (*sample coverage*) das espécies nos primeiros cinco ecossistemas mais abundantes no corredor, com intervalo de confiança (IC) de 95%. Onde Mmsul: Mata de Mopane do sul, MaCGaza: Mata arenosa de Chacate de Gaza, Mtbaixas: Mata das terras baixas do Limpopo, NwambyaP: Pradaria arbustiva arenosa de Nwambya-Pumbe e MMcord: Mata de Mopane da Cordilheira do Limpopo.

Os resultados revelaram que a biodiversidade vegetal aumenta com o aumento do tamanho amostral em todos ecossistemas (Figura 7). As curvas de extrapolação de plantas lenhosas na Mata de Mopane do sul e Mata arenosa de Chacate de Gaza atingem a sua estabilidade a partir de 50

parcelas (Figura 7E), sugerindo suficiência de amostragem e, que a sua riqueza aumentaria insignificativamente com uma cobertura amostral maior que este. Todavia, a extrapolação sugere que os restantes ecossistemas precisariam de pelo menos 80 parcelas para cobrir todas espécies lenhosas desses ecossistemas. Em todos ecossistemas, a biodiversidade vegetal atingiu a sua estabilidade depois da extrapolação (Figura 7D), indicando que as parcelas estabelecidas foram insuficientes para amostrar completamente essa biodiversidade (Gotelli & Chao, 2013).

4.2.1. Variabilidade da diversidade de espécies entre ecossistemas

A Figura 8 ilustra a dissimilaridade entre os ecossistemas dentro do corredor. Com base no teste de PERMANOVA ($P=0,001$), existe uma clara dissimilaridade significativa entre os ecossistemas quanto à composição florística. Quanto às espécies arbóreas, a Floresta seca de Mecrusse é diferente dos restantes ecossistemas. Essa diferença deve ser devido às condições peculiares que essa floresta possui (alelopatia). Isso evita que o ecossistema compartilhe maior quantidade de espécies com os restantes; consequentemente, ele torna-se significativamente diferente dos demais ecossistemas. Registou-se uma ligeira semelhança entre Floresta ribeirinha do Limpopo-Elefantes e Vegetação aluvial de Maputo; Brenha das dunas de Inhambane e Pântanos costeiros tropicais do Macuane e, Mata de Mopane da Cordilheira do Limpopo e Mata de Mopnae do sul.

Verificou-se também uma semelhança entre a Pradaria arbustiva arenosa de Nwambyia-Pumbe, Floresta arenosa do save, Brenha arenosa de Nwambiya e Mata arenosa de Chacate de Gaza. A razão da semelhança deve ser devido à proximidade geográfica entre os ecossistemas (Smith & Smith, 2015). Além do mais, esses ecossistemas partilham as mesmas condições ambientais-temperatura, tipo de clima e precipitação (Fick & Hijmans, 2017; Zomer et al., 2022) embora verifique-se uma diferença entre eles quanto à produtividade e propriedades físicas e químicas do solo (Poggio et al., 2021).

Em termos de espécies de arbustos, a Pradaria arbustiva arenosa do Tembe, Pradaria arbustiva arenosa de Nwambyia-Pumbe, Brenha das dunas de Inhambane e Floresta seca de Mecrusse diferem consideravelmente dos demais. A produtividade e o solo podem ser um dos factores limitantes da partilha de espécies de arbustos entre os ecossistemas. Contudo, verificou-se uma semelhança considerável, por exemplo, entre Vegetação aluvial de Maputo e Pântanos costeiros tropicais do Macuane. Isso sugere que esses ecossistemas partilham certas espécies de arbustos

embora tenham fisionomia e estrutura diferentes. A razão da considerável semelhança entre eles pode ser devido à similaridade na temperatura e precipitação (Fick & Hijmans, 2017).

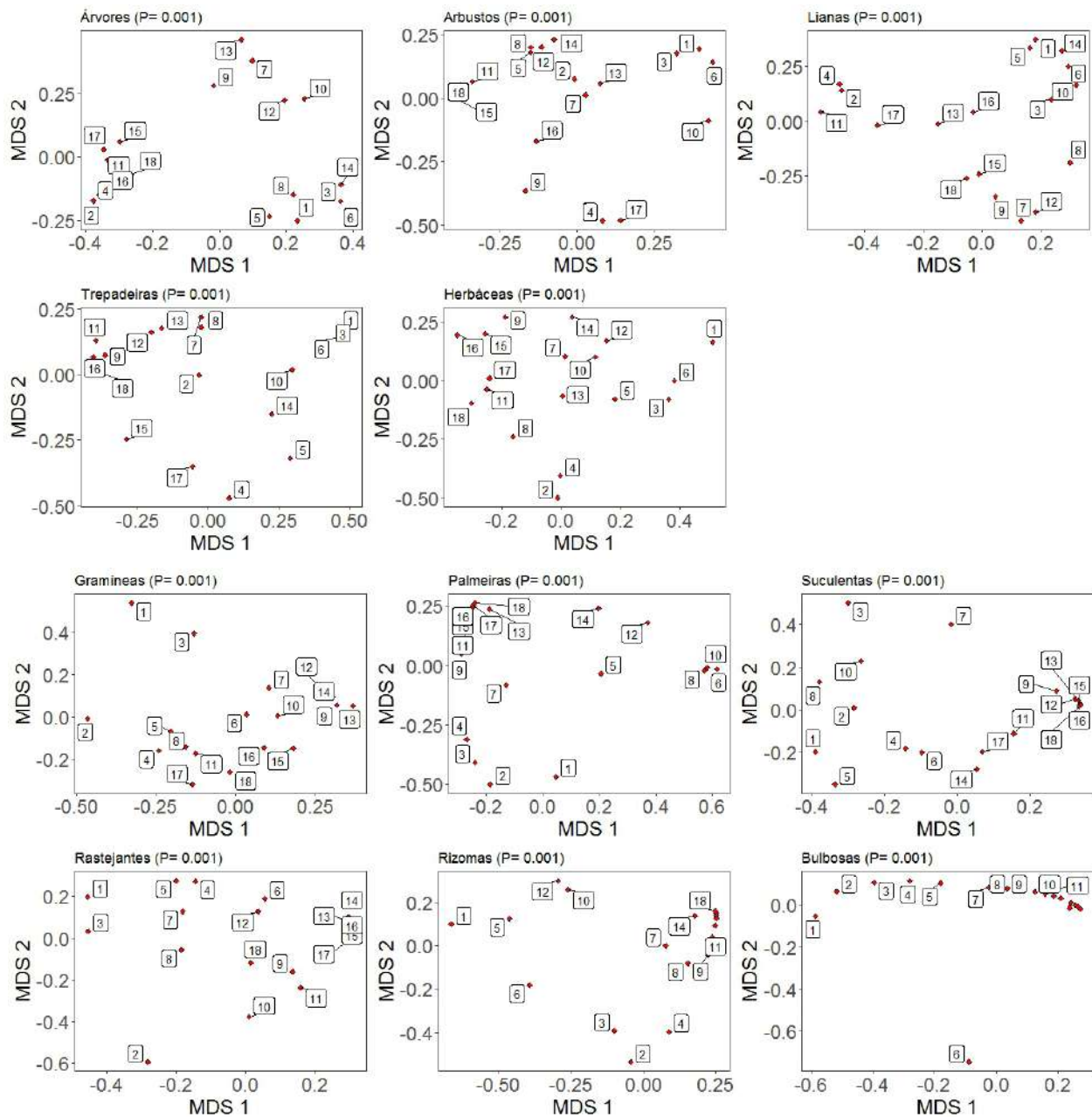


Figura 8: Dissimilaridade entre os ecossistemas através do Escalonamento Multidimensional (MDS). Onde p, é o P-valor obtido por meio de teste de PERMANOVA; 1: Floresta Costeira do Bilene, 2: Mata das terras baixas do Limpopo, 3: Pradaria arbustiva arenosa do Tembe, 4: Pradaria arbustiva arenosa de Nwambyia-Pumbe, 5: Miombo costeiro de Inhambane, 6: Pradaria arbórea costeira de Maputaland, 7: Vegetação aluvial de Maputo, 8: Pradaria arborea de palmar de Inharme, 9: Floresta seca de Mecrusse, 10: Brenha das dunas de Inhambane, 11: Floresta arenosa do save, 12: Pântanos costeiros tropicais do Macuane, 13: Floresta ribeirinha do Limpopo-Elefantes, 14: Floresta das dunas de Zongoene, 15: Mata de Mopane da Cordilheira do Limpopo, 16: Brenha arenosa de Nwambyia, 17: Mata de Mopnae do sul, 18: Mata arenosa de Chacate de Gaza.

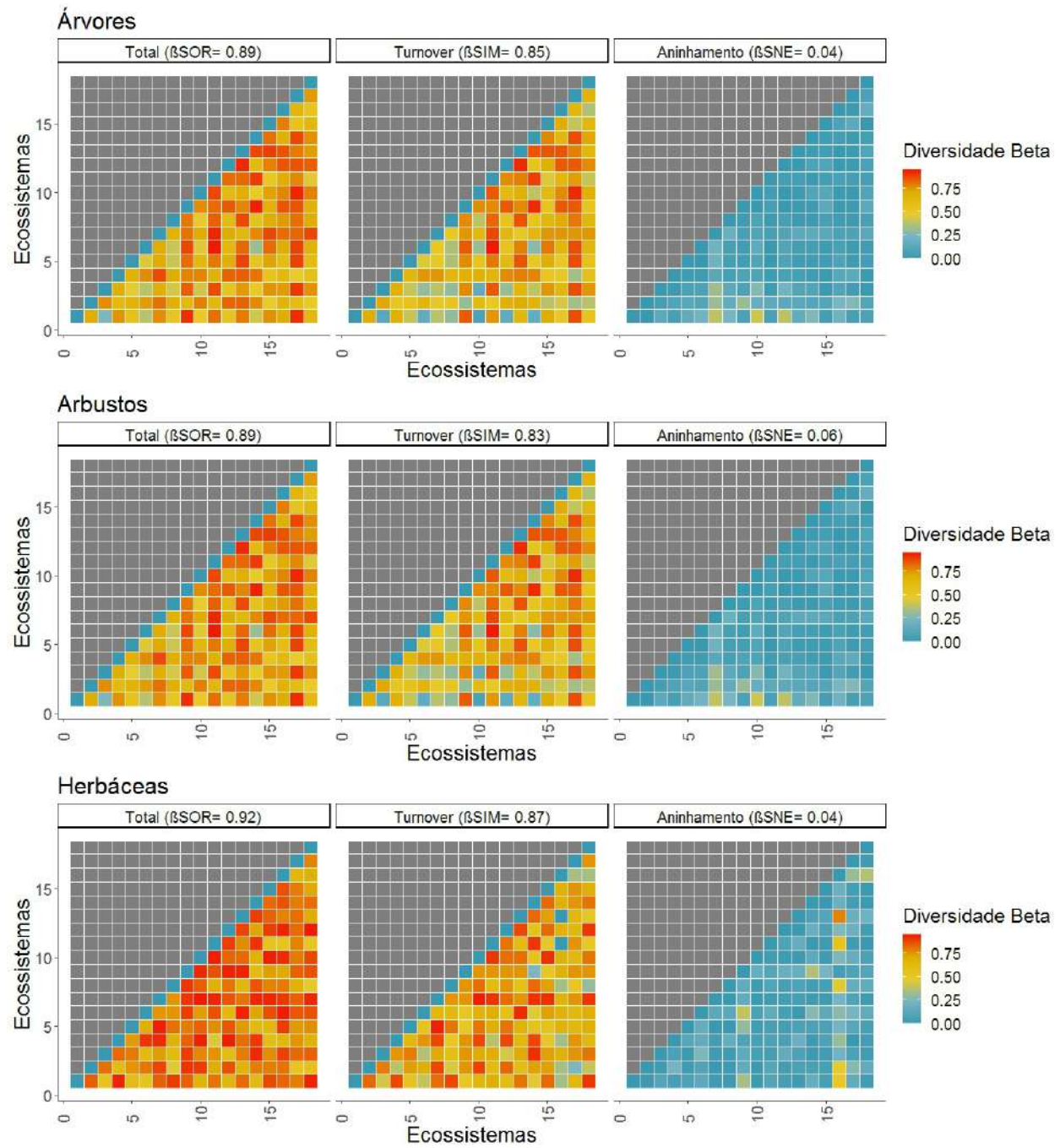
Registou-se uma similaridade considerável entre a Mata das terras baixas do Limpopo e Pradaria arbustiva arenosa de Nwambyia-Pumbe. Curiosamente, esses ecossistemas não partilham os mesmos ecótonos; a razão da similaridade pode ser devido à partilha do mesmo tipo de clima-semiárido (Zomer et al., 2022). Observou-se uma similaridade notável entre a Floresta seca de Mecrusse, Brenha arenosa de Nwambiya e Mata arenosa de Chacate de Gaza quanto às espécies de trepadeiras; as razões dessa similaridade podem ser os seguintes: proximidade geográfica, similaridade nas condições climáticas e a alta capacidade competitiva das espécies em comum.

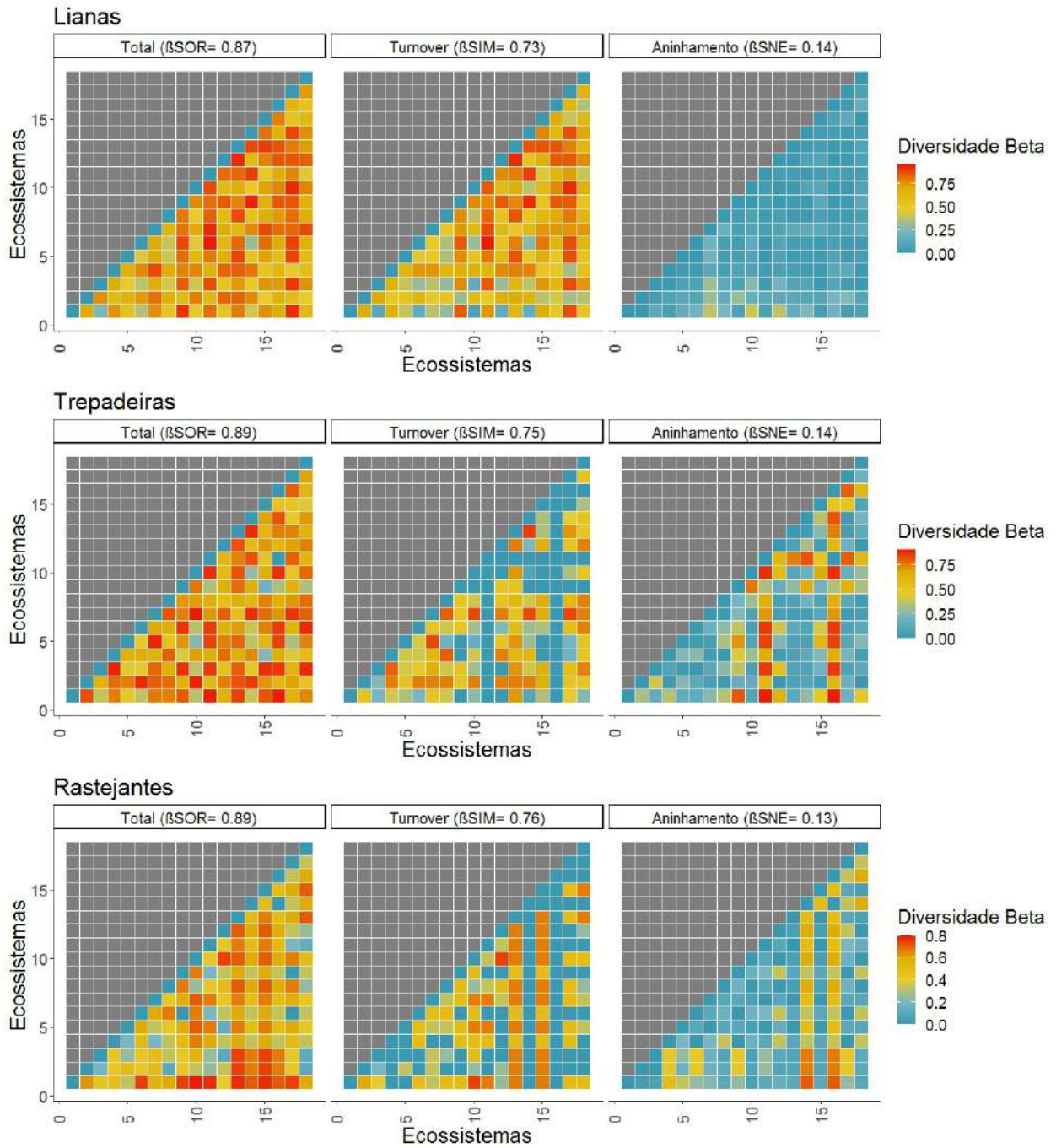
Quanto às herbáceas, os ecossistemas são significativamente dissimilares entre si, o que significa que eles compartilham poucas espécies de herbáceas. Entretanto, registou-se uma ligeira similaridade entre Mata das terras baixas do Limpopo e Pradaria arbustiva arenosa de Nwambyia-Pumbe. Em relação à gramíneas, surpreendentemente a Floresta costeira do Bilene, Mata das terras baixas do Limpopo, Pradaria arbustiva arenosa do Tembe e Pradaria arbórea costeira de Maputaland diferem notavelmente entre si embora partilhem os mesmos limites; além disso, eles diferem significativamente com os restantes ecossistemas na área quanto à gramíneas.

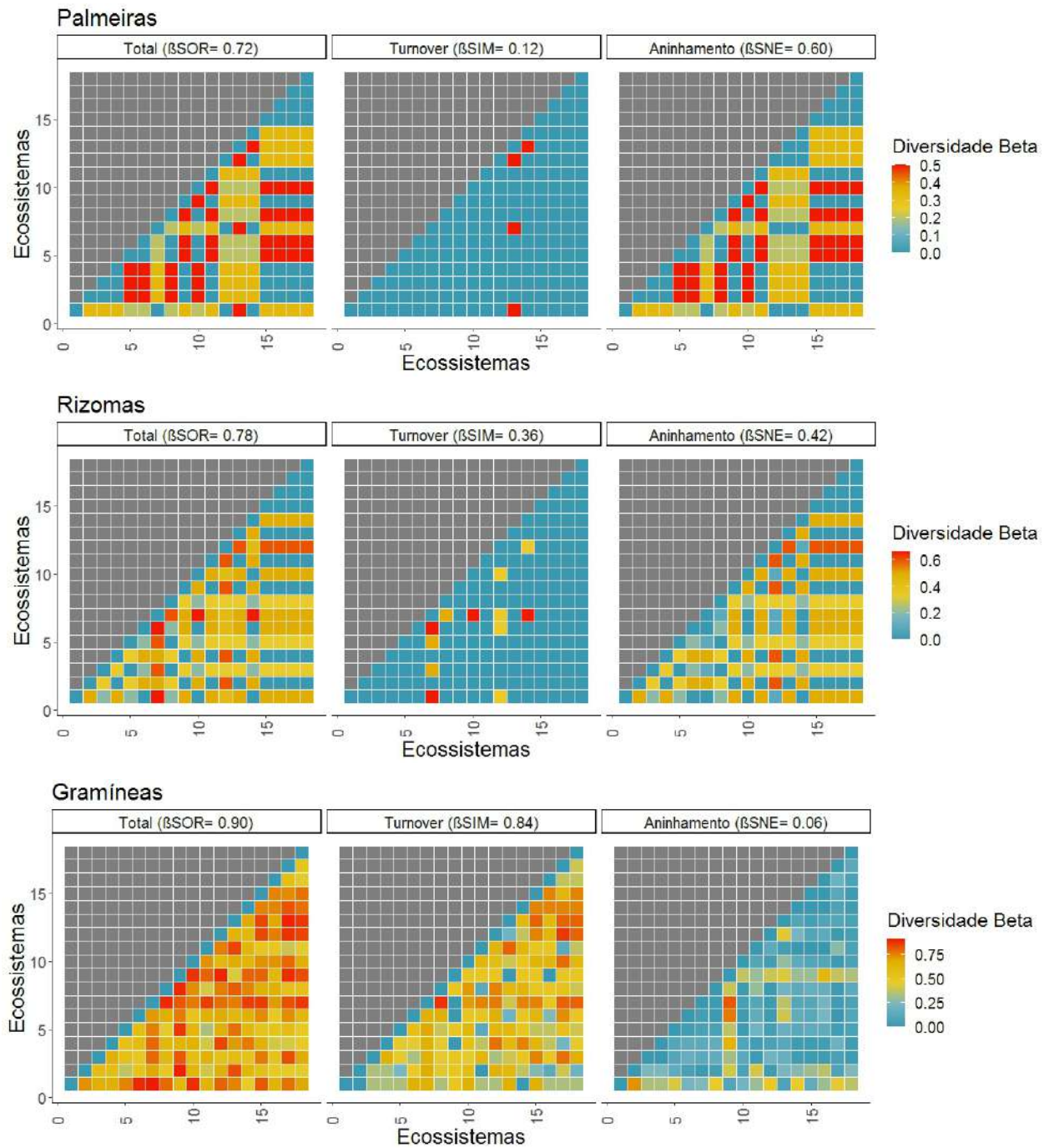
A Pradaria arbórea costeira de Maputaland difere significativamente com os demais quanto às espécies de rizomas e bulbosas; aliás, foi nesse ecossistema que observou-se a menor diversidade de rizomas e maior diversidade e densidade de bulbosas. Com estes resultados, pode-se dizer que os ecossistemas compartilham poucas espécies de rizomas e bulbosas e, algumas são exclusivas a certos ecossistemas (Jost, 2006; Baselga, 2010).

4.2.2. Diversidade beta total

A Figura 9 ilustra os resultados da diversidade beta no Corredor do Limpopo. Quanto às espécies arbóreas, a diversidade beta total foi de 0,89 com *turnover* e aninhamento de 0,85 e 0,04, respectivamente. Estes resultados sugerem que 85% da variabilidade da diversidade de espécies arbóreas no corredor é devido à substituição (troca) de espécies de ecossistema para ecossistema e, somente 4% é devido à perda de espécies. A competição, filtro ambiental e eventos históricos podem ser as causas dessa substituição (Leprieur et al., 2011; Legendre, 2014). Por exemplo, verifica-se uma considerável variação na diversidade de espécies quando se desloca de qualquer ecossistema para Floresta de Mecrusse (Figura 9); isso pode ser devido à estratégia (alelopatia) que *A. Johnsonii* usa para competição por recursos, o que acaba excluindo as outras espécies no ecossistema.







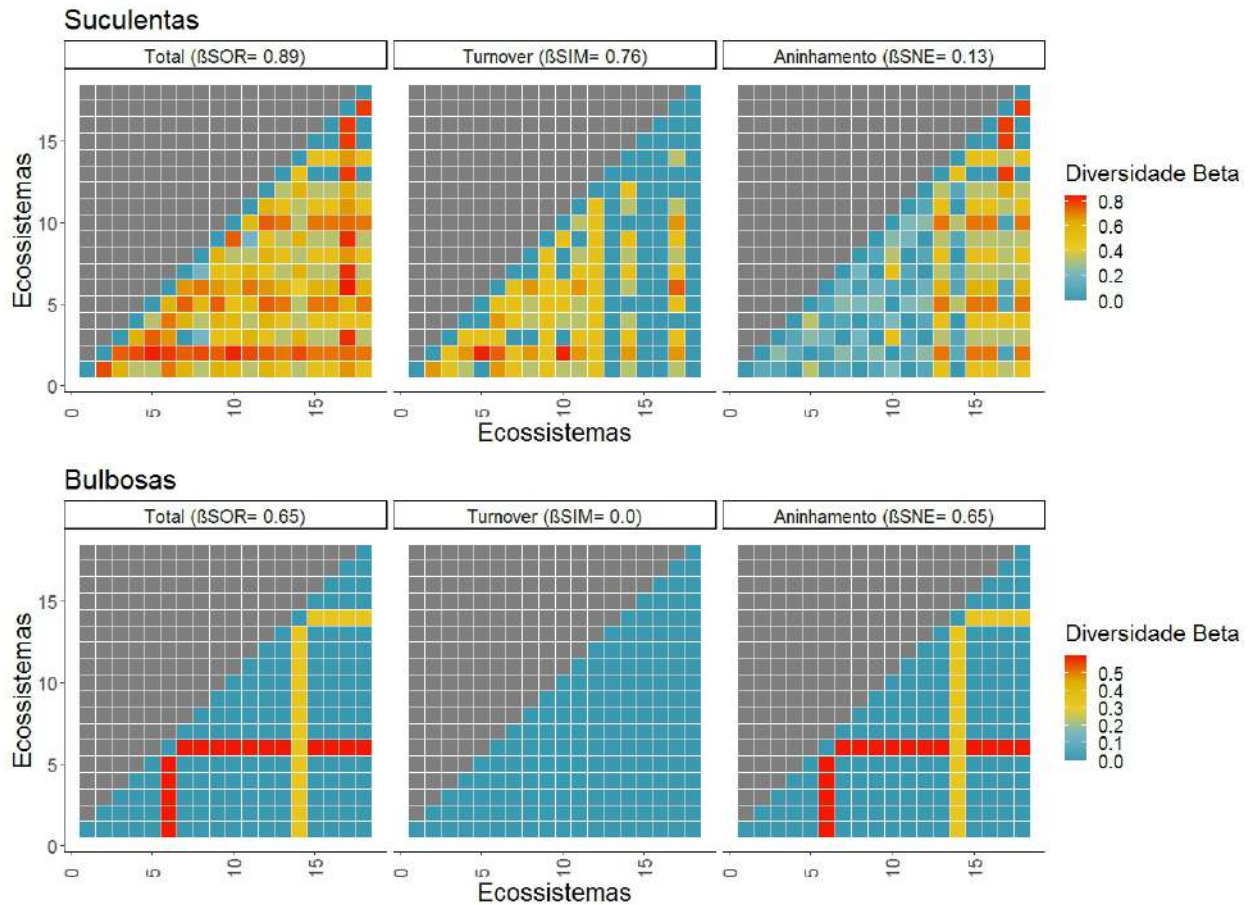


Figura 9: Componentes da beta diversidade dos ecossistemas. Onde 1: Floresta Costeira do Bilene, 2: Mata das terras baixas do Limpopo, 3: Pradaria arbustiva arenosa do Tembe, 4: Pradaria arbustiva arenosa de Nwambyia-Pumbe, 5: Miombo costeiro de Inhambane, 6: Pradaria arbórea costeira de Maputaland, 7: Vegetação aluvial de Maputo, 8: Pradaria arborea de palmar de Inharrime, 9: Floresta seca de Mecrusse, 10: Brenha das dunas de Inhambane, 11: Floresta arenosa do save, 12: Pântanos costeiros tropicais do Macuane, 13: Floresta ribeirinha do Limpopo-Elefantes, 14: Floresta das dunas de Zongoene, 15: Mata de Mopane da Cordilheira do Limpopo, 16: Brenha arenosa de Nwambyia, 17: Mata de Mopnae do sul, 18: Mata arenosa de Chacate de Gaza

As espécies apenas podem coexistir se elas tiverem características fisiológicas, comportamentais e morfológicas que lhes permitem superar as barreiras impostas por factores abióticos e interações interespecíficas no ecossistema (Cornwell et al., 2006). As espécies que não apresentarem essas características não conseguirão se estabelecer no ecossistema. As que conseguirem passar por esse filtro ambiental, poderão competir com as outras espécies que também passaram pelo mesmo filtro desde que cada uma delas tenha características e estratégias diferentes de seus potenciais competidores na disputa por um recurso (Barbosa et al., 2009).

Em relação às espécies herbáceas, a diversidade beta total foi de 0,92, sendo que 87% da variação é devido à *turnover* e apenas 4% causada pela perda de espécies. Observou-se uma troca notável de espécies herbáceas de Miombo costeiro de Inhambane para Vegetação aluvial de Maputo e

vice-versa (Figura 9). Essa troca pode ser devido aos eventos históricos que ocorreram na área e processos evolutivos, para além de competição e filtro ambiental (Leprieur et al., 2011; Legendre, 2014). Mudança a longo prazo nas condições ambientais afecta directamente a diversidade de espécies; muitas espécies são excluídas e substituídas por outras (Smith & Smith, 2015).

Registou-se uma perda significativa de espécies herbáceas da Floresta ribeirinha do Limpopo-Elefantes (S= 23) para Brenha arenosa de Nwambiya (S= 2); isso é devido à baixa disponibilidade de condições favoráveis para a coexistência das herbáceas nessa brenha (Baselga, 2010; Baselga & Orme, 2012; Legendre, 2014). Herbáceas são espécies de estratégia r e intolerantes à sombra; a sua densidade e riqueza aumentam com o aumento da disponibilidade de recursos. A produtividade da Brenha arenosa de Nwambiya é baixa que a da Floresta ribeirinha do Limpopo-Elefantes (Poggio et al., 2021). No campo, observou-se também que o recurso luz é reduzido na Brenha arenosa de Nwambiya que na Floresta ribeirinha do Limpopo-Elefantes. Nessa floresta, observou-se inúmeras vastas clareiras e corpos de água tais como rios, riachos e lagoas. Essas condições são cruciais para a prosperidade das herbáceas (Willie et al., 2017).

A diversidade beta total das lianas e trepadeiras foi de 0,87 e 0,89, respectivamente. Registou-se uma variação significativa na diversidade de trepadeiras causada pela aninhamento (14%); por exemplo, da Pradaria arbustiva arenosa do Tembe para Floresta arenosa do save e vice-versa (Figura 9). A diversidade de lianas variou significativamente devido à troca de espécies entre ecossistemas. Uma alta diversidade beta total também foi registada para espécies de gramíneas (0,90), palmeiras (0,72), rizomas (0,78), suculentas (0,89), rastejantes (0,89) e bulbosas (0,65), sendo maior parte da variação causada pela troca de espécies. Contudo, a variação da diversidade de palmeiras, rizomas e bulbosas é devido à perda de espécies entre ecossistemas; por exemplo, da Floresta das dunas de Zongoene e Pradaria arbórea costeira de Maputaland para qualquer ecossistema ocorreu uma perda significativa de espécies bulbosas. Ademais, ocorreu uma perda considerável de espécies de rizoma de ecossistemas do clima subhúmido seco para semiárido

4.2.3. Descrição dos tipos de ecossistemas

Floresta costeira do Bilene

Reino: Terrestre

Bioma: Florestas tropicais-subtropicais

Grupo funcional: Florestas tropicais-subtropicais das terras baixas

Ecosistema regional: Floresta costeira subtropical africana

Distribuição: Bilene, Chibuto e Limpopo.



Figura 10: Floresta costeira do Bilene. Local: Chibissene, Bilene. Fonte: o Autor

Composição florística

Árvores: *Azelia quanzensis*, *Albizia adianthifolia*, *Albizia versicolor*, *Alchornea laxiflora*, *Anacardium occidentale*, *Annona senegalensis*, *Antidesma venosum*, *Apodytes dimidiata*, *Blighia unijugata*, *Brachylaena discolor*, *Bridelia micranta*, *Catunaregam obovata*, *Citrus limon*, *Clausena anisata*, *Clerodendrum glabrum*, *Combretum apiculatum*, *Combretum hereroense*, *Combretum zeyheri*, *Commiphora neglecta*, *Deinbollia oblongifolia*, *Dialium schlechteri*, *Dichrostachys cinérea*, *Dodonaea viscosa*, *Dolichandrone alba*, *Euclea natalensis*, *Ficus sycomorus*, *Garcinia livingstonei*, *Hymenocardia ulmoides*, *Lagynias lasiantha*, *Lanea schweinfurthii*, *Margaritaria discoidea*, *Markhamia zanzibarica*, *Melia azedarach*, *Millettia grandis*, *Mimusops caffra*, *Morus mesozygia*, *Ochna arborea*, *Olax dissitiflora*, *Oxyanthus speciosus*, *Ozoroa obovata*, *Psydrax locuples*, *Rhus lanceolata*, *Rothmannia fischeri*, *Salacia leptoclada*, *Strychnos henningsii*, *Strychnos madagascariensis*, *Strychnos spinosa*, *Sapium integerrimum*, *Sarcostemma parvifolia*, *Sclerocarya birrea*, *Syzygium cordatum*, *Syzygium*

guineense, *Tabernaemontana elegans*, *Trema orientale*, *Tricalysia lanceolata*, *Trichilia emetica*, *Turraea floribunda*, *Vachellia robusta* e *Zanthoxylum delagoense*.

Arbustos: *Aneilema dregeanus*, *Caesalpinia bonduc*, *Crotalaria monteiroi*, *Diospyros villosa*, *Fagara humilis*, *Helichrysum kraussii*, *Hippocratea crenata*, *Indigofera hirsuta*, *Justicia petiolaris*, *Lantana camara*, *Leucas glabrata*, *Ochna natalitia*, *Pavetta catophylla*, *Phyllanthus reticulatus*, *Pollichia campestris*, *Sida cordifolia*, *Tecomaria capensis*, *Vernonia colorata* e *Xylothea kraussiana*.

Lianas: *Adenia gummifera*, *Albertisia delagoensis*, *Ancylobothrys petersiana*, *Bridelia catártica*, *Capparis sepiaria*, *Capparis tomentosa*, *Cissampelos hirta*, *Cissampelos mucronata*, *Clematis viridiflora*, *Landolphia kirkii*, *Landolphia parvifolia*, *Loeseneriella crenata*, *Maclura africana*, *Monanthes caffra*, *Rhoicissus revoilii*, *Salvadora persica*, *Sarcostemma viminale*, *Secamone delagoensis*, *Secamone parvifolia*, *Synaptolepis kirkii*, *Uvaria gracilipes* e *Vachellia kraussiana*.

Trepadeiras: *Abrus petersiana*, *Abrus precatorius*, *Albertisia delagoensis*, *Cassytha filiformis*, *Cissus integrifolia*, *Cissus quadrangulares*, *Cocculus hirsutus*, *Cryptolepis obtusa*, *Dioscorea buchananii*, *Gloriosa superba*, *Passiflora edulis*, *Protasparagus falcatus*, *Protasparagus plumosus*, *Rhynchosia caribaea*, *Rhynchosia minima*, *Searsia natalensis*, *Smilax kraussii* e *Tragia okanyua*.

Rastejantes: *Centella asiatica*, *Dicerocaryum senecioides*, *Flagellaria guineenses*, *Ipomoea magnusiana* e *Ipomoea obscura*.

Palmeira: *Phoenix reclinata*.

Suculentas: *Aloe littoralis* e *Sansevieria hyacinthoides*.

Herbáceas: *Achyranthes aspera*, *Aerva lanata*, *Aneilema arenicola*, *Astripomoea malvacea*, *Asystasia gangetica*, *Clitoria ternata*, *Commelina africana*, *Commelina benghalensis*, *Hibiscus surattensis*, *Ipomoea bolusiana*, *Justicia flava*, *Microsorium scolopendria*, *Polygala erioptera*, *Pteridium aquilinum*, *Senecio madagascariensis*, *Stylochiton maximus*, *Triumfetta pentandra*, *Vernonia fastigiata* e *Zamioculcas zamiifolia*.

Gramíneas: *Eragrostis cylindriflora* e *Panicum heterostachyum*.

Rizomas: *Parinari capensis* e *Salacia kraussii*.

Estrutura e diversidade de espécies

Tabela 4: Estrutura e diversidade de espécies de plantas da Floresta costeira do Bilene. Onde S é a riqueza de espécies, Dens. é a densidade, Margalef é o índice de Margalef, E é a equitabilidade de Pielou, H' é o índice de Shannon-Wiener, Diam. é o DAP/diâmetro do colo.

Hábito da planta	S	Dens.	Diam.	Ht	Margalef	E	H'
Árvore	59	860	8,89	10,72	2,96	0,86	2,81
Arbusto	19	168	1,18	2,64	2,46	0,81	2,40
Liana	22	389	2,05	14,77	2,57	0,86	2,65
Trepadeira	18	161	_____	_____	2,34	0,84	2,43
Rastejante	5	12	_____	_____	0,85	0,72	1,16
Palmeira	1	3	_____	_____	_____	_____	_____
Suculenta	2	42	_____	_____	0,17	0,40	0,28
Herbácea	19	88889	_____	_____	1,32	0,86	2,53
Gramínea	2	15556	_____	_____	0,08	0,99	0,68
Rizomatosa	2	21	_____	_____	0,19	0,83	0,58
Bulbosa	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____
Carnívora	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____
Regeneração	66	5187	2,24	5,12	2,50	0,77	2,51

Características do ambiente abiótico do ecossistema

Tabela 5: descrição abiótica da Floresta costeira do Bilene. Onde Prof.- é a profundidade do solo, Dg- é a densidade aparente, Frag.- é o total volumétrico de fragmentos grosseiros, CTC- é a capacidade de troca catiônica, TMA- é a temperatura média anual e PMA- é a precipitação média anual.

Descrição	Variável	Média	Prof. (cm)
Propriedades físicas do solo	Dg (cg/cm ³)	809,8	0-200
	Argila (g/kg)	1148,6	0-200
	Frag. (cm ³ /dm ³)	214,6	0-200
	Area (g/kg)	4118,5	0-200
	Limo (g/kg)	729,3	0-200
Propriedades químicas do solo	CTC (mmol(c)/kg)	836,6	0-200
	Nitrogênio (cg/kg)	957,4	0-200
	Carbono do solo (t ha ⁻¹)	41,1	0-30
	pH	5,8	0-200
Clima	TMA (°C)	23,0	_____
	PMA (mm)	964,1	_____
Topografia	Declividade (%)	3,5	_____
	Altitude (m)	50,4	_____

Vegetação aluvial de Maputo

Reino: Terrestre

Bioma: Savanas e pradarias

Grupo funcional: Savanas tróficas

Ecossistema regional: Savana aluvial subtropical

Distribuição: Ao longo do Rio Limpopo e dos Elefantes



Figura 11: Vegetação aluvial de Maputo. Local: Zongoene, Limpopo. Fonte: o Autor

Composição florística

Árvores: *Azelia quanzensis*, *Albizia versicolor*, *Combretum apiculatum*, *Dichrostachys cinerea*, *Diospyros mespiliformis*, *Ficus sycomorus*, *Garcinia livingstonei*, *Lannea schweinfurthii*, *Millettia stuhlmannii*, *Philenoptera violacea*, *Prosopis juliflora*, *Sclerocarya birrea*, *Sesbania sesban*, *Strychnos madagascariensis*, *Strychnos spinosa*, *Terminalia sericea*, *Vachellia xanthophloea* e *Xylothea kraussiana*.

Arbustos: *Ipomoea carnea*, *Abutilon englerianum*, *Abutilon lauraster*, *Azima tetracantha*, *Helichrysum kraussii*, *Indigofera podophylla*, *Lantana camara*, *Phyllanthus reticulatus*, *Pluchea dioscoridis*, *Ricinus communis*, *Senna occidentalis*, *Solanum incanum*, *Solanum panduriforme*, *Vernonia amygdalina* e *Vernonia poskeana*.

Liana: *Combretum paniculatum*.

Trepadeiras: *Cardiospermum halicacabum*, *Cissampelos hirta*, *Cocculus hirsutus*, *Rhynchosia minima* e *Vigna vexillata*.

Rastejantes: *Dicerocaryum senecioides*, *Euphorbia mossambicensis*, *Ipomoea batatas* e *Sesuvium portulacastrum*.

Palmeira: *Phoenix reclinata*.

Suculenta: *Opuntia ficus-indica*.

Herbáceas: *Achyranthes aspera*, *Justicia flava*, *Ageratum conyzoides*, *Argemone mexicana*, *Astripomoea malvacea*, *Borreria difusa*, *Chamaesyce hirta*, *Chenopodium ambrosioides*, *Conyza canadenses*, *Gnaphalium argyrosphaerum*, *Helichrysum candolleanum*, *Leonotis nepetifolia*, *Ocimum canum*, *Parthenium hysterophorus*, *Sansevieria hyacinthoides*, *Senecio madagascariensis*, *Senecio polyanthemoides*, *Sonchus oleraceus* e *Xanthium strumarium*.

Gramineas: *Cyperus rotundus*, *Bulbostylis burchellii*, *Centella asiatica*, *Chloris gayana*, *Cynodon dactylon*, *Cyperus articulatus*, *Cyperus papyrus*, *Digitaria abyssinica*, *Eragrostis aspera*, *Eragrostis ciliares*, *Eragrostis heteromera*, *Fimbristylis bivalves*, *Merremia tridentata*, *Panicum coloratum*, *Panicum deustum*, *Panicum maximum*, *Perotis patens*, *Phragmites australis*, *Phragmites mauritanus*, *Setaria incrassata*, *Sporobolus virginicus*, *Typha capensis*, *Urochloa engleri*, *Urochloa mosambicensis* e *Zea mays*.

Rizomas: *Dietes iridioides* e *Musa sp.*

Estrutura e diversidade de espécies

Tabela 6: Estrutura e diversidade de espécies de plantas da Vegetação aluvial de Maputo. Onde S é a riqueza de espécies, Dens. é a densidade, Margalef é o índice de Margalef, E é a equitabilidade de Pielou, H' é o índice de Shannon-Wiener, Diam. é o DAP/diâmetro do colo.

Hábito da planta	S	Dens.	Diam.	Ht	Margalef	E	H'
Árvore	18	38	10	12	1,30	0,90	1,75
Arbusto	15	138	0,81	1,20	1,43	0,95	2,19
Liana	1	20	2,85	11,56	_____	_____	_____
Trepadeira	5	103	_____	_____	0,66	0,98	1,57
Rastejante	4	38	_____	_____	0,20	0,97	0,67
Palmeira	1	13	_____	_____	_____	_____	_____
Suculenta	1	25	_____	_____	_____	_____	_____
Herbácea	19	31111	_____	_____	1,11	0,93	2,51
Gramínea	25	130000	_____	_____	1,37	0,93	2,73
Rizomatosa	2	28	_____	_____	0,21	0,99	0,69
Bulbosa	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____
Carnívora	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____
Regeneração	2	67	3,62	4,37	0,16	0,84	0,58

Características do ambiente abiótico

Tabela 7: Descrição abiótica da Vegetação aluvial de Maputo. Onde Prof.- é a profundidade do solo, Dg- é a densidade aparente, Frag.- é o total volumétrico de fragmentos grosseiros, CTC- é a capacidade de troca catiônica, TMA- é a temperatura média anual e PMA- é a precipitação média anual.

Descrição	Variável	Média	Prof. (cm)
Propriedades físicas do solo	Dg (cg/cm ³)	836,0	0-200
	Argila (g/kg)	1881,2	0-200
	Frag. (cm ³ /dm ³)	281,8	0-200
	Area (g/kg)	2847,5	0-200
	Limo (g/kg)	1269,9	0-200
Propriedades químicas do solo	CTC (mmol(c)/kg)	1355,4	0-200
	Nitrogênio (cg/kg)	573,2	0-200
	Carbono do solo (t ha ⁻¹)	39,2	0-30
	pH	6,8	0-200
Clima	TMA (°C)	23,9	_____
	PMA (mm)	662,7	_____
Topografia	Declividade (%)	3,0	_____
	Altitude (m)	76,8	_____

Floresta seca de Mecrusse

Reino: Terrestre

Bioma: Florestas tropicais-subtropicais

Grupo funcional: Florestas secas tropicais-subtropicais e brenhas

Ecossistema regional: Floresta seca da África Austral

Distribuição: Chicualacuala, Chibuto, Chigubo, Guijá, Mabalane, Manjacaze, Mapai, Massangena e Massingir.

Composição florística

Árvores: *Crossopteryx febrifuga*, *Androstachys johnsonii*, *Berchemia zeyheri*, *Xeroderris stuhlmannii*, *Brachystegia bussei*, *Cladostemon kirkii*, *Commiphora mollis*, *Commiphora tenuipetiolata*, *Dalbergia melanoxylon*, *Diospyros usambarensis*, *Maerua triphylla*, *Manilkara mochisia*, *Melanodiscus oblongus*, *Newtonia hildebrandtii*, *Sclerocarya birrea*, *Spirostachys africana*, *Strychnos henningsii*, *Strychnos spinosa*, *Strychnos usambarensis*, *Vachellia burk* e *Xylia torreana*.



Figura 12: Floresta seca de Mecrusse. Local: Mavue, Massangena. Fonte: o Autor

Arbustos: *Croton megalocarpus*, *Croton pseudopulchellus*, *Pavetta catophylla* e *Solanum incanum*.

Lianas: *Adenia gummifera*, *Capparis tomentosa*, *Combretum paniculatum*, *Ipomoea albivenia*, *Loeseneriella crenata* e *Vachellia kraussiana*.

Trepadeira: *Cissus quadrangulares*.

Rastejante: *Ipomoea cairica*.

Suculenta: *Stapelia gigantea*.

Herbáceas: *Crassula similis*, *Justicia flava* e *Vigna vexillata*.

Gramíneas: *Panicum maximum*.

Estrutura e diversidade de espécies

Tabela 8: Estrutura e diversidade de espécies de plantas da Floresta seca de Mecrusse. Onde S é a riqueza de espécies, Dens. é a densidade, Margalef é o índice de Margalef, E é a equitabilidade de Pielou, H' é o índice de Shannon-Wiener, Diam. é o DAP/diâmetro do colo.

Hábito da planta	S	Dens.	Diam.	Ht	Margalef	E	H'
Árvore	31	1476	9,67	10,91	1,09	0,09	0,20
Arbusto	4	150	1,20	1,90	0,45	0,56	0,77
Liana	6	72	1,72	7,08	0,85	0,79	1,41
Trepadeira	1	4	_____	_____	_____	_____	_____
Rastejante	1	22	_____	_____	_____	_____	_____
Palmeira	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____
Suculenta	1	4	_____	_____	_____	_____	_____
Herbácea	3	6667	_____	_____	0,18	0,92	1,01
Gramínea	1	4000	_____	_____	_____	_____	_____
Rizomatosa	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____
Bulbosa	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____
Carnívora	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____
Regeneração	12	1844	2,8	4,7	0,85	0,81	1,57

Características do ambiente abiótico

Tabela 9: Descrição abiótica da Floresta seca de Mecrusse. Onde Prof.- é a profundidade do solo, Dg- é a densidade aparente, Frag.- é o total volumétrico de fragmentos grosseiros, CTC- é a capacidade de troca catiônica, TMA- é a temperatura média anual e PMA- é a precipitação média anual.

Descrição	Variável	Média	Prof. (cm)
Propriedades físicas do solo	Dg (cg/cm ³)	868,0	0-200
	Argila (g/kg)	1607,5	0-200
	Frag. (cm ³ /dm ³)	334,7	0-200
	Area (g/kg)	3387,5	0-200
	Limo (g/kg)	1004,9	0-200
Propriedades químicas do solo	CTC (mmol(c)/kg)	1127,6	0-200
	Nitrogênio (cg/kg)	452,8	0-200
	Carbono do solo (t ha ⁻¹)	33,3	0-30
	pH	6,8	0-200
Clima	TMA (°C)	23,9	_____
	PMA (mm)	487,6	_____
Topografia	Declividade (%)	3,4	_____
	Altitude (m)	173,3	_____

Floresta arenosa do save

Reino: Terrestre

Bioma: Florestas tropicais-subtropicais

Grupo funcional: Florestas secas tropicais-subtropicais e brenhas

Ecossistema regional: Floresta seca da África Austral

Distribuição: Chicualacuala e Massangena.



Figura 13: Floresta arenosa do save. Local: Mavue, Massangena. Fonte: o Autor

Composição florística

Árvores:

Balanites maughamii, *Baphia massaiensis*, *Boscia albitrunca*, *Brachylaena Huillensis*, *Cadaba termitaria*, *Cladostemon kirkii*, *Cassia abbreviata*, *Combretum apiculatum*, *Combretum zeyheri*, *Commiphora glandulosa*, *Commiphora neglecta*, *Crossopteryx febrifuga*, *Dalbergia melanoxylon*, *Dalbergia sp.*, *Dichrostachys cinérea*, *Diospyros mossambicensis*, *Ehretia rugosa*, *Guibourtia conjugata*, *Grewia caffra*, *Hugonia orientalis*, *Kigelia africana*, *Kirkia acuminata*, *Maerua triphylla*, *Markhamia zanzibarica*, *Millettia stuhlmannii*, *Monodora junodii*, *Philenoptera bussei*, *Sclerocarya birrea*, *Senna petersiana*, *Sterculia rogersii*, *Strychnos henningsii*, *Strychnos madagascariensis*, *Strychnos potatorum*, *Strychnos usambarensis*, *Tabernaemontana elegans*, *Terminalia sericea*, *Vitex harveyana*, *Xeroderris stuhlmannii* e *Zanthoxylum capense*.

Arbustos: *Abutilon angulatum*, *Indigofera hendecaphylla*, *Pavetta catophylla*, *Sida cordifolia* e *Waltheria indica*.

Lianas: *Combretum paniculatum*, *Loeseneriella crenata*, *Strophanthus kombe* e *Vachellia kraussiana*.

Rastejantes: *Ipomoea cairica* e *Momordica balsamina*.

Suculentas: *Sansevieria hyacinthoides* e *Stapelia gigantea*.

Herbáceas: *Barleria delagoensis*, *Boerhavia diffusa*, *Cyathula spathulifolia*, *Hermannia boraginiflora*, *Indigofera astragalina*, *Sida rhombifolia*, *Triumfetta pentandra*, *Vernonia fastigiata* e *Vernonia poskeana*.

Gramíneas: *Aristida congesta*, *Digitaria argyrostriata*, *Digitaria eriantha*, *Eragrostis cylindriflora*, *Panicum sp.*, *Perotis patens* e *Pogonarthria squarrosa*.

Estrutura e diversidade de espécies

Tabela 10: Estrutura e diversidade de espécies de plantas da Floresta arenosa do save. Onde S é a riqueza de espécies, Dens. é a densidade, Margalef é o índice de Margalef, E é a equitabilidade de Pielou, H' é o índice de Shannon-Wiener, Diam. é o DAP/diâmetro do colo.

Hábito da planta	S	Dens.	Diam.	Ht	Margalef	E	H'
Árvore	39	820	8,53	8,64	2,05	0,65	1,89
Arbusto	5	41	1,04	1,37	0,71	0,76	1,23
Liana	4	550	1,48	6,82	0,36	0,32	0,45
Trepadeira							
Rastejante	2	19			0,21	0,78	0,54
Palmeira							
Suculenta	2	13			0,22	0,50	0,35
Herbácea	9	32222			0,64	0,82	1,80
Gramínea	7	55714			0,47	0,85	1,66
Rizomatosa							
Bulbosa							
Carnívora							
Regeneração	23	9419	2	3,55	0,98	0,34	0,85

Características do ambiente abiótico

Tabela 11: Descrição abiótica da Floresta arenosa do save. Onde Prof.- é a profundidade do solo, Dg- é a densidade aparente, Frag.- é o total volumétrico de fragmentos grosseiros, CTC- é a capacidade de troca catiônica, TMA- é a temperatura média anual e PMA- é a precipitação média anual.

Descrição	Variável	Média	Prof. (cm)
Propriedades físicas do solo	Dg (cg/cm ³)	888,9	0-200
	Argila (g/kg)	1390,9	0-200
	Frag. (cm ³ /dm ³)	392,7	0-200
	Area (g/kg)	3913,3	0-200
	Limo (g/kg)	695,3	0-200
Propriedades químicas do solo	CTC (mmol(c)/kg)	1122,5	0-200
	Nitrogênio (cg/kg)	410,7	0-200
	Carbono do solo (t ha ⁻¹)	30,3	0-30
	pH	6,7	0-200
Clima	TMA (°C)	23,5	_____
	PMA (mm)	557,0	_____
Topografia	Declividade (%)	2,3	_____
	Altitude (m)	260,8	_____

Brenha arenosa de Nwambiya

Reino: Terrestre

Bioma: Florestas tropicais-subtropicais

Grupo funcional: Florestas secas tropicais-subtropicais e brenhas

Ecosistema regional: Floresta seca da África Austral

Distribuição: Chicualacuala e Mapai

Composição florística

Árvores: *Baphia massaiensis*, *Boscia albitrunca*, *Brachylaena discolor*, *Combretum apiculatum*, *Combretum molle*, *Garcinia livingstonei*, *Guibourtia conjugata*, *Hugonia orientalis*, *Margaritaria discoidea*, *Monodora junodii*, *Psyrax locuples*, *Psyrax obovata*, *Pteleopsis myrtifolia*, *Strychnos madagascariensis*, *Strychnos spinosa*, *Vitex harveyana* e *Xylia torreana*.

Arbustos: *Abutilon angulatum*, *Ochna natalitia*, *Pavetta catophylla* e *Waltheria indica*.

Lianas: *Cissampelos hirta*, *Combretum paniculatum*, *Loeseneriella crenata*, *Secamone parvifolia*, *Uvaria gracilipes* e *Uvaria lucida*.



Figura 14: Brenha arenosa de Nwambiya. Local: Chicualacuala Sede, Chicualacuala. Fonte: o Autor

Herbácea: *Sida rhombifolia* e *Vernonia fastigiata*.

Gramíneas: *Aristida adscensionis*, *Bulbostylis burchellii*, *Digitaria argyrostriata*, *Digitaria eriantha*, *Panicum heterostachyum*, *Panicum maximum* e *Perotis patens*.

Estrutura e diversidade de espécies

Tabela 12: Estrutura e diversidade de espécies de plantas da Brenha arenosa de Nwambiya. Onde S é a riqueza de espécies, Dens. é a densidade, Margalef é o índice de Margalef, E é a equitabilidade de Pielou, H' é o índice de Shannon-Wiener, Diam. é o DAP/diâmetro do colo.

Hábito da planta	S	Dens.	Diam.	Ht	Margalef	E	H'
Árvore	17	1242	6,91	9,19	0,84	0,40	0,84
Arbusto	4	366	1,46	2,51	0,40	0,42	0,58
Liana	6	890	0,99	4,86	0,60	0,32	0,58
Trepadeira	—	—	—	—	—	—	—
Rastejante	—	—	—	—	—	—	—
Palmeira	—	—	—	—	—	—	—
Suculenta	—	—	—	—	—	—	—
Herbácea	2	10000	—	—	0,09	0,92	0,64
Gramínea	7	62000	—	—	0,47	0,88	1,71
Rizomatosa	—	—	—	—	—	—	—
Bulbosa	—	—	—	—	—	—	—
Carnívora	—	—	—	—	—	—	—
Regeneração	24	8641	2,33	4,67	0,90	0,45	1,05

Características do ambiente abiótico

Tabela 13: Descrição abiótica da Brenha arenosa de Nwambiya. Onde Prof.- é a profundidade do solo, Dg- é a densidade aparente, Frag.- é o total volumétrico de fragmentos grosseiros, CTC- é a capacidade de troca catiônica, TMA- é a temperatura média anual e PMA- é a precipitação média anual.

Descrição	Variável	Média	Prof. (cm)
Propriedades físicas do solo	Dg (cg/cm ³)	877,1	0-200
	Argila (g/kg)	1387,3	0-200
	Frag. (cm ³ /dm ³)	587,2	0-200
	Area (g/kg)	3847,2	0-200
	Limo (g/kg)	764,9	0-200
Propriedades químicas do solo	CTC (mmol(c)/kg)	1056,1	0-200
	Nitrogênio (cg/kg)	432,8	0-200
	Carbono do solo (t ha ⁻¹)	31,3	0-30
	pH	6,7	0-200
Clima	TMA (°C)	22,8	_____
	PMA (mm)	485,8	_____
Topografia	Declividade (%)	2,1	_____
	Altitude (m)	385,2	_____

Mata de Mopane do Sul

Reino: Terrestre

Bioma: Savanas e pradarias

Grupo funcional: Savanas tróficas

Ecosistema regional: Mata de Mopane

Distribuição: Chicualacuala, Chigubo, Chókwè, Guijá, Mabalane, Massangena, Mapai e Massingir.

Composição florística

Árvores: *Adansonia digitata*, *Albizia petersiana*, *Boscia albitrunca*, *Cadaba kirkii*, *Colophospermum mopane*, *Combretum apiculatum*, *Commiphora glandulosa*, *Crassula similis*, *Dalbergia melanoxylon*, *Diospyros mespiliformis*, *Euclea divinorum*, *Euclea undulata*, *Grewia bicolor*, *Guibourtia conjugata*, *Ochna inermis*, *Pappea capensis*, *Salvadora australis*, *Senegalia nigrescens*, *Spirostachys Africana*, *Sterculia rogersii*, *Strychnos madagascariensis*, *Vachellia burkei*, *Vachellia nilótica* e *Vachellia senegal*.



Figura 15: Mata de Mopane do sul. Local: Mubanguene, Guijá. Fonte: o Autor

Arbustos: *Abutilon angulatum*, *Barleria affinis*, *Corchorus velutinus*, *Crossandra fruticulosa*, *Croton pseudopulchellus*, *Maerua edulis*, *Waltheria indica*, *Hibiscus meyeri*.

Lianas: *Cissus cornifolia*, *Combretum paniculatum*, *Loeseneriella crenata*, *Rhoicissus revoilii*, *Salvadora persica*, *Sarcostemma viminale* e *Uvaria gracilipes*.

Trepadeiras: *Cassytha filiformis*, *Cissus quadrangulares*, *Cissus rotundifolia*, *Crassula similis*, *Cucumis metuliferus*, *Protasparagus africanus*, *Protasparagus falcatus* e *Tragia okanyua*.

Rastejante: *Ipomoea cairica*.

Suculentas: *Adenium multiflorum*, *Agave sisalana*, *Aloe marlothii*, *Euphorbia confinalis*, *Euphorbia cooperi*, *Euphorbia knuthii*, *Sansevieria hyacinthoides* e *Senecio euphorbioides*.

Herbácea: *Anisotes formosissimus*, *Commelina africana*, *Kohautia virgata*, *Ocimum canum*, *Sida rhombifolia*, *Stylochiton maximus* e *Tephrosia purpurea*.

Gramíneas: *Aristida adscensionis*, *Aristida congesta*, *Bothriochloa insculpta*, *Digitaria argyrostriata*, *Digitaria eriantha*, *Enneapogon cenchroides*, *Enneapogon scoparius*, *Eragrostis aethiopica*, *Eragrostis capensis*, *Eragrostis cylindriflora*, *Pennisetum polystachion*, *Perotis patens*, *Pogonarthria squarrosa* e *Urochloa mosambicensis*.

Estrutura e diversidade de espécies

Tabela 14: Estrutura e diversidade de espécies de plantas da Mata de Mopane do Sul. Onde S é a riqueza de espécies, Dens. é a densidade, Margalef é o índice de Margalef, E é a equitabilidade de Pielou, H' é o índice de Shannon-Wiener, Diam. é o DAP/diâmetro do colo.

Hábito da planta	S	Dens.	Diam.	Ht	Margalef	E	H'
Árvore	24	496	9,31	9,43	1,12	0,40	0,92
Arbusto	8	1586	0,66	1,03	0,75	0,07	0,14
Liana	7	264	1,64	3,89	0,80	0,59	1,14
Trepadeira	8	70	_____	_____	1,13	0,72	1,51
Rastejante	1	4	_____	_____	_____	_____	_____
Palmeira	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____
Suculenta	8	53	_____	_____	1,18	0,80	1,67
Herbácea	7	30000	_____	_____	0,48	0,96	1,87
Gramínea	14	80000	_____	_____	0,98	0,91	2,41
Rizomatosa	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____
Bulbosa	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____
Carnívora	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____
Regeneração	22	4455	2,4	3,67	0,80	0,38	0,84

Características do ambiente abiótico

Tabela 15: Descrição abiótica da Mata de Mopane do Sul. Onde Prof.- é a profundidade do solo, Dg- é a densidade aparente, Frag.- é o total volumétrico de fragmentos grosseiros, CTC- é a capacidade de troca catiônica, TMA- é a temperatura média anual e PMA- é a precipitação média anual.

Descrição	Variável	Média	Prof. (cm)
Propriedades físicas do solo	Dg (cg/cm ³)	881,2	0-200
	Argila (g/kg)	1697,1	0-200
	Frag. (cm ³ /dm ³)	208,6	0-200
	Area (g/kg)	3222,9	0-200
	Limo (g/kg)	1079,8	0-200
Propriedades químicas do solo	CTC (mmol(c)/kg)	1157,8	0-200
	Nitrogênio (cg/kg)	442,7	0-200
	Carbono do solo (t ha ⁻¹)	32,6	0-30
	pH	7,0	0-200
Clima	TMA (oC)	24,3	_____
	PMA (mm)	511,3	_____
Topografia	Declividade (%)	2,3	_____
	Altitude (m)	115,6	_____

Mata arenosa de Chacate de Gaza

Reino: Terrestre

Bioma: Savanas e pradarias

Grupo funcional: *Pyric tussock savanna*

Ecossistema regional: Savana das terras baixas

Distribuição: Chicualacuala, Chibuto, Chigubo, Guijá, Mabalane, Mapai e Massangena.



Figura 16: Mata arenosa de Chacate de Gaza. Local: Chicualacuala Rio, Chicualacuala. Fonte: o Autor

Composição florística

Árvores: *Adansonia digitata*, *Albizia forbesii*, *Anacardium occidentale*, *Balanites maughamii*, *Baphia massaiensis*, *Berchemia discolor*, *Berchemia zeyheri*, *Boscia albitrunca*, *Brachystegia torrei*, *Catunaregam obovata*, *Colophospermum mopane*, *Combretum apiculatum*, *Commiphora schimperi*, *Dalbergia melanoxylon*, *Dalbergia sp.*, *Diplorhynchus condylocarpon*, *Guibourtia conjugata*, *Hugonia orientalis*, *Hymenocardia ulmoides*, *Lanea schweinfurthii*, *Maerua triphylla*, *Manilkara mochisia*, *Markhamia zanzibarica*, *Melanodiscus oblongus*, *Millettia stuhlmannii*, *Monodora junodii*, *Philenoptera bussei*, *Pteleopsis myrtifolia*, *Senna petersiana*, *Sclerocarya birrea*, *Spirostachys africana*, *Strychnos henningsii*, *Strychnos madagascariensis*, *Strychnos potatorum*, *Strychnos spinosa*, *Strychnos usambarensis*, *Terminalia sericea*, *Xeroderris stuhlmannii*, *Tabernaemontana elegans*, *Vangueria infausta*, *Vitex harveyana* e *Xylia torreana*,

Arbustos: *Corchorus junodii*, *Crotalaria monteiroi*, *Gossypium herbaceum*, *Helichrysum kraussii*, *Lantana camara*, *Maerua edulis*, *Melhania forbesii*, *Pavetta catophylla*, *Waltheria bicolor*, *Waltheria indica*.

Lianas: *Capparis sepiaria*, *Cissampelos hirta*, *Combretum paniculatum*, *Hugonia orientalis*, *Loeseneriella crenata* e *Uvaria gracilipes*.

Trepadeiras: *Cissus integrifolia*, *Cissus quadrangulares* e *Lagenaria sphaerica*.

Rastejantes: *Dicerocaryum senecioides*, *Ipomoea cairica* e *Momordica balsamina*.

Herbáceas: *Cyathula spathulifolia*, *Hermannia boraginiflora*, *Hibiscus schinzii*, *Indigofera schimperi*, *Jacquemontia tamnifolia*, *Phyllanthus amarus*, *Sesamum alatum*, *Sida rhombifolia* e *Vernonia poskeana*.

Gramíneas: *Aristida adscensionis*, *Aristida congesta*, *Borreria scabra*, *Bulbostylis burchellii*, *Digitaria argyrostricha*, *Digitaria eriantha*, *Eragrostis cylindriflora*, *Tricholaena zeylanica* e *Urochloa trichopus*.

Estrutura e diversidade de espécies

Tabela 16: Estrutura e diversidade de espécies de plantas da Mata arenosa de Chacate de Gaza. Onde S é a riqueza de espécies, Dens. é a densidade, Margalef é o índice de Margalef, E é a equitabilidade de Pielou, H' é o índice de Shannon-Wiener, Diam. é o DAP/diâmetro do colo.

Hábito da planta	S	Dens.	Diam.	Ht	Margalef	E	H'
Árvore	41	896	17,1	10,96	2,10	0,82	2,36
Arbusto	10	47	1,20	1,58	1,42	0,79	1,74
Liana	6	80	2,14	10,64	0,81	0,44	0,79
Trepadeira	3	7	_____	_____	0,54	0,95	1,04
Rastejante	3	30	_____	_____	0,39	0,78	0,85
Palmeira	1	2	_____	_____	_____	_____	_____
Suculenta	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____
Herbácea	9	35556	_____	_____	0,63	0,80	1,77
Gramínea	9	50000	_____	_____	0,63	0,84	1,84
Rizomatosa	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____
Bulbosa	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____
Carnívora	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____
Regeneração	32	2971	2,43	4,56	1,75	0,91	2,52

Características do ambiente abiótico

Tabela 17: Descrição abiótica da Mata arenosa de Chacate de Gaza. Onde Prof.- é a profundidade do solo, Dg- é a densidade aparente, Frag.- é o total volumétrico de fragmentos grosseiros, CTC- é a capacidade de troca catiônica, TMA- é a temperatura média anual e PMA- é a precipitação média anual.

Descrição	Variável	Média	Prof. (cm)
Propriedades físicas do solo	Dg (cg/cm ³)	884,8	0-200
	Argila (g/kg)	1598,8	0-200
	Frag. (cm ³ /dm ³)	315,9	0-200
	Area (g/kg)	3467,0	0-200
	Limo (g/kg)	933,5	0-200
Propriedades químicas do solo	CTC (mmol(c)/kg)	1165,1	0-200
	Nitrogênio (cg/kg)	431,5	0-200
	Carbono do solo (t ha ⁻¹)	31,4	0-30
	pH	7,0	0-200
Clima	TMA (oC)	24,0	_____
	PMA (mm)	501,4	_____
Topografia	Declividade (%)	2,5	_____
	Altitude (m)	179,1	_____

Mata das terras baixas do Limpopo

Reino: Terrestre

Bioma: Savanas e pradarias

Grupo funcional: *Pyric tussock savanna*

Ecossistema regional: Savana das terras baixas

Distribuição: Chibuto, Chigubo, Chókwè e Guijá.

Composição florística

Árvores: *Adansonia digitata*, *Albizia adianthifolia*, *Albizia anthelmintica*, *Albizia forbesii*, *Albizia petersiana*, *Apodytes dimidiata*, *Artabotrys brachypetalus*, *Balanites maughamii*, *Boscia albitrunca*, *Cadaba edulis*, *Colophospermum mopane*, *Combretum apiculatum*, *Combretum imberbe*, *Combretum zeyheri*, *Commiphora mollis*, *Commiphora pyrananthoides*, *Dichrostachys cinerea*, *Diospyros mespiliformis*, *Ehretia rugosa*, *Elaeodendron matabelicum*, *Euclea undulata*, *Garcinia livingstonei*, *Gardenia volkensii*, *Grewia bicolor*, *Grewia caffra*, *Guibourtia conjugata*, *Gymnosporia heterophylla*, *Kirkia acuminata*, *Lannea discolor*, *Lannea schweinfurthii*, *Maerua*

angolensis, *Margaritaria discoidea*, *Manilkara concolor*, *Manilkara mochisia*, *Melanodiscus oblongus*, *Newtonia hildebrandtii*, *Ochna arborea*, *Olox dissitiflora*, *Ormocarpum kirkii*, *Pappea capensis*, *Pappea manii*, *Senna absus*, *Sclerocarya birrea*, *Spirostachys africana*, *Sterculia rogersii*, *Strychnos henningsii*, *Strychnos madagascariensis*, *Suregada zanzibariensis*, *Terminalia sericea*, *Trichilia emetica*, *Thilachium africanum* *Vachellia burkei*, *Vachellia nilotica*, *Vachellia robusta*, *Vachellia tortilis*, *Vachellia xanthophloea*, *Xanthocercis zambeziaca*, *Xeroderris stuhlmannii*, *Zanthoxylum capense* e *Ziziphus mucronata*.



Figura 17: Mata das terras baixas do Limpopo. Local: Ndidiza, Chigubo. Fonte: o Autor

Arbustos: *Abutilon angulatum*, *Corchorus junodii*, *Crotalaria monteiroi*, *Gossypium herbaceum*, *Helichrysum kraussii*, *Hibiscus meyeri*, *Maerua edulis*, *Melhania forbesii*, *Ochna natalitia*, *Pavetta catophylla*, *Phyllanthus beillei*, *Waltheria indica* e *Xylothea kraussiana*.

Lianas: *Capparis tomentosa*, *Combretum celastroides*, *Combretum paniculatum*, *Jasminum fluminense*, *Landolphia parvifolia*, *Landolphia petersiana*, *Loeseneriella crenata*, *Salvadora persica*, *Sarcostemma viminale*, *Secamone parvifolia*, *Strychnos panganensis*, *Strychnos xantha* e *Vachellia abyssinica*.

Trepadeiras: *Aristolochia albida*, *Cissus integrifolia* e *Cissus rotundifolia*.

Rastejantes: *Dicerocaryum senecioides*, *Ipomoea cairica*, *Merremia tridentata* e *Momordica balsamina*.

Suculentas: *Aloe zebrina*, *Euphorbia confinalis*, *Euphorbia ingens*, *Sansevieria conspicua* e *Sansevieria cylindrica*.

Herbáceas: *Acalypha indica*, *Anisotes formosissimus*, *Barleria delagoensis*, *Cleome monophylla*, *Commelina benghalensis*, *Helichrysum cooperi*, *Heliotropium subulatum*, *Hermannia boraginiflora*, *Hibiscus schinzii*, *Indigofera schimperi*, *Melhanian forbesii*, *Ocimum canum*, *Sesamum alatum*, *Sida rhombifolia*, *Stylochiton maximus* e *Tephrosia purpurea*.

Gramíneas: *Aristida adscensionis*, *Aristida congesta*, *Borreria scabra*, *Bulbostylis burchellii*, *Chloris gayana*, *Cynodon dactylon*, *Digitaria argyrostriata*, *Digitaria eriantha*, *Enneapogon spathaceus*, *Eragrostis capensis*, *Eragrostis cylindriflora*, *Panicum coloratum*, *Panicum heterostachyum*, *Panicum maximum*, *Panicum sp.*, *Perotis patens*, *Pogonarthria squarrosa*, *Tricholaena monachne* e *Urochloa panicoides*.

Estrutura e diversidade de espécies

Tabela 18: Estrutura e diversidade de espécies de plantas da Mata das terras baixas do Limpopo. Onde S é a riqueza de espécies, Dens. é a densidade, Margalef é o índice de Margalef, E é a equitabilidade de Pielou, H' é o índice de Shannon-Wiener, Diam. é o DAP/diâmetro do colo.

Hábito da planta	S	Dens.	Diam.	Ht	Margalef	E	H'
Árvore	60	467	12,74	8,91	3,14	0,76	2,49
Arbusto	13	116	0,94	1,31	1,66	0,82	2,10
Liana	13	299	1	3,32	1,34	0,47	1,17
Trepadeira	3	8	_____	_____	0,44	0,85	0,94
Rastejante	4	45	_____	_____	0,48	0,81	1,12
Palmeira	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____
Suculenta	5	29	_____	_____	0,68	0,54	0,87
Herbácea	16	53333	_____	_____	1,15	0,95	2,63
Gramínea	18	68333	_____	_____	1,25	0,89	2,57
Rizomatosa	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____
Bulbosa	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____
Carnívora	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____
Regeneração	45	3573	2,0	2,8	1,72	0,67	1,89

Características do ambiente abiótico

Tabela 19: Descrição abiótica da Mata das terras baixas do Limpopo. Onde Prof.- é a profundidade do solo, Dg- é a densidade aparente, Frag.- é o total volumétrico de fragmentos grosseiros, CTC- é a capacidade de troca catiônica, TMA- é a temperatura média anual e PMA- é a precipitação média anual.

Descrição	Variável	Média	Prof. (cm)
Propriedades físicas do solo	Dg (cg/cm ³)	863,1	0-200
	Argila (g/kg)	1814,6	0-200
	Frag. (cm ³ /dm ³)	126,5	0-200
	Area (g/kg)	2827,1	0-200
	Limo (g/kg)	1358,5	0-200
Propriedades químicas do solo	CTC (mmol(c)/kg)	1244,7	0-200
	Nitrogênio (cg/kg)	451,7	0-200
	Carbono do solo (t ha ⁻¹)	32,3	0-30
	pH	7,0	0-200
Clima	TMA (oC)	24,5	_____
	PMA (mm)	621,3	_____
Topografia	Declividade (%)	2,2	_____
	Altitude (m)	47,0	_____

Pradaria arbustiva arenosa do Tembe

Reino: Terrestre

Bioma: Savanas e pradarias

Grupo funcional: Pyric tussock savanna

Ecossistema regional: Savana das terras baixas

Distribuição: Bilene, Chókwè e Limpopo.

Composição florística

Árvores: *Azelia quanzensis*, *Albizia adianthifolia*, *Albizia versicolor*, *Anacardium occidentale*, *Annona senegalensis*, *Blighia unijugata*, *Brachystegia spiciformis*, *Commiphora neglecta*, *Catunaregam obovata*, *Clerodendrum glabrum*, *Combretum apiculatum*, *Combretum hereroense*, *Deinbollia oblongifolia*, *Dialium schlechteri*, *Dodonaea viscosa*, *Dolichandrone alba*, *Ehretia amoena*, *Euclea natalensis*, *Ficus sycomorus*, *Grewia hexamita*, *Gymnosporia heterophylla*, *Garcinia livingstonei*, *Hymenocardia ulmoides*, *Mangifera indica*, *Margaritaria discoidea*, *Millettia grandis*, *Oxyanthus speciosus*, *Ozoroa obovata*, *Psydrax locuples*, *Ptaeroxylon obliquum*,

Rubus pinnatus, *Sapium integerrimum*, *Sclerocarya birrea*, *Searsia chiridensis*, *Senna petersiana*, *Strychnos madagascariensis*, *Strychnos spinosa*, *Syzygium guineense*, *Tabernaemontana elegans*, *Trema orientale*, *Tricalysia lanceolata*, *Trichilia emetica*, *Turraea floribunda*, *Vachellia tortilis*, *Vangueria infausta* e *Vepris bremekampii*.



Figura 18: Pradaria arbustiva arenosa do Tembe. Local: Mazivila, Bilene. Fonte: o Autor

Arbustos: *Abutilon angulatum*, *Agathisanthemum bojeri*, *Corchorus junodii*, *Crotalaria monteiroi*, *Diospyros villosa*, *Eriosema psoraleoides*, *Grewia caffra*, *Helichrysum kraussii*, *Hippocratea crenata*, *Justicia petiolaris*, *Lantana camara*, *Melhania forbesii*, *Ochna natalitia*, *Phyllanthus beillei*, *Phyllanthus reticulatus*, *Rubus pinnatus*, *Sida cordifolia*, *Solanum incanum*, *Solanum panduriforme*, *Tecomaria capensis*, *Vernonia colorata*, *Waltheria indica* e *Xylothea kraussiana*.

Lianas: *Adenia gummifera*, *Albertisia delagoensis*, *Bridelia cathartica*, *Capparis sepiaria*, *Capparis tomentosa*, *Cissampelos hirta*, *Cissampelos mucronata*, *Cissus cornifolia*, *Clematis viridiflora*, *Combretum paniculatum*, *Jasminum fluminense*, *Landolphia parvifolia*, *Landolphia petersiana*, *Loeseneriella crenata*, *Monanthes caffra*, *Synaptolepis kirkii* e *Vachellia kraussiana*.

Lianas: *Abrus precatorius*, *Aristolochia albida*, *Cassytha filiformis*, *Cissus rotundifolia*, *Cocculus hirsutus*, *Cryptolepis obtusa*, *Cyphostemma congestum*, *Gloriosa superba*, *Rhynchosia caribaea*, *Searsia natalensis*, *Smilax kraussii* e *Tragia okanyua*.

Rastejantes: *Centella asiatica*, *Dicerocaryum senecioides*, *Ipomoea cairica* e *Momordica balsamina*.

Suculenta: *Opuntia ficus-indica*.

Herbáceas: *Achyranthes aspera*, *Aneilema arenicola*, *Asystasia gangetica*, *Conyza canadensis*, *Hermannia boraginiflora*, *Hibiscus cannabinus*, *Hibiscus surattensis*, *Kohautia caespitosa*, *Microsorium scolopendria*, *Oxygonum delagoense*, *Senecio madagascariensis*, *Sonchus oleraceus*, *Tephrosia purpurea* e *Triumfetta pentandra*.

Gramíneas: *Bulbostylis burchellii*, *Cynodon dactylon*, *Digitaria eriantha*, *Eragrostis ciliares*, *Mariscus dregeanus*, *Melinis repens*, *Panicum heterostachyum* e *Panicum sp.*

Rizoma: *Salacia kraussii*.

Diversidade de espécies de plantas

Tabela 20: Estrutura e diversidade de espécies de plantas da Pradaria arbustiva arenosa do Tembe. Onde S é a riqueza de espécies, Dens. é a densidade, Margalef é o índice de Margalef, E é a equitabilidade de Pielou, H' é o índice de Shannon-Wiener, Diam. é o DAP/diâmetro do colo.

Hábito da planta	S	Dens.	Diam.	Ht	Margalef	E	H'
Árvore	46	547	13,21	10,52	2,23	0,77	2,18
Arbusto	23	468	1,38	2,36	2,52	0,61	1,84
Liana	17	205	2,10	7,23	2,25	0,68	1,92
Trepadeira	12	308	_____	_____	1,46	0,62	1,55
Rastejante	4	42	_____	_____	0,54	0,36	0,50
Palmeira	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____
Suculenta	1	27	_____	_____	_____	_____	_____
Herbácea	14	96667	_____	_____	0,88	0,59	1,50
Gramínea	8	25000	_____	_____	0,59	0,95	1,97
Rizomatosa	1	3	_____	_____	_____	_____	_____
Bulbosa	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____
Carnívora	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____
Regeneração	42	6725	1,8	3,0	1,99	0,80	2,31

Características do ambiente abiótico do ecossistema

Tabela 21: Descrição abiótica da Pradaria arbustiva arenosa do Tembe. Onde Prof.- é a profundidade do solo, Dg- é a densidade aparente, Frag.- é o total volumétrico de fragmentos grosseiros, CTC- é a capacidade de troca catiônica, TMA- é a temperatura média anual e PMA- é a precipitação média anual.

Descrição	Variável	Média	Prof. (cm)
Propriedades físicas do solo	Dg (cg/cm ³)	829.9	0-200
	Argila (g/kg)	1238.3	0-200
	Frag. (cm ³ /dm ³)	140.8	0-200
	Area (g/kg)	4042.3	0-200
	Limo (g/kg)	721.2	0-200
Propriedades químicas do solo	CTC (mmol(c)/kg)	562.5	0-200
	Nitrogênio (cg/kg)	648.6	0-200
	Carbono do solo (t ha ⁻¹)	31.5	0-30
	pH	6.0	0-200
Clima	TMA (°C)	22.8	_____
	PMA (mm)	929.0	_____
Topografia	Declividade (%)	2.6	_____
	Altitude (m)	62.6	_____

Pradaria arbustiva arenosa de Nwambyia-Pumbe

Reino: Terrestre

Bioma: Savanas e pradarias

Grupo funcional: *Pyric tussock savanna*

Ecossistema regional: Savana das terras baixas

Distribuição: Chicualacuala, Chókwè, Mabalane, Mapai e Massingir.

Composição florística

Árvores: *Balanites maughamii*, *Boscia albitrunca*, *Boscia filipes*, *Cassia abbreviata*, *Clerodendrum glabrum*, *Colophospermum mopane*, *Combretum apiculatum*, *Commiphora africana*, *Commiphora glandulosa*, *Dalbergia melanoxylon*, *Ehretia amoena*, *Euclea natalensis*, *Grewia discolor*, *Grewia hexamita*, *Guibourtia conjugata*, *Guibourtia schliebenii*, *Hymenocardia ulmoides*, *Lannea schweinfurthii*, *Maerua ternifolia*, *Manilkara mochisia*, *Margaritaria discoidea*, *Mundulea sericea*, *Ozoroa engleri*, *Ozoroa obovata*, *Pappea capensis*, *Ptaeroxylon obliquum*, *Sclerocarya birrea*, *Senegalia nigrescens*, *Senna petersiana*, *Strychnos henningsii*, *Strychnos*

madagascariensis, *Strychnos spinosa*, *Terminalia sericea*, *Vachellia burkei*, *Vachellia nigrescens* e *Vachellia welwitschii*.



Figura 19: Pradaria arbustiva arenosa de Nwambyia-Pumbe. Local: Mavodze, Massingir. Fonte: o Autor

Arbustos: *Croton megalocarpus*, *Croton pseudopulchellus*, *Croton steenkampianus*, *Gossypium herbaceum*, *Hibiscus meyeri*, *Indigofera fulgens*, *Melhania forbesii*, *Ochna natalitia*, *Pavetta catophylla*, *Waltheria indica* e *Ximena Americana*.

Lianas: *Cissus cornifolia*, *Clerodendrum cephalanthum*, *Combretum paniculatum*, *Loeseneriella crenata*, *Rhoicissus revoilii*, *Sarcostemma viminale* e *Uvaria gracilipes*.

Trepadeiras: *Cissus quadrangulares*, *Cucumis metuliferus*, *Protasparagus africanus* e *Rhynchosia mínima*.

Rastejante: *Dicerocaryum senecioides*.

Suculentas: *Aloe marlothii* e *Sansevieria hyacinthoides*.

Herbáceas: *Barleria delagoensis*, *Celosia trigyna*, *Heliotropium subulatum*, *Hermannia boraginiflora*, *Indigofera astragalina*, *Pterodiscus ngamicus* e *Sida rhombifolia*.

Gramíneas: *Aristida adscensionis*, *Aristida congesta*, *Digitaria eriantha*, *Enneapogon cenchroides*, *Eragrostis cylindriflora*, *Melinis repens*, *Panicum maximum* e *Perotis patens*.

Diversidade de espécies de plantas

Tabela 22: Estrutura e diversidade de espécies de plantas da Pradaria arbustiva arenosa de Nwambyia-Pumbe. Onde S é a riqueza de espécies, Dens. é a densidade, Margalef é o índice de Margalef, E é a equitabilidade de Pielou, H' é o índice de Shannon-Wiener, Diam. é o DAP/diâmetro do colo.

Hábito da planta	S	Dens.	Diam.	Ht	Margalef	E	H'
Árvore	36	899	9,12	7,26	1,69	0,76	2,12
Arbusto	11	438	1,19	1,65	1,09	0,64	1,47
Liana	7	956	2,61	3,89	0,66	0,68	1,33
Trepadeira	4	87	_____	_____	0,45	0,42	0,59
Rastejante	1	1	_____	_____	_____	_____	_____
Palmeira	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____
Suculenta	2	17	_____	_____	0,20	0,84	0,58
Herbácea	7	74444	_____	_____	0,45	0,78	1,52
Gramínea	8	43333	_____	_____	0,54	0,87	1,81
Rizomatosa	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____
Bulbosa	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____
Carnívora	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____
Regeneração	46	13982	1,72	2,57	1,88	0,85	2,59

Características do ambiente abiótico do ecossistema

Tabela 23: Descrição abiótica da Pradaria arbustiva arenosa de Nwambyia-Pumbe. Onde Prof.- é a profundidade do solo, Dg- é a densidade aparente, Frag.- é o total volumétrico de fragmentos grosseiros, CTC- é a capacidade de troca catiônica, TMA- é a temperatura média anual e PMA- é a precipitação média anual.

Descrição	Variável	Média	Prof. (cm)
Propriedades físicas do solo	Dg (cg/cm ³)	876,0	0-200
	Argila (g/kg)	1572,9	0-200
	Frag. (cm ³ /dm ³)	451,3	0-200
	Area (g/kg)	3484,7	0-200
	Limo (g/kg)	942,1	0-200
Propriedades químicas do solo	CTC (mmol(c)/kg)	1162,3	0-200
	Nitrogênio (cg/kg)	421,0	0-200
	Carbono do solo (t ha ⁻¹)	30,6	0-30
	pH	6,9	0-200
Clima	TMA (°C)	23,2	_____
	PMA (mm)	482,8	_____
Topografia	Declividade (%)	2,4	_____
	Altitude (m)	233,0	_____

Miombo costeiro de Inhambane

Reino: Terrestre

Bioma: Savanas e pradarias

Grupo funcional: *Pyric tussock savanna*

Ecossistema regional: Miombo seco do Zambeze

Distribuição: Chicualacuala, Chibuto, Chókwe, Mabalane, Mapai e Massingir.



Figura 20: Miombo costeiro de Inhambane. Local: Godide, Chibuto. Fonte: o Autor

Composição florística

Árvores: *Brachystegia spiciformis*, *Azelia quanzensis*, *Albizia adianthifolia*, *Albizia versicolor*, *Anacardium occidentale*, *Apodytes dimidiata*, *Artabotrys brachypetalus*, *Brachystegia spiciformis*, *Burkea africana*, *Carissa edulis*, *Cassine aethiopica*, *Combretum apiculatum*, *Combretum molle*, *Dialium schlechteri*, *Dichrostachys cinerea*, *Diospyros inhacaensis*, *Dolichandrone alba*, *Ehretia rugosa*, *Erythroxylum delagoense*, *Euclea natalensis*, *Garcinia livingstonei*, *Gardenia volkensii*, *Hymenocardia ulmoides*, *Margaritaria discoidea*, *Mimusops caffra*, *Ochna arborea*, *Olax dissitiflora*, *Oxygonum delagoense*, *Ozoroa insignis*, *Ozoroa obovata*, *Sapium integerrimum*, *Sclerocarya birrea*, *Securidaca longipedunculata*, *Senna petersiana*, *Strychnos madagascariensis*, *Strychnos spinosa*, *Tabernaemontana elegans*, *Tarenna littoralis*, *Terminalia sericea*, *Turraea floribunda* e *Vitex harveyana*.

Arbustos: *Corchorus junodii*, *Crotalaria monteiroi*, *Diospyros villosa*, *Helichrysum kraussii*, *Indigofera hirsuta*, *Maerua edulis*, *Melhanian forbesii*, *Ochna natalitia*, *Pavetta catophylla*,

Phyllanthus reticulatus, *Pluchea dioscorides*, *Pollichia campestris*, *Tecomaria capensis*, *Waltheria indica* e *Xylothea kraussiana*.

Lianas: *Acridocarpus natalitius*, *Adenia gummifera*, *Albertisia delagoensis*, *Bridelia cathartica*, *Capparis sepiaria*, *Capparis tomentosa*, *Cissampelos hirta*, *Cissampelos mucronata*, *Clematis viridiflora*, *Combretum apiculatum*, *Landolphia kirkii*, *Landolphia parvifolia*, *Loeseneriella crenata*, *Monanthes caffra*, *Rhoicissus revoilii*, *Salvadora persica*, *Sarcostemma viminalis*, *Secamone parvifolia*, *Synaptolepis kirkii* e *Uvaria gracilipes*.

Trepadeiras: *Abrus precatorius*, *Aneilema aequinoctiale*, *Cassytha filiformis*, *Cissus quadrangulares*, *Cissus rotundifolia*, *Cyphostemma congestum*, *Gloriosa superba*, *Protasparagus africanus*, *Protasparagus falcatus*, *Protasparagus plumosus* e *Tragia okanyua*.

Rastejantes: *Centella asiática* e *Dicerocaryum senecioides*.

Palmeiras: *Hyphaene coriacea* e *Phoenix reclinata*.

Suculentas: *Aloe littoralis*, *Aloe marlothii*, *Aloe parvibacteata*, *Crassula obovata* e *Sansevieria hyacinthoides*.

Herbáceas: *Achyranthes aspera*, *Aerva lanata*, *Barleria delagoensis*, *Commelina africana*, *Dietes iridioides*, *Hermannia boraginiflora*, *Indigofera schimperii*, *Justicia flava*, *Kohautia longifolia*, *Kohautia virgata*, *Pteridium aquilinum*, *Senecio diversifolius*, *Stylochiton natalensis* e *Zamioculcas zamiifolia*.

Gramíneas: *Aristida congesta*, *Aristida stipitata*, *Bulbostylis burchellii*, *Cynodon dactylon*, *Digitaria argyrostriata*, *Digitaria eriantha*, *Eragrostis cylindriflora*, *Mariscus dubius*, *Mariscus hemisphaericus*, *Panicum sp.*, *Perotis patens* e *Tricholaena monachne*.

Rizoma: *Salacia kraussii*.

Diversidade de espécies de plantas

Tabela 24: Estrutura e diversidade de espécies de plantas da Miombo costeiro de Inhambane. Onde S é a riqueza de espécies, Dens. é a densidade, Margalef é o índice de Margalef, E é a equitabilidade de Pielou, H' é o índice de Shannon-Wiener, Diam. é o DAP/diâmetro do colo.

Hábito da planta	S	Dens.	Diam.	Ht	Margalef	E	H'
Árvore	41	446	11,55	9,62	1,56	0,70	1,78
Arbusto	15	96	0,92	1,45	2,11	0,87	2,35
Liana	20	338	1,63	13,96	2,41	0,80	2,39
Trepadeira	11	149	_____	_____	1,41	0,73	1,76
Rastejante	2	5	_____	_____	0,27	0,81	0,56
Palmeira	2	31	_____	_____	0,18	0,99	0,69
Suculenta	5	65	_____	_____	0,64	0,72	1,15
Herbácea	14	68889	_____	_____	0,97	0,71	1,88
Gramínea	12	36250	_____	_____	0,87	0,92	2,29
Rizomatosa	1	36	_____	_____	_____	_____	_____
Bulbosa	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____
Carnívora	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____
Regeneração	38	2245	2,31	3,16	1,56	0,72	1,96

Características do ambiente abiótico do ecossistema

Tabela 25: Descrição abiótica do Miombo costeiro de Inhambane. Onde Prof.- é a profundidade do solo, Dg- é a densidade aparente, Frag.- é o total volumétrico de fragmentos grosseiros, CTC- é a capacidade de troca catiônica, TMA- é a temperatura média anual e PMA- é a precipitação média anual.

Descrição	Variável	Média	Prof. (cm)
Propriedades físicas do solo	Dg (cg/cm ³)	843,9	0-200
	Argila (g/kg)	1569,2	0-200
	Frag. (cm ³ /dm ³)	129,9	0-200
	Area (g/kg)	3392,2	0-200
	Limo (g/kg)	1036,3	0-200
Propriedades químicas do solo	CTC (mmol(c)/kg)	907,2	0-200
	Nitrogênio (cg/kg)	488,9	0-200
	Carbono do solo (t ha ⁻¹)	33,0	0-30
	pH	6,3	0-200
Clima	TMA (°C)	23,7	_____
	PMA (mm)	807,6	_____
Topografia	Declividade (%)	3,1	_____
	Altitude (m)	71,2	_____

Pradaria arbórea costeira de Maputaland

Reino: Terrestre

Bioma: Savanas e pradarias

Grupo funcional: *Pyric tussock savanna*

Ecosistema regional: Mata costeira oriental

Distribuição: Bilene e Limpopo.



Figura 21: Pradaria arbórea costeira de Maputaland. Local: Zongoene, Limpopo. Fonte: o Autor

Composição florística

Árvores: *Albizia adianthifolia*, *Albizia versicolor*, *Anacardium occidentale*, *Annona senegalensis*, *Apodytes dimidiata*, *Catunaregam obovata*, *Combretum collinum*, *Commiphora neglecta*, *Deinbollia oblongifolia*, *Dialium schlechteri*, *Dichrostachys cinerea*, *Garcinia livingstonei*, *Gymnosporia senegalensis*, *Mangifera indica*, *Olox dissitiflora*, *Ozoroa obovata*, *Sclerocarya birrea*, *Strychnos spinosa*, *Syzygium cordatum*, *Syzygium guineense*, *Trichilia emetica* e *Vepris bremekampii*.

Arbustos: *Agathisanthemum bojeri*, *Chrysanthemoides monilifera*, *Crotalaria monteiroi*, *Diospyros villosa*, *Eriosema psoraleoides*, *Fagara humilis*, *Helichrysum kraussii*, *Hippocratea crenata*, *Indigofera hendecaphylla*, *Indigofera hirsuta*, *Justicia petiolaris*, *Lantana camara*,

Leucas glabrata, *Lippia javanica*, *Ochna natalitia*, *Phyllanthus niruri*, *Sida cordifolia*, *Solanum linnaeanum*, *Vernonia colorata*, *Vernonia natalensis* e *Xylothea kraussiana*.

Lianas: *Cissampelos hirta*, *Cissampelos mucronata*, *Landolphia kirkii*, *Landolphia parvifolia*, *Monanthes affra*, *Rhoicissus revoilii*, *Salvadora persica*, *Sarcostemma viminale*, *Secamone parvifolia*, *Synaptolepis kirkii* e *Uvaria gracilipes*.

Trepadeiras: *Abrus petersiana*, *Abrus precatorius*, *Cassytha filiformis*, *Cocculus hirsutus*, *Cyphostemma congestum*, *Protasparagus africanus*, *Protasparagus falcatus*, *Protasparagus plumosus*, *Rhynchosia caribaea*, *Rhynchosia minima*, *Smilax kraussii* e *Vigna unguiculata*.

Rastejante: *Ipomoea cairica*.

Palmeiras: *Hyphaene coriacea* e *Phoenix reclinata*.

Suculentas: *Aloe parvibacteata*, *Aloe tongaensis* e *Crinum delagoense*.

Herbáceas: *Aneilema arenicola*, *Acalypha villicaulis*, *Albertisia delagoensis*, *Aneilema arenicola*, *Astripomoea malvacea*, *Asystasia gangetica*, *Commelina africana*, *Commelina benghalensis*, *Conyza canadensis*, *Crassula alba*, *Dietes iridioides*, *Gerbera ambigua*, *Gerbera viridifolia*, *Gladiolus dalenii*, *Gnidia kraussiana*, *Helichrysum cooperi*, *Helichrysum tongense*, *Hermannia boraginiflora*, *Indigofera charlieriana*, *Justicia flava*, *Kohautia caespitosa*, *Leucas glabrata*, *Ludwigia leptocarpa*, *Merremia palmata*, *Microsorium scolopendria*, *Ocimum canum*, *Oldenlandia capensis*, *Polygala erioptera*, *Pteridium aquilinum*, *Senecio madagascariensis*, *Senecio polyanthemoides*, *Sonchus oleraceus*, *Tephrosia linearis*, *Vernonia natalensis*, *Vernonia poskeana* e *Zamioculcas zamiifolia*.

Gramíneas: *Andropogon gayanus*, *Aristida adscensionis*, *Borreria scabra*, *Bulbostylis burchellii*, *Centella asiática*, *Cymbopogon excavates*, *Cynodon dactylon*, *Cyperus natalensis*, *Digitaria eriantha*, *Fimbristylis bisumbellata*, *Heteropogon contortus*, *Imperata cylindrica*, *Mariscus dregeanus*, *Panicum maximum*, *Panicum sp.*, *Perotis patens* e *Themeda triandra*.

Rizomas: *Parinari capensis* e *Salacia kraussii*.

Bulbosas: *Crinum stuhlmannii*, *Dipcadi viride* e *Hypoxis hemerocallidea*.

Diversidade de espécies de plantas

Tabela 26: Estrutura e diversidade de espécies de plantas da Pradaria arbórea costeira de Maputaland. Onde S é a riqueza de espécies, Dens. é a densidade, Margalef é o índice de Margalef, E é a equitabilidade de Pielou, H' é o índice de Shannon-Wiener, Diam. é o DAP/diâmetro do colo.

Hábito da planta	S	Dens.	Diam.	Ht	Margalef	E	H'
Árvore	22	272	14,9	9,63	1,36	0,75	1,73
Arbusto	21	473	0,92	1,53	2,01	0,48	1,36
Liana	11	132	1.17	9.41	1,45	0,83	1,98
Trepadeira	12	255	_____	_____	1,5	0,66	1,65
Rastejante	1	2	_____	_____	_____	_____	_____
Palmeira	2	233	_____	_____	0,14	0,06	0,04
Suculenta	3	42	_____	_____	0,36	0,93	1,02
Herbácea	36	163333	_____	_____	2,11	0,86	2,96
Gramínea	17	105000	_____	_____	0,97	0,90	2,37
Rizomatosa	2	1610	_____	_____	0,11	0,06	0,04
Bulbosa	3	100	_____	_____	0,31	0,37	0,41
Carnívora	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____
Regeneração	46	2796	1,57	2,68	1,65	0,84	2,32

Características do ambiente abiótico do ecossistema

Tabela 27: Descrição abiótica da Pradaria arbórea costeira de Maputaland. Onde Prof.- é a profundidade do solo, Dg- é a densidade aparente, Frag.- é o total volumétrico de fragmentos grosseiros, CTC- é a capacidade de troca catiônica, TMA- é a temperatura média anual e PMA- é a precipitação média anual.

Descrição	Variável	Média	Prof. (cm)
Propriedades físicas do solo	Dg (cg/cm ³)	816,2	0-200
	Argila (g/kg)	856,4	0-200
	Frag. (cm ³ /dm ³)	140,9	0-200
	Area (g/kg)	4458,7	0-200
	Limo (g/kg)	694,8	0-200
Propriedades químicas do solo	CTC (mmol(c)/kg)	806,0	0-200
	Nitrogênio (cg/kg)	856,8	0-200
	Carbono do solo (t ha ⁻¹)	40,0	0-30
	pH	5,7	0-200
Clima	TMA (°C)	23,0	_____
	PMA (mm)	1037,5	_____
Topografia	Declividade (%)	5,8	_____
	Altitude (m)	38,2	_____

Pradaria arbórea de palmar de Inharime

Reino: Terrestre

Bioma: Savanas e pradarias

Grupo funcional: *Pyric tussock savanna*

Ecossistema regional: Mata costeira oriental

Distribuição: Chibuto e Manjacaze.



Figura 22: Pradaria arbórea de palmar de Inharime. Local: Alto Changane, Chibuto. Fonte: o Autor

Composição florística

Árvores: *Afzelia quanzensis*, *Albizia adianthifolia*, *Albizia versicolor*, *Anacardium occidentale*, *Antidesma venosum*, *Artabotrys brachypetalus*, *Brachystegia spiciformis*, *Burkea africana*, *Cadaba edulis*, *Ehretia amoena*, *Ehretia rugosa*, *Euclea natalensis*, *Faidherbia albida*, *Garcinia livingstonei*, *Gardenia volkensii*, *Maerua triphylla*, *Sclerocarya birrea*, *Senna petersiana*, *Strychnos spinosa*, *Syzygium cordatum*, *Tabernaemontana elegans*, *Terminalia sericea*, *Trichilia emetica*, *Vachellia nilotica* e *Zanthoxylum delagoense*.

Arbustos: *Crotalaria monteiroi*, *Gossypium herbaceum*, *Helichrysum kraussii*, *Hibiscus meyeri*, *Indigofera hendecaphylla*, *Leucas martinicensis*, *Maerua edulis*, *Melhania forbesii*, *Ochna natalitia*, *Phyllanthus beillei*, *Phyllanthus reticulatus*, *Pluchea dioscorides*, *Senna occidentalis*, *Sida discolor*, *Solanum panduriforme* e *Waltheria indica*.

Lianas: *Albertisia delagoensis*, *Bridelia cathartica*, *Capparis sepiaria*, *Capparis tomentosa*, *Combretum paniculatum*, *Combretum paniculatum*, *Ipomoea albivenia*, *Maclura africana*,

Sarcostemma viminale e *Synaptolepis kirkii*.

Trepadeiras: *Abrus precatorius*, *Aneilema aequinoctiale*, *Cassytha filiformis* e *Cynanchum ellipticum*.

Rastejantes: *Dicerocaryum senecioides*, *Merremia tridentata* e *Momordica balsamina*.

Palmeiras: *Hyphaene coriacea* e *Phoenix reclinata*.

Suculentas: *Opuntia ficus-indica* e *Sansevieria hyacinthoides*.

Herbáceas: *Hibiscus cannabinus*, *Acalypha indica*, *Hermannia boraginiflora*, *Hibiscus schinzii*, *Indigofera astragalina*, *Indigofera charlieriana*, *Indigofera schimperi*, *Jacquemontia tamnifolia*, *Kohautia caespitosa*, *Ocimum canum*, *Senecio madagascariensis*, *Sesamum alatum*, *Sida rhombifolia*, *Tephrosia purpurea* e *Xanthium strumarium*.

Gramíneas: *Alloteropsis cimicina*, *Andropogon chinensis*, *Aristida congesta*, *Bulbostylis burchellii*, *Cenchrus brownie*, *Commelina diffusa*, *Digitaria argyrostricha*, *Digitaria eriantha*, *Enneapogon cenchroides*, *Eragrostis cylindriflora*, *Eragrostis sclerantha*, *Mariscus dregeanus*, *Panicum sp.*, *Pogonarthria squarrosa* e *Tricholaena monachne*.

Rizoma: *Salacia kraussii*.

Diversidade de espécies de plantas

Tabela 28: Estrutura e diversidade de espécies de plantas da Pradaria arbórea de palmar de Inharim. Onde S é a riqueza de espécies, Dens. é a densidade, Margalef é o índice de Margalef, E é a equitabilidade de Pielou, H' é o índice de Shannon-Wiener, Diam. é o DAP/diâmetro do colo.

Hábito da planta	S	Dens.	Diam.	Ht	Margalef	E	H'
Árvore	29	402	15,2	10,12	1,43	0,61	1,51
Arbusto	16	112	0,9	1,58	2,31	0,86	2,38
Liana	9	50	1.85	5.24	1,40	0,78	1,72
Trepadeira	4	33	_____	_____	0,57	0,71	0,98
Rastejante	3	28	_____	_____	0,39	0,81	0,89
Palmeira	2	367	_____	_____	0,13	0,99	0,68
Suculenta	2	150	_____	_____	0,15	1	0,69
Herbácea	15	44444	_____	_____	1,09	0,92	2,49
Gramínea	15	60000	_____	_____	1,09	0,92	2,49
Rizomatosa	1	2	_____	_____	_____	_____	_____
Bulbosa	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____
Carnívora	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____
Regeneração	30	1115	2,40	3,32	1,2	0,69	1,65

Características do ambiente abiótico do ecossistema

Tabela 29: Descrição abiótica da Pradaria arbórea de palmar de Inharime. Onde Prof.- é a profundidade do solo, Dg- é a densidade aparente, Frag.- é o total volumétrico de fragmentos grosseiros, CTC- é a capacidade de troca catiônica, TMA- é a temperatura média anual e PMA- é a precipitação média anual.

Descrição	Variável	Média	Prof. (cm)
Propriedades físicas do solo	Dg (cg/cm ³)	854,9	0-200
	Argila (g/kg)	1580,1	0-200
	Frag. (cm ³ /dm ³)	111,4	0-200
	Area (g/kg)	3347,3	0-200
	Limo (g/kg)	1072,7	0-200
Propriedades químicas do solo	CTC (mmol(c)/kg)	1118,2	0-200
	Nitrogênio (cg/kg)	445,1	0-200
	Carbono do solo (t ha ⁻¹)	31,7	0-30
	pH	6,6	0-200
Clima	TMA (°C)	24,2	_____
	PMA (mm)	712,2	_____
Topografia	Declividade (%)	3,1	_____
	Altitude (m)	49,3	_____

Brenha das dunas de Inhambane

Reino: Marinho-terrestre

Bioma: Sistemas costeiros supralitorais

Grupo funcional: Matas arbustivas e pradarias costeiras

Ecossistema regional: Floresta tropical das dunas

Distribuição: Xai-Xai

Composição florística

Árvores: *Azelia quanzensis*, *Albizia adianthifolia*, *Albizia versicolor*, *Anacardium occidentale*, *Apodytes dimidiata*, *Annona senegalensis*, *Blighia unijugata*, *Brachylaena discolor*, *Casuarina cunninghamiana*, *Deinbollia oblongifolia*, *Dichrostachys cinerea*, *Diospyros rotundifolia*, *Dodonaea viscosa*, *Eucalyptus sp.*, *Euclea natalensis*, *Garcinia livingstonei*, *Gymnosporia heterophylla*, *Mimusops caffra*, *Ozoroa obovata*, *Psychotria capensis*, *Psydrax locuples*, *Salacia leptoclada*, *Sclerocarya birrea*, *Strychnos madagascariensis*, *Strychnos spinosa* e *Trichilia emetica*.



Figura 23: Brenha das dunas de Inhambane. Local: Chilaulane, Xai-Xai. Fonte: o Autor

Arbustos: *Aneilema dregeanus*, *Barleria repens*, *Crotalaria monteiroi*, *Diospyros villosa*, *Encephalartos ferox*, *Helichrysum kraussii*, *Indigofera hirsuta*, *Maerua edulis*, *Ochna natalitia*, *Phyllanthus reticulatus* e *Xylothea Kraussiana*.

Lianas: *Albertisia delagoensis*, *Ancylobothrys petersiana*, *Bridelia cathartica*, *Capparis sepiaria*, *Cissampelos hirta*, *Jasminum fluminense*, *Landolphia parvifolia*, *Monanthes affra*, *Rhoicissus revoilii*, *Salvadora persica*, *Sarcostemma viminalis*, *Secamone parvifolia* e *Synaptolepis kirkii*.

Trepadeiras: *Abrus precatorius*, *Ancylobothrys petersiana*, *Cassytha filiformis*, *Cissus quadrangulares*, *Clitoria ternata*, *Cryptolepis obtusa*, *Cyphostemma congestum*, *Gloriosa superba*, *Protasparagus africanus*, *Protasparagus falcatus*, *Protasparagus plumosus*, *Rhynchosia caribaea*, *Smilax kraussii* e *Tragia okanyua*.

Rastejantes: *Canavalia rosea*, *Merremia tridentata* e *Momordica balsamina*.

Palmeiras: *Hyphaene coriacea* e *Phoenix reclinata*.

Suculentas: *Aloe parvibacteata*, *Eulophia petersii*, *Euphorbia tirucalli*, *Opuntia ficus-indica* e *Sansevieria hyacinthoides*.

Herbáceas: *Aneilema arenicola*, *Asystasia gangetica*, *Barleria repens*, *Borreria subvulgata*, *Canavalia rosea*, *Catharanthus roseus*, *Clitoria ternata*, *Commelina africana*, *Cyperus papyrus*,

Dactyloctenium australe, *Helichrysum argyrosphaerum*, *Helichrysum silvaticum*, *Indigofera charlieriana*, *Ipomoea bolusiana*, *Juncus kraussii*, *Phyllanthus amarus*, *Pseudognaphalium luteo album*, *Pteridium aquilinum*, *Tephrosia linearis* e *Tephrosia purpúrea*.

Gramíneas: *Aristida congesta*, *Borreria scabra*, *Bulbostylis burchellii*, *Commelina africana*, *Cynodon dactylon*, *Cyperus maritimus*, *Dactyloctenium aegyptium*, *Dactyloctenium australe*, *Imperata cylindrica*, *Mariscus dregeanus*, *Melinis repens*, *Perotis patens* e *Tephrosia purpurea*.

Rizomas: *Parinari capensis* e *Salacia kraussii*.

Diversidade de espécies de plantas

Tabela 30: Estrutura e diversidade de espécies de plantas da Brenha das dunas de Inhambane. Onde S é a riqueza de espécies, Dens. é a densidade, Margalef é o índice de Margalef, E é a equitabilidade de Pielou, H' é o índice de Shannon-Wiener, Diam. é o DAP/diâmetro do colo.

Hábito da planta	S	Dens.	Diam.	Ht	Margalef	E	H'
Árvore	26	115	8,28	4,12	1,02	0,81	1,58
Arbusto	11	2693	0,9	1,40	1,08	0,46	1,1
Liana	13	223	0,78	4,01	1,77	0,94	2,41
Trepadeira	14	190	_____	_____	1,96	0,65	1,72
Rastejante	3	78	_____	_____	0,35	0,73	0,80
Palmeira	2	608	_____	_____	0,13	0,19	0,13
Suculenta	5	178	_____	_____	0,61	0,79	1,27
Herbácea	20	87778	_____	_____	1,40	0,93	2,79
Gramínea	13	217500	_____	_____	0,88	0,84	2,16
Rizomatosa	2	48	_____	_____	0,19	0,90	0,62
Bulbosa	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____
Carnívora	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____
Regeneração	32	2733	2,57	2,82	1,18	0,75	2,6

Características do ambiente abiótico do ecossistema

Tabela 31: Descrição abiótica da Brenha das dunas de Inhambane. Onde Prof.- é a profundidade do solo, Dg- é a densidade aparente, Frag.- é o total volumétrico de fragmentos grosseiros, CTC- é a capacidade de troca catiônica, TMA- é a temperatura média anual e PMA- é a precipitação média anual.

Descrição	Variável	Média	Prof. (cm)
Propriedades físicas do solo	Dg (cg/cm ³)	775,7	0-200
	Argila (g/kg)	1568,1	0-200
	Frag. (cm ³ /dm ³)	215,8	0-200
	Area (g/kg)	3292,7	0-200
	Limo (g/kg)	1217,5	0-200
Propriedades químicas do solo	CTC (mmol(c)/kg)	1190,8	0-200
	Nitrogênio (cg/kg)	775,2	0-200
	Carbono do solo (t ha ⁻¹)	53,8	0-30
	pH	6,0	0-200
Clima	TMA (°C)	23,2	_____
	PMA (mm)	1017,9	_____
Topografia	Declividade (%)	8,6	_____
	Altitude (m)	21,2	_____

Pântanos costeiros tropicais do Macuane

Reino: Marinho-Água Doce-Terrestre

Bioma: Sistemas de maré salobra

Grupo funcional: Salinas costeiras e canaviais

Ecossistema regional: Pântanos costeiros tropicais

Distribuição: Bilene

Composição florística

Árvores: *Albizia adianthifolia*, *Albizia versicolor*, *Pandanus veitchii*, *Sclerocarya birrea*, *Syzygium cordatum* e *Syzygium guineense*.

Arbustos: *Agathisanthemum bojeri*, *Cajanus cajan*, *Chrysanthemoides monilifera*, *Crossandra fruticulosa*, *Crotalaria monteiroi*, *Diospyros villosa*, *Eriosema psoraleoides*, *Helichrysum kraussii*, *Phyllanthus reticulatus*, *Pluchea dioscorides*, *Vernonia natalensis*, *Waltheria indica* e *Xylothea kraussiana*.

Liana: *Cissampelos hirta*.



Figura 24: Pântanos costeiros tropicais do Macuane. Local: Macuane, Bilene. Fonte: o Autor

Trepadeiras: *Cassytha filiformis*, *Cryptolepis obtusa* e *Smilax kraussii*.

Rastejantes: *Centella asiática*, *Dicerocaryum senecioides* e *Ipomoea cairica*.

Palmeira: *Phoenix reclinata*.

Suculenta: *Euphorbia knuthii*.

Herbáceas: *Ananas comosus*, *Asystasia gangetica*, *Blumea alata*, *Chrysanthemoides monilifera*, *Commelina africana*, *Commelina benghalensis*, *Conyza canadenses*, *Flaveria bidentis*, *Helichrysum cooperi*, *Hibiscus cannabinus*, *Ipomoea aquatica*, *Ipomoea batatas*, *Juncus kraussii*, *Kohautia caespitosa*, *Kohautia virgata*, *Ludwigia octovalvis*, *Microsorium scolopendria*, *Oxalis semiloba*, *Polygala erioptera*, *Senecio madagascariensis*, *Senecio polyanthemoides*, *Triumfetta pentandra*, *Triumfetta pilosa* e *Triumfetta rhomboidea*.

Gramineas: *Cynodon dactylon*, *Cyperus hemisphaericus*, *Cyperus maritimus*, *Digitaria argyrostricha*, *Fuirena ciliares*, *Imperata cylindrica*, *Mariscus dregeanus*, *Mariscus hemisphaericus*, *Melinis repens*, *Panicum coloratum*, *Panicum heterostachyum*, *Panicum sp.*, *Phragmites australis*, *Phragmites mauritianus*, *Rhynchelytrum repens* e *Saccharum officinarum*.

Rizomas: *Musa sp.*, *Nymphaea capensis* e *Salacia kraussii*.

Carnívora: *Drosera capensis*.

Diversidade de espécies de plantas

Tabela 32: Estrutura e diversidade de espécies de plantas de Pântanos costeiros tropicais do Macuane. Onde S é a riqueza de espécies, Dens. é a densidade, Margalef é o índice de Margalef, E é a equitabilidade de Pielou, H' é o índice de Shannon-Wiener, Diam. é o DAP/diâmetro do colo.

Hábito da planta	S	Dens.	Diam.	Ht	Margalef	E	H'
Árvore	6	40	16,57	12,83	0,59	0,82	1,14
Arbusto	13	228	0,7	1,11	1,76	0,67	1,71
Liana	1	5	1.50	11.50			
Trepadeira	3	28			0,43	0,78	0,86
Rastejante	3	35			0,40	0,46	0,51
Palmeira	1	125					
Suculenta	1	3					
Herbácea	24	77778			1,71	0,89	2,83
Gramínea	16	95000			1,17	0,90	2,5
Rizomatosa	3	120			0,32	0,87	0,96
Bulbosa							
Carnívora	1	28					
Regeneração	19	709	2,44	3,81	1,28	0,82	1,71

Características do ambiente abiótico do ecossistema

Tabela 33: Descrição abiótica dos Pântanos costeiros tropicais do Macuane. Onde Prof.- é a profundidade do solo, Dg- é a densidade aparente, Frag.- é o total volumétrico de fragmentos grosseiros, CTC- é a capacidade de troca catiônica, TMA- é a temperatura média anual e PMA- é a precipitação média anual.

Descrição	Variável	Média	Prof. (cm)
Propriedades físicas do solo	Dg (cg/cm ³)	785,3	0-200
	Argila (g/kg)	1192,7	0-200
	Frag. (cm ³ /dm ³)	184,7	0-200
	Area (g/kg)	3828,7	0-200
	Limo (g/kg)	975,1	0-200
Propriedades químicas do solo	CTC (mmol(c)/kg)	1007,8	0-200
	Nitrogênio (cg/kg)	1052,7	0-200
	Carbono do solo (t ha ⁻¹)	46,9	0-30
	pH	5,9	0-200
Clima	TMA (°C)	22,8	
	PMA (mm)	1028,0	
Topografia	Declividade (%)	2,7	
	Altitude (m)	26,9	

Floresta ribeirinha do Limpopo-Elefantes

Reino: Terrestre

Bioma: Florestas tropicais-subtropicais

Grupo funcional: Florestas secas tropicais-subtropicais e brenhas

Ecossistema regional: Floresta subtropical ribeirinha

Distribuição: Chicualacuala, Chókwè, Guijá, Mabalane, Mapai e Massingir.



Figura 25: Floresta ribeirinha do Limpopo-Elefantes. Local: Pafuri, Chicualacuala. Fonte: o Autor

Composição florística

Árvores: *Adansonia digitata*, *Albizia petersiana*, *Alchornea laxiflora*, *Calotropis procera*, *Combretum imberbe*, *Diospyros mespiliformis*, *Dombeya kirkii*, *Ficus sycomorus*, *Grewia bicolor*, *Grewia caffra*, *Guibourtia conjugata*, *Hymenocardia ulmoides*, *Kigelia africana*, *Maerua triphylla*, *Olax dissitiflora*, *Philenoptera violácea*, *Sclerocarya birrea*, *Senna petersiana*, *Strychnos potatorum*, *Trichilia emetica*, *Vachellia nigrescens*, *Vachellia nilotica*, *Vachellia robusta*, *Vachellia xanthophloea* e *Ziziphus mucronata*.

Arbustos: *Abutilon angulatum*, *Lantana camara*, *Leucas martinicensis*, *Phyllanthus reticulatus*, *Pluchea dioscorides*, *Ricinus communis* e *Solanum panduriforme*.

Lianas: *Capparis tomentosa*, *Combretum paniculatum*, *Salvadora persica* e *Vachellia kraussiana*.

Trepadeiras: *Cardiospermum halicacabum*, *Cocculus hirsutus*, *Cynanchum ellipticum*, *Lagenaria sphaerica*, *Parsonsia alata* e *Protasparagus africanus*.

Rastejantes: *Cucumis zeyheri* e *Ipomoea carnea*.

Palmeira: *Hyphaene coriacea*.

Herbáceas: *Acalypha indica*, *Achyranthes aspera*, *Aerva lanata*, *Ageratum conyzoides*, *Amaranthus graecizans*, *Argemone mexicana*, *Barleria delagoensis*, *Blumea alata*, *Flaveria bidentis*, *Glinus oppositifolius*, *Indigofera schimperi*, *Leonotis nepetifolia*, *Lepidium bonariense*, *Ludwigia perennis*, *Phyllanthus amarus*, *Pseudognaphalium luteo-album*, *Sesamum alatum*, *Sida rhombifolia*, *Sonchus oleraceus*, *Tephrosia purpurea*, *Trianthema triquetra*, *Vernonia fastigiata* e *Xanthium strumarium*.

Gramíneas: *Cynodon dactylon*, *Mariscus dregeanus*, *Panicum maximum* e *Phragmites australis*.

Diversidade de espécies de plantas

Tabela 34: Estrutura e diversidade de espécies de plantas da Floresta ribeirinha do Limpopo-Elefantes. Onde S é a riqueza de espécies, Dens. é a densidade, Margalef é o índice de Margalef, E é a equitabilidade de Pielou, H' é o índice de Shannon-Wiener, Diam. é o DAP/diâmetro do colo.

Hábito da planta	S	Dens.	Diam.	Ht	Margalef	E	H'
Árvore	25	398	31,2	20,5	1,37	0,65	1,56
Arbusto	7	322	2,01	3,13	0,81	0,73	1,42
Liana	4	1034	3,69	16,40	0,35	0,64	0,88
Trepadeira	6	74	_____	_____	0,85	0,80	1,43
Rastejante	2	8	_____	_____	0,27	0,81	0,56
Palmeira	1	10	_____	_____	_____	_____	_____
Suculenta	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____
Herbácea	23	135556	_____	_____	1,57	0,75	2,36
Gramínea	4	20000	_____	_____	0,26	0,88	1,22
Rizomatosa	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____
Bulbosa	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____
Carnívora	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____
Regeneração	16	2589	2,51	4,98	0,96	0,77	1,78

Características do ambiente abiótico do ecossistema

Tabela 35: Descrição abiótica da Floresta ribeirinha do Limpopo-Elefantes. Onde Prof.- é a profundidade do solo, Dg- é a densidade aparente, Frag.- é o total volumétrico de fragmentos grosseiros, CTC- é a capacidade de troca catiônica, TMA- é a temperatura média anual e PMA- é a precipitação média anual.

Descrição	Variável	Média	Prof. (cm)
Propriedades físicas do solo	Dg (cg/cm ³)	862,9	0-200
	Argila (g/kg)	1687,6	0-200
	Frag. (cm ³ /dm ³)	396,3	0-200
	Area (g/kg)	3311,9	0-200
	Limo (g/kg)	1003,7	0-200
Propriedades químicas do solo	CTC (mmol(c)/kg)	1127,9	0-200
	Nitrogênio (cg/kg)	461,4	0-200
	Carbono do solo (t ha ⁻¹)	32,6	0-30
	pH	7,0	0-200
Clima	TMA (°C)	24,2	_____
	PMA (mm)	424,7	_____
Topografia	Declividade (%)	3,3	_____
	Altitude (m)	146,7	_____

Floresta das dunas de Zongoene

Reino: Marinho-terrestre

Bioma: Sistemas costeiros supralitorais

Grupo funcional: Matas arbustivas e pradarias costeiras

Ecossistema regional: Floresta subtropical das Dunas

Distribuição: Limpopo

Composição florística

Árvores: *Azelia quanzensis*, *Albizia adianthifolia*, *Albizia versicolor*, *Allophylus rubifolius*, *Apodytes dimidiata*, *Bridelia micranta*, *Commiphora neglecta*, *Dialium schlechteri*, *Erythroxylum delagoense*, *Euclea natalensis*, *Faidherbia albida*, *Garcinia livingstonei*, *Hymenocardia ulmoides*, *Mimusops caffra*, *Oxax dissitiflora*, *Oxyanthus spiciformis*, *Ozoroa obovata*, *Psydrax locuples*, *Sapium integerrimum*, *Searsia chiridensis*, *Strychnos spinosa*, *Syzygium cordatum*, *Tabernaemontana elegans*, *Vepris bremekampii* e *Zanthoxylum delagoense*.

Arbustos: *Agathisanthemum bojeri*, *Crotalaria monteiroi*, *Diospyros villosa*, *Helichrysum kraussii*, *Ochna natalitia*, *Tecomaria capensis* e *Xylothea kraussiana*.



Figura 26: Floresta das dunas de Zongoene. Local: Zongoene, Limpopo. Fonte: o Autor

Lianas: *Adenia gummifera*, *Albertisia delagoensis*, *Bridelia cathartica*, *Cissampelos mucronata*, *Clerodendrum cephalanthum*, *Hugonia orientalis*, *Ipomoea albivenia*, *Landolphia kirkii*, *Landolphia parvifolia*, *Monanthes caffra*, *Rhoicissus revoilii*, *Salvadora persica*, *Sarcostemma viminalis*, *Secamone parvifolia*, *Strophanthus courmontii*, *Strychnos panganensis*, *Strychnos xantha*, *Synaptolepis kirkii* e *Uvaria gracilipes*.

Trepadeiras: *Abrus precatorius*, *Cassytha filiformis*, *Centella asiatica*, *Cissus quadrangulares*, *Protasparagus falcatus*, *Protasparagus plumosus*, *Rhynchosia caribaea*, *Smilax kraussii* e *Tragia okanyua*.

Palmeira: *Phoenix reclinata*.

Suculentas: *Aloe parvibacteata* e *Sansevieria hyacinthoides*.

Herbáceas: *Ananas comosus*, *Commelina africana*, *Commelina benghalensis*, *Helichrysum argyrosphaerum*, *Juncus kraussii*, *Justicia flava*, *Pteridium aquilinum*, *Sesamum alatum*, *Vigna vexillata* e *Zamioculcas zamiifolia*.

Rizomas: *Salacia kraussii* e *Parinari capensis*.

Bulbosa: *Hypoxis hemerocallidea*.

Diversidade de espécies de plantas

Tabela 36: Estrutura e diversidade de espécies de plantas da Floresta das dunas de Zongoene. Onde S é a riqueza de espécies, Dens. é a densidade, Margalef é o índice de Margalef, E é a equitabilidade de Pielou, H' é o índice de Shannon-Wiener, Diam. é o DAP/diâmetro do colo.

Hábito da planta	S	Dens.	Diam.	Ht	Margalef	E	H'
Árvore	15	653	11,25	12,40	1,27	0,75	1,74
Arbusto	7	127	0,88	1,19	1,01	0,83	1,62
Liana	19	647	1,38	11,96	2,38	0,83	2,46
Trepadeira	9	267	_____	_____	1,20	0,82	1,80
Rastejante	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____
Palmeira	1	97	_____	_____	_____	_____	_____
Suculenta	2	73	_____	_____	0,19	0,98	0,68
Herbácea	10	51111	_____	_____	0,69	0,81	1,87
Gramínea	7	76667	_____	_____	0,49	0,73	1,41
Rizomatosa	2	7	_____	_____	0,33	1	0,69
Bulbosa	1	3	_____	_____	_____	_____	_____
Carnívora	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____
Regeneração	35	2036	1,67	3,05	1,56	0,87	2,54

Características do ambiente abiótico do ecossistema

Tabela 37: Descrição abiótica da Floresta das dunas de Zongoene. Onde Prof.- é a profundidade do solo, Dg- é a densidade aparente, Frag.- é o total volumétrico de fragmentos grosseiros, CTC- é a capacidade de troca catiônica, TMA- é a temperatura média anual e PMA- é a precipitação média anual.

Descrição	Variável	Média	Prof. (cm)
Propriedades físicas do solo	Dg (cg/cm ³)	811,1	0-200
	Argila (g/kg)	804,3	0-200
	Frag. (cm ³ /dm ³)	163,8	0-200
	Area (g/kg)	4639,3	0-200
	Limo (g/kg)	538,5	0-200
Propriedades químicas do solo	CTC (mmol(c)/kg)	794,0	0-200
	Nitrogênio (cg/kg)	985,0	0-200
	Carbono do solo (t ha ⁻¹)	41,3	0-30
	pH	5,6	0-200
Clima	TMA (°C)	22,9	_____
	PMA (mm)	1017,0	_____
Topografia	Declividade (%)	7,0	_____
	Altitude (m)	41,4	_____

Mata de Mopane da Cordilheira do Limpopo

Reino: Terrestre

Bioma: Savanas e pradarias

Grupo funcional: Savanas tróficas

Ecosistema regional: Mata de Mopane

Distribuição: Chicualacuala, Mabalane, Mapai e Massingir.



Figura 27: Mata de Mopane da Cordilheira do Limpopo. Local: Mapai-Rio, Mapai. Fonte: o Autor

Composição florística

Árvores: *Azelia quanzensis*, *Albizia petersiana*, *Alchornea laxiflora*, *Balanites maughamii*, *Boscia albitrunca*, *Cassia abbreviata*, *Colophospermum mopane*, *Combretum apiculatum*, *Commiphora glandulosa*, *Commiphora neglecta*, *Dalbergia melanoxylon*, *Dichrostachys cinerea*, *Euclea divinorum*, *Faidherbia albida*, *Grewia bicolor*, *Kirkia acuminata*, *Lannea schweinfurthii*, *Markhamia zanzibarica*, *Melanodiscus oblongus*, *Ormocarpum kirkii*, *Pappea capensis*, *Philenoptera violacea*, *Sarcostemma viminale*, *Sclerocarya birrea*, *Senegalia nigrescens*, *Spirostachys africana*, *Sterculia rogersii*, *Strychnos madagascariensis*, *Terminalia sericea*, *Vachellia nilotica*, *Vachellia senegal*, *Vangueria infausta*, *Xeroderris stuhlmannii* e *Ximenia caffra*.

Arbustos: *Hibiscus meyeri*, *Pavetta catophylla*, *Phyllanthus pinnatus*, *Waltheria bicolor* e *Waltheria indica*.

Lianas: *Combretum paniculatum*, *Loeseneriella crenata*, *Rhoicissus revoilii* e *Secamone parvifolia*.

Trepadeiras: *Cissus quadrangulares* e *Protasparagus africanus*.

Rastejantes: *Cucumis hirsutus* e *Cucurbita maxima*.

Herbáceas: *Achyranthes aspera*, *Barleria delagoensis*, *Hermannia boraginiflora*, *Indigofera astragalina*, *Kohautia virgata*, *Ocimum americanum*, *Setaria incrassata*, *Solanum panduriforme*, *Vernonia poskeana* e *Vigna vexillata*.

Gramíneas: *Aristida congesta*, *Enneapogon spathaceus*, *Panicum sp.*, *Perotis patens*, *Sorghum bicolor*, *Tricholaena monachne* e *Zea mays*.

Diversidade de espécies de plantas

Tabela 38: Estrutura e diversidade de espécies de plantas da Mata de Mopane da Cordilheira do Limpopo. Onde S é a riqueza de espécies, Dens. é a densidade, Margalef é o índice de Margalef, E é a equitabilidade de Pielou, H' é o índice de Shannon-Wiener, Diam. é o DAP/diâmetro do colo.

Hábito da planta	S	Dens.	Diam	Ht	Margalef	E	H'
Árvore	36	664	10,77	9,26	2,25	0,68	2,01
Arbusto	5	70	0,98	1,73	0,66	0,80	1,29
Liana	4	112	1,88	15,87	0,46	0,75	1,04
Trepadeira	2	23	_____	_____	0,20	0,37	0,26
Rastejante	2	17	_____	_____	0,22	1	0,69
Palmeira	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____
Suculenta	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____
Herbácea	10	15556	_____	_____	0,76	0,90	2,06
Gramínea	7	23333	_____	_____	0,51	0,90	1,75
Rizomatosa	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____
Bulbosa	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____
Carnívora	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____
Regeneração	43	2184	2,11	3,21	1,79	0,78	2,22

Características do ambiente abiótico do ecossistema

Tabela 39: Descrição abiótica da Mata de Mopane da Cordilheira do Limpopo. Onde Prof.- é a profundidade do solo, Dg- é a densidade aparente, Frag.- é o total volumétrico de fragmentos grosseiros, CTC- é a capacidade de troca catiônica, TMA- é a temperatura média anual e PMA- é a precipitação média anual.

Descrição	Variável	Média	Prof. (cm)
Propriedades físicas do solo	Dg (cg/cm ³)	880,1	0-200
	Argila (g/kg)	1614,5	0-200
	Frag. (cm ³ /dm ³)	478,0	0-200
	Area (g/kg)	3430,3	0-200
	Limo (g/kg)	955,1	0-200
Propriedades químicas do solo	CTC (mmol(c)/kg)	1134,7	0-200
	Nitrogênio (cg/kg)	428,0	0-200
	Carbono do solo (t ha ⁻¹)	30,4	0-30
	pH	7,0	0-200
Clima	TMA (°C)	23,8	_____
	PMA (mm)	451,9	_____
Topografia	Declividade (%)	4,1	_____
	Altitude (m)	184,6	_____

Rio

Reino: Água doce

Bioma: Rios e córregos

Grupo funcional: Rios permanentes das terras baixas

Ecossistema regional: Rios de água doce

Distribuição: Todo corredor

Composição florística

Nas suas margens foram registadas 22 espécies de plantas, sendo 10 arbóreas, 2 arbustivas, 1 liana, 3 trepadeiras, 2 suculentas, 2 herbáceas, 1 palmeira e 1 gramínea.

Árvores: *Cadaba kirkii*, *Cadaba natalensis*, *Colophospermum mopane*, *Dichrostachys cinerea*, *Maerua edulis*, *Maerua triphylla*, *Salvadora australis*, *Vachellia burkei*, *Vachellia nilotica* e *Vachellia xanthophloea*.

Arbustos: *Hibiscus meyeri* e *Indigofera hendecaphylla*.

Liana: *Salvadora pérsica*.

Trepadeiras: *Asparagus africanus*, *Cissus quadrangularis* e *Cissus rotundifolia*.



Figura 28: Rio Changane. Local: Alto Changane, Chibuto. Fonte: o Autor

Suculentas: *Agave sisalana* e *Aloe marlothii*

Herbáceas: *Aptosimum lineare* e *Sansevieria hyacinthoides*

Gramínea: *Urochloa mosambicensis*

Palmeira: *Hyphaene coriácea*.

Características do ambiente abiótico

Tabela 40: Descrição abiótica do rio. Onde Prof.- é a profundidade do solo, Dg- é a densidade aparente, Frag.- é o total volumétrico de fragmentos grosseiros, CTC- é a capacidade de troca catiônica, TMA- é a temperatura média anual e PMA- é a precipitação média anual.

Descrição	Variável	Média	Prof. (cm)
Propriedades físicas do solo	Dg (cg/cm ³)	792,5	0-200
	Argila (g/kg)	2043,6	0-200
	Frag. (cm ³ /dm ³)	211,9	0-200
	Area (g/kg)	2527,0	0-200
	Limo (g/kg)	1476,6	0-200
Propriedades químicas do solo	CTC (mmol(c)/kg)	1416,1	0-200
	Nitrogênio (cg/kg)	584,1	0-200
	Carbono do solo (t ha ⁻¹)	40,8	0-30
	pH	6,8	0-200
Clima	TMA (°C)	23,8	_____
	PMA (mm)	702,3	_____
Topografia	Declividade (%)	2,4	_____
	Altitude (m)	58,2	_____

Lago de água doce

Reino: Água doce

Bioma: Lagos

Grupo funcional: Pequenos lagos permanentes de água doce

Ecossistema regional: Lagos de água doce

Distribuição: Todo corredor

Composição florística

Os lagos estão distribuídos ao longo do corredor; nas suas margens foram registadas 5 espécies de plantas, sendo 3 arbóreas (*Colophospermum mopane*, *Vachellia burkei* e *Vachellia xanthophloea*), 1 herbácea (*Eragrostis inamoena*) e 1 gramínea (*Indigofera charlieriana*). No seu interior registou-se apenas uma espécie aquática (*Nymphaea nouchali*).



Figura 29: Lago Maguanza. Local: Chissano, Limpopo. Fonte: o Autor

Características do ambiente abiótico

Tabela 41: Descrição abiótica do lago. Onde Prof.- é a profundidade do solo, Dg- é a densidade aparente, Frag.- é o total volumétrico de fragmentos grosseiros, CTC- é a capacidade de troca catiônica, TMA- é a temperatura média anual e PMA- é a precipitação média anual.

Descrição	Variável	Média	Prof. (cm)
Propriedades físicas do solo	Dg (cg/cm ³)	801,8	0-200
	Argila (g/kg)	1708,5	0-200
	Frag. (cm ³ /dm ³)	340,8	0-200
	Area (g/kg)	3137,9	0-200
	Limo (g/kg)	1145,4	0-200
Propriedades químicas do solo	CTC (mmol(c)/kg)	1242,8	0-200
	Nitrogênio (cg/kg)	516,5	0-200
	Carbono do solo (t ha ⁻¹)	34,2	0-30
	pH	6,7	0-200
Clima	TMA (°C)	23,6	_____
	PMA (mm)	615,8	_____
Topografia	Declividade (%)	0,6	_____
	Altitude (m)	78,5	_____

Depressão salgada do interior de Banhine

Reino: Água doce

Bioma: Lagos

Grupo funcional: Lagos salgados efêmeros

Ecossistema regional: Salina halofítica de savana das terras altas

Distribuição: Chibuto, Chigubo e Guijá



Figura 30: Depressão salgada do interior de Banhine. Local: Alto Changane, Chibuto. Fonte: o Autor

Composição florística

Árvores: *Colophospermum mopane*, *Combretum hereroense*, *Olax dissitiflora*, *Sclerocarya birrea*, *Strychnos madagascariensis*, *Tabernaemontana elegans*, *Vachellia borleae* e *Vachellia xanthophloea*.

Palmeira: *Hyphaene coriacea*.

Liana: *Bougainvillea sp.*

Herbáceas: *Eclipta prostrata*, *Heliotropium zeylanicum*, *Hibiscus cannabinus*, *Hygrophila schulli*, *Hygrophila spiciformis* e *Leonotis nepetifolia*.

Gramíneas: *Acroceras macrum*, *Andropogon eucomus*, *Cyperus hemisphaericus*, *Eragrostis amabilis*, *Fimbristylis ferruginea*, *Perotis patens*, *Sporobolus virginicus* e *Zea mays*.

Trepadeira: *Sesuvium portulacastrum*.

Características do ambiente abiótico

Tabela 42: Descrição abiótica da Depressão salgada do interior de Banhine. Onde Prof.- é a profundidade do solo, Dg- é a densidade aparente, Frag.- é o total volumétrico de fragmentos grosseiros, CTC- é a capacidade de troca catiônica, TMA- é a temperatura média anual e PMA- é a precipitação média anual.

Descrição	Variável	Média	Prof. (cm)
Propriedades físicas do solo	Dg (cg/cm ³)	852,7	0-200
	Argila (g/kg)	1805,2	0-200
	Frag. (cm ³ /dm ³)	227,2	0-200
	Area (g/kg)	2887,2	0-200
	Limo (g/kg)	1305,2	0-200
Propriedades químicas do solo	CTC (mmol(c)/kg)	1482,2	0-200
	Nitrogênio (cg/kg)	520,1	0-200
	Carbono do solo (t ha ⁻¹)	34,2	0-30
	pH	7,2	0-200
Clima	TMA (°C)	24,5	_____
	PMA (mm)	584,2	_____
Topografia	Declividade (%)	2,0	_____
	Altitude (m)	49,0	_____

Campos de arroz do Complexo Agro-industrial de Chókwè

Reino: Água doce

Bioma: Águas doces artificiais

Grupo funcional: Arrozaís

Ecossistema regional: Arrozaís

Distribuição: Chókwè

Composição florística

Árvores: *Albizia adianthifolia*, *Albizia versicolor*, *Anacardium occidentale*, *Carica papaya*, *Citrus limon*, *Cocos nucifera*, *Diospyros mespiliformis*, *Mangifera indica*, *Psidium guajava*, *Sclerocarya birrea*, *Strychnos spinosa*, *Syzygium cumini*, *Trichilia emetica* e *Vachellia xanthophloea*.

Arbustos: *Abelmoschus esculentus*, *Abutilon angulatum*, *Azima tetracantha*, *Indigofera schimperi*, *Manihot esculenta*, *Ricinus communis* e *Tricholaena zeylanica*.

Palmeira: *Phoenix reclinata*

Rizoma: *Musa sp.*



Figura 31: Campos de arroz do Complexo Agro-industrial de Chókwè. Local: Lionde, Chókwè.

Fonte: o Autor

Herbáceas: *Aerva lanata*, *Alysicarpus vaginalis*, *Arachis hypogaea*, *Blumea alata*, *Gnaphalium argyrosphaerum*, *Gnaphalium luteo-album*, *Helichrysum argyrosphaerum*, *Helichrysum silvaticum*, *Hibiscus cannabinus*, *Ipomoea aquática*, *Ipomoea bolusiana*, *Leonotis nepetifolia*, *Lepidium africanum*, *Ludwigia octovalvis*, *Ludwigia perennis*, *Nidorella auriculata*, *Oryza sativa*, *Sida rhombifolia*, *Solanum nigrum*, *Sonchus oleraceus*, *Sorghum bicolor* e *Xanthium strumarium*.

Gramíneas: *Bulbostylis Pilosa*, *Cynodon dactylon*, *Cyperus hemisphaericus*, *Dactyloctenium australe*, *Fimbristylis bisumbellata*, *Pennisetum purpureum*, *Setaria incrassata*, *Urochloa trichopus* e *Zea mays*.

Trepadeiras: *Cardiospermum halicacabum*, *Cucumis hirsutus* e *Rhynchosia mínima*.

Características do ambiente abiótico

Tabela 43: Descrição abiótica da Campos de arroz do Complexo Agro-industrial de Chókwe. Onde Prof.- é a profundidade do solo, Dg- é a densidade aparente, Frag.- é o total volumétrico de fragmentos grosseiros, CTC- é a capacidade de troca catiônica, TMA- é a temperatura média anual e PMA- é a precipitação média anual.

Descrição	Variável	Média	Prof. (cm)
Propriedades físicas do solo	Dg (cg/cm ³)	849,2	0-200
	Argila (g/kg)	1723,5	0-200
	Frag. (cm ³ /dm ³)	81,4	0-200
	Area (g/kg)	3067,6	0-200
	Limo (g/kg)	1208,1	0-200
Propriedades químicas do solo	CTC (mmol(c)/kg)	1114,3	0-200
	Nitrogênio (cg/kg)	454,0	0-200
	Carbono do solo (t ha ⁻¹)	32,8	0-30
	pH	6,7	0-200
Clima	TMA (°C)	23,4	_____
	PMA (mm)	715,6	_____
Topografia	Declividade (%)	2,2	_____
	Altitude (m)	26,6	_____

Floresta de Mangal do Oceano Índico

Reino: Marinho-Água Doce-Terrestre

Bioma: Sistemas de maré salobra

Grupo funcional: Florestas e matagais interditaís

Ecossistema regional: Mangal tropical do Oceano Índico

Distribuição: Limpopo e Xai-Xai

Composição florística

Foram registadas somente 2 espécies de árvores de mangal, que são: *Rhizophora mucronata* e *Avicennia marina*.



Figura 32: Floresta de Mangal do Oceano Índico. Local: Zongoene, Limpopo. Fonte: o Autor

Características do ambiente abiótico

Tabela 44: Descrição abiótica da Floresta de Mangal do Oceano Índico. Onde Prof.- é a profundidade do solo, Dg- é a densidade aparente, Frag.- é o total volumétrico de fragmentos grosseiros, CTC- é a capacidade de troca catiônica, TMA- é a temperatura média anual e PMA- é a precipitação média anual.

Descrição	Variável	Média	Prof. (cm)
Propriedades físicas do solo	Dg (cg/cm ³)	611,6	0-200
	Argila (g/kg)	2469,0	0-200
	Frag. (cm ³ /dm ³)	175,4	0-200
	Area (g/kg)	1846,1	0-200
	Limo (g/kg)	1696,6	0-200
Propriedades químicas do solo	CTC (mmol(c)/kg)	1346,3	0-200
	Nitrogênio (cg/kg)	891,9	0-200
	Carbono do solo (t ha ⁻¹)	62,5	0-30
	pH	6,3	0-200
Clima	TMA (°C)	23,2	_____
	PMA (mm)	1017,6	_____
Topografia	Declividade (%)	3,1	_____
	Altitude (m)	5,9	_____

Pradaria arbustiva do norte dos Libombos

Reino: Terrestre

Bioma: Savanas e pradarias

Grupo funcional: *Pyric tussock savanna*

Ecosistema regional: Savana das terras baixas

Distribuição: Chicualacuala e Massingir



Figura 33: Pradaria arbustiva do norte dos Libombos. Fonte: Lötter et al. (2021)

Composição florística

Por questões logísticas, esse ecossistema não foi amostrado e, a sua descrição biótica foi feita com base nos resultados de Lötter et al. (2021). A Pradaria arbustiva do norte dos Libombos é um ecossistema decíduo dominado por família Combretaceae que ocorre em encostas rochosas e cumes ao longo das zonas montanhosas no norte dos Libombos.

Árvores: *Combretum apiculatum*, *Combretum mollis*, *Combretum zeyheri*, *Vachellia erubescens*, *Vachellia exuvialis*, *Vachellia nigrescens*, *Albizia harveyi*, *Boscia albitrunca*, *Adansonia digitata*, *Colophospermum mopane*, *Commiphora mollis*, *Flueggea virosa*, *Grewia bicolor*, *Kirkia acuminata*, *Lanea schweinfurthii*, *Mundulea sericea*, *Ozoroa engleri*, *Pappea capensis*, *Peltophorum africanum*, *Pouzolzia mixta*, *Sclerocarya birrea* e *Sterculia rogersii*.

Arbustos: *Pavetta calophylla*, *Portulacaria mixta* e *Tricalysia junodii*.

Gramíneas: *Andropogon gayanus*, *Aristida congesta*, *Brachiaria xantholeuca*, *Pogonarthria squarrosa*, *Digitaria eriantha*, *Enneapogon cenchroides* e *Heteropogon contortus*.

Succulentas: *Aloe chabaudii*, *Sansevieria pearsonii*, *Euphorbia confinalis*, *Euphorbia cooperi* e *Euphorbia tirucalli*.

Características do ambiente abiótico

Tabela 45: Descrição abiótica da Pradaria arbustiva do norte dos Libombos. Onde Prof.- é a profundidade do solo, Dg- é a densidade aparente, Frag.- é o total volumétrico de fragmentos grosseiros, CTC- é a capacidade de troca catiônica, TMA- é a temperatura média anual e PMA- é a precipitação média anual.

Descrição	Variável	Média	Prof. (cm)
Propriedades físicas do solo	Dg (cg/cm ³)	882,9	0-200
	Argila (g/kg)	1468,7	0-200
	Frag. (cm ³ /dm ³)	629,5	0-200
	Area (g/kg)	3635,6	0-200
	Limo (g/kg)	896,0	0-200
Propriedades químicas do solo	CTC (mmol(c)/kg)	1247,7	0-200
	Nitrogênio (cg/kg)	427,8	0-200
	Carbono do solo (t ha ⁻¹)	28,2	0-30
	pH	6,8	0-200
Clima	TMA (°C)	22,7	_____
	PMA (mm)	480,1	_____
Topografia	Declividade (%)	4,9	_____
	Altitude (m)	306,0	_____

Campos de cultivos não arbóreos do Baixo Limpopo

Reino: Terrestre

Bioma: Sistemas de uso intensivo da terra

Grupo funcional: Pastos e campos semeados

Ecosistema regional: Áreas de pastagens e plantações

Distribuição: Chibuto, Chókwè, Limpopo e Xai-Xai.

Composição florística

Árvores: *Anacardium occidentale*, *Carica papaya*, *Casuarina equisetifolia*, *Citrus limon*, *Cocos nucifera*, *Eucalyptus camaldulensis*, *Eucalyptus robusta*, *Eucalyptus sp.*, *Ficus glumosa*,

Mangifera indica, *Moringa oleífera*, *Psidium guajava*, *Sclerocarya birrea*, *Senna siamea*, *Trichilia emetica*, *Vachellia welwitschii* e *Vachellia xanthophloea*.



Figura 34: Campos de cultivos não arbóreos do Baixo Limpopo. Local: Macarretane, Chókwe.

Fonte: o Autor

Arbustos: *Abutilon grandifolium*, *Capsicum frutescens*, *Indigofera astragalina*, *Manihot esculenta*, *Ricinus communis*, *Solanum melongena*, *Solanum panduriforme*, *Trichodesma zeylanicum* e *Waltheria indica*.

Gramíneas: *Cyperus giganteus*, *Phragmites australis*, *Saccharum officinarum*, *Urochloa mosambicensis* e *Zea mays*.

Herbáceas: *Abelmoschus esculentus*, *Amaranthus dubius*, *Argemone mexicana*, *Boerhavia difusa*, *Boerhavia erecta*, *Brassica oleracea*, *Conyza bonariensis*, *Lactuca sativa*, *Parthenium hysterophorus*, *Phaseolus vulgaris*, *Phoenix reclinata*, *Sesamum alatum*, *Sida rhombifolia*, *Solanum lycopersicum*, *Sonchus oleraceus* e *Xanthium strumarium*.

Trepadeiras: *Cardiospermum halicacabum* e *Rhynchosia mínima*.

Rizoma: *Musa sp.*

Bulbosas: *Daucus carota* subsp. *sativus*, *Beta vulgaris*, *Solanum tuberosum*, *Allium cepa* e *Allium sativum*.

Características do ambiente abiótico

Tabela 46: Descrição abiótica do Campos de cultivos não arbóreos do Baixo Limpopo. Onde Prof.- é a profundidade do solo, Dg- é a densidade aparente, Frag.- é o total volumétrico de fragmentos grosseiros, CTC- é a capacidade de troca catiônica, TMA- é a temperatura média anual e PMA- é a precipitação média anual.

Descrição	Variável	Média	Prof. (cm)
Propriedades físicas do solo	Dg (cg/cm ³)	824,6	0-200
	Argila (g/kg)	2153,6	0-200
	Frag. (cm ³ /dm ³)	78,0	0-200
	Area (g/kg)	2206,8	0-200
	Limo (g/kg)	1639,4	0-200
Propriedades químicas do solo	CTC (mmol(c)/kg)	1509,0	0-200
	Nitrogênio (cg/kg)	585,5	0-200
	Carbono do solo (t ha ⁻¹)	39,7	0-30
	pH	6,8	0-200
Clima	TMA (°C)	23,5	_____
	PMA (mm)	839,9	_____
Topografia	Declividade (%)	2,7	_____
	Altitude (m)	16,7	_____

Áreas habitacionais

Reino: Terrestre

Bioma: Sistemas de uso intensivo da terra

Grupo funcional: Ecossistemas urbanos e industriais

Ecossistema regional: Ecossistemas urbanos

Distribuição: todo corredor

Composição florística

Árvores: *Adansonia digitata*, *Azelia quanzensis*, *Albizia adianthifolia*, *Alchornea laxiflora*, *Aloe littoralis*, *Anacardium occidentale*, *Annona reticulata*, *Annona squamosa*, *Bixa orellana*, *Bombax rhodognaphalon*, *Boscia albitrunca*, *Carica papaya*, *Cassia abbreviata*, *Casuarina cunninghamiana*, *Ceiba pentandra*, *Citrus limon*, *Cocos nucifera*, *Colophospermum mopane*, *Combretum apiculatum*, *Delonix regia*, *Dialium schlechteri*, *Dracaena reflexa*, *Ehretia amoena*, *Eucalyptus citriodora*, *Ficus elástica*, *Garcinia livingstonei*, *Guibourtia conjugata*, *Kigelia africana*, *Maerua triphylla*, *Mangifera indica*, *Markhamia zanzibarica*, *Millettia stuhlmannii*,

Moringa oleifera, *Morus alba*, *Psidium guajava*, *Pisum sativum*, *Polyscias fruticosa*, *Sclerocarya birrea*, *Senegalia nigrescens*, *Senna petersiana*, *Senna siamea*, *Strychnos madagascariensis*, *Strychnos spinosa*, *Syzygium cumini*, *Tabernaemontana elegans*, *Terminalia catappa*, *Terminalia sericea*, *Tricalysia delagoensis*, *Trichilia emetica*, *Vachellia xanthophloea* e *Ziziphus mauritiana*.



Figura 35: Áreas habitacionais. Local: Massingir-sede, Massingir. Fonte: o Autor

Arbustos: *Abutilon angulatum*, *Capsicum frutescens*, *Indigofera fulgens*, *Manihot esculenta*, *Ricinus communis*, *Solanum incanum*, *Solanum nigrum*, *Solanum panduriforme*, *Tricholaena monachne* e *Waltheria indica*.

Herbáceas: *Aerva lanata*, *Aneilema aequinoctiale*, *Argemone mexicana*, *Barleria delagoensis*, *Boerhavia erecta*, *Catharanthus roseus*, *Chamaesyce hirta*, *Glinus oppositifolius*, *Helichrysum decorum*, *Ipomoea cairica*, *Leonotis nepetifolia*, *Lepidium inyangense*, *Parthenium hysterophorus*, *Sansevieria concinna*, *Sesamum alatum*, *Sida rhombifolia*, *Solanum lycopersicum*, *Sorghum bicolor*, *Tricliceras lacerata*, *Triumfetta pentandra* e *Xanthium strumarium*.

Gramíneas: *Aristida congesta*, *Bambusa vulgaris*, *Dactyloctenium aegyptium*, *Enneapogon scoparius*, *Saccharum officinarum*, *Urochloa engleri* e *Zea mays*.

Suculentas: *Agave sisalana* e *Euphorbia tirucalli*.

Rizomas: *Musa sp.*

Palmeiras: *Hyphaene coriacea*.

Lianas: *Bougainvillea sp.*, *Combretum paniculatum*, *Loeseneriella crenata* e *Passiflora edulis*.

Epifitas: *Ansellia africana*.

Rastejantes: *Citrullus lanatus*, *Dicerocaryum senecioides*, *Hibiscus schinzii*, *Ipomoea batatas* e *Momordica balsamina*.

Trepadeiras: *Cynanchum ellipticum*, *Jacquemontia tamnifolia* e *Vigna unguiculata*.

Bulbosas: *Ananas comosus*.

Características do ambiente abiótico

Tabela 47: Descrição abiótica das Áreas habitacionais. Onde Prof.- é a profundidade do solo, Dg- é a densidade aparente, Frag.- é o total volumétrico de fragmentos grosseiros, CTC- é a capacidade de troca catiônica, TMA- é a temperatura média anual e PMA- é a precipitação média anual.

Descrição	Variável	Média	Prof. (cm)
Propriedades físicas do solo	Dg (cg/cm ³)	848,4	0-200
	Argila (g/kg)	1411,4	0-200
	Frag. (cm ³ /dm ³)	162,5	0-200
	Area (g/kg)	3616,7	0-200
	Limo (g/kg)	973,1	0-200
Propriedades químicas do solo	CTC (mmol(c)/kg)	920,0	0-200
	Nitrogênio (cg/kg)	502,1	0-200
	Carbono do solo (t ha ⁻¹)	31,9	0-30
	pH	6,6	0-200
Clima	TMA (°C)	23,5	_____
	PMA (mm)	768,1	_____
Topografia	Declividade (%)	3,3	_____
	Altitude (m)	67,9	_____

Agricultura itinerante

Reino: Terrestre

Bioma: Sistemas de uso intensivo da terra

Grupo funcional: Terras de cultivos anuais

Ecossistema regional: Áreas agrícolas

Distribuição: todo corredor



Figura 36: Agricultura itinerante. Local: Chiculacuala-sede, Chiculacuala. Fonte: o Autor

Composição florística

Árbóreas: *Adansonia digitata*, *Azelia quanzensis*, *Alchornea laxiflora*, *Anacardium occidentale*, *Baphia massaiensis*, *Brachylaena huillensis*, *Brachylaena willisii*, *Carica papaya*, *Cladostemon kirkii*, *Combretum apiculatum*, *Dalbergia arbutifolia*, *Guibourtia conjugata*, *Gymnosporia arenicola*, *Maerua triphylla*, *Mangifera indica*, *Margaritaria discoidea*, *Markhamia zanzibarica*, *Ochna arborea*, *Pisum sativum*, *Pteleopsis myrtifolia*, *Sclerocarya birrea*, *Sesbania sesban*, *Senna petersiana*, *Sterculia rogersii*, *Strychnos madagascariensis*, *Strychnos spinosa*, *Tabernaemontana elegans*, *Tephrosia purpurea*, *Terminalia sericea*, *Vachellia kraussiana*, *Vachellia nigrescens*, *Vangueria infausta*, *Vepris bremekampii*, *Vitex harveyana* e *Xylothea kraussiana*.

Arbustos: *Abutilon angulatum*, *Abutilon grandifolium*, *Abutilon ramosum*, *Cajanus cajan*, *Capparis erythrocarpos*, *Capsicum frutescens*, *Eriosema parviflorum*, *Hibiscus meyeri*, *Indigofera astragalina*, *Indigofera hendecaphylla*, *Indigofera hirsuta*, *Manihot esculenta*, *Phyllanthus pinnatus*, *Sida cordifolia*, *Solanum panduriforme*, *Trichodesma zeylanicum*, *Tridax procumbens*, *Vernonia cinerea* e *Vernonia poskeana*.

Herbáceas: *Acalypha indica*, *Aerva lanata*, *Arachis hypogaea*, *Argemone mexicana*, *Barleria delagoensis*, *Boerhavia difusa*, *Cenchrus ciliares*, *Corchorus trilocularis*, *Glinus bainesii*,

Gomphrena sessilis, *Helichrysum cooperi*, *Heliotropium subulatum*, *Kohautia longifolia*, *Lepidium bonariense*, *Melhania forbesii*, *Ocimum americanum*, *Phyllanthus amarus*, *Sesamum alatum*, *Sesamum angolensis*, *Sida rhombifolia*, *Sonchus oleraceus*, *Sorghum bicolor*, *Tragus berteronianus*, *Trianthema salsoloides*, *Vernonia fastigiata*, *Vigna subterrânea* e *Xanthium strumarium*.

Gramíneas: *Cenchrus americanus*, *Cenchrus brownii*, *Cynodon dactylon*, *Eragrostis aethiopica*, *Melinis repens*, *Panicum coloratum*, *Panicum heterostachyum*, *Panicum maximum*, *Pennisetum glaucum*, *Pennisetum polystachion*, *Perotis patens*, *Pogonarthria squarrosa*, *Urochloa mosambicensis* e *Zea mays*.

Trepadeiras: *Cucumis sativus*, *Lablab purpureus*, *Rhynchosia minima* e *Vigna unguiculata*.

Rastejantes: *Cucumis myriocarpus*, *Cucurbita maxima*, *Cucurbita pepo*, *Hibiscus schinzii*, *Ipomoea batatas*, *Ipomoea cairica* e *Momordica balsamina*.

Lianas: *Combretum paniculatum*, *Loeseneriella crenata* e *Cissampelos hirta*.

Bulbosas: *Ipomoea bolusiana*.

Características do ambiente abiótico

Tabela 48: Descrição abiótica da Agricultura itinerante. Onde Prof.- é a profundidade do solo, Dg- é a densidade aparente, Frag.- é o total volumétrico de fragmentos grosseiros, CTC- é a capacidade de troca catiônica, TMA- é a temperatura média anual e PMA- é a precipitação média anual.

Descrição	Variável	Média	Prof. (cm)
Propriedades físicas do solo	Dg (cg/cm ³)	857,4	0-200
	Argila (g/kg)	1403,1	0-200
	Frag. (cm ³ /dm ³)	261,4	0-200
	Area (g/kg)	3652,1	0-200
	Limo (g/kg)	942,5	0-200
Propriedades químicas do solo	CTC (mmol(c)/kg)	958,9	0-200
	Nitrogênio (cg/kg)	495,1	0-200
	Carbono do solo (t ha ⁻¹)	31,7	0-30
	pH	6,5	0-200
Clima	TMA (°C)	23,4	_____
	PMA (mm)	688,0	_____
Topografia	Declividade (%)	3,5	_____
	Altitude (m)	123,4	_____

4.3. Variabilidade da diversidade, estrutura e composição florística entre os tipos de clima (Semiárido e Subhúmido seco)

Neste estudo, dois tipos de climas foram identificados dentro do Corredor do Limpopo, que são: semiárido e subhúmido seco. Adoptou-se a classificação climática sugerida por UNEP-WCMC (2007) que baseia-se nos valores do índice de aridez (Tabela 49).

Tabela 49: Classificação da área de estudo de acordo com o tipo de clima. Onde n é o número de parcelas amostradas por cada tipo de clima.

Índice de aridez	Tipo de clima	Área: km ² (%)	n
0,2-0,5	Semi-árido	63952.58 (95,7)	76
0,5-0,65	Sub-húmido seco	2871.38 (4,3)	36
	Total	66823.96 (100)	112

Características do ambiente abiótico

Tabela 50: Descrição abiótica das regiões climáticas. Onde Prof.- é a profundidade do solo, Dg- é a densidade aparente, Frag.- é o total volumétrico de fragmentos grosseiros, CTC- é a capacidade de troca catiônica, TMA- é a temperatura média anual e PMA- é a precipitação média anual.

Descrição	Variável (média)	Tipo de clima		
		Semiárida	Subhúmida seca	Prof. (cm)
Propriedades físicas do solo	Dg (cg/cm ³)	876,1	807,3	0-200
	Argila (g/kg)	1653,8	1517,8	0-200
	Frag. (cm ³ /dm ³)	291,2	143,0	0-200
	Area (g/kg)	3295,3	3394,8	0-200
	Limo (g/kg)	1050,6	1089,9	0-200
Propriedades químicas do solo	CTC (mmol(c)/kg)	1168,7	1011,1	0-200
	Nitrogênio (cg/kg)	439,9	776,9	0-200
	Carbono do solo (t ha ⁻¹)	31,9	41,3	0-30
	pH	7,0	6,0	0-200
Clima	TMA (°C)	24,0	23,1	_____
	PMA (mm)	527,1	962,2	_____
Topografia	Declividade (%)	2,6	3,4	_____
	Altitude (m)	148,0	38,9	_____

4.3.1. Diversidade, estrutura e composição florística por tipo de clima

Observou-se uma variação insignificativa na riqueza e diversidade arbórea nas duas regiões climáticas (Figura 37). O clima semiárido teve a maior densidade e área basal, enquanto o clima subhúmido seco teve a maior equitabilidade. Em média, a densidade arbórea da zona semiárida foi de 549 ind. ha⁻¹, enquanto da subhúmida seca foi de 238 ind. ha⁻¹. A equitabilidade média da zona semiárida foi de 0,6, enquanto da subhúmida foi de 0,7. Em média, a área basal da zona árida foi de 22,8 m² ha⁻¹ e, da zona subhúmida seca foi de 4,1 m² ha⁻¹. Estes resultados diferem com os encontrados por Bhatta et al. (2021) em Nepal, no qual registaram uma área basal significativa no clima subhúmido e maior diversidade e riqueza de espécies na zona semiárida.

Observou-se diferenças insignificativas na estrutura e diversidade de herbáceas entre os climas (Figura 40). A riqueza, diversidade, equitabilidade e densidade do clima subhúmido seco foi maior que a do semiárido. A riqueza de espécies de gramíneas foi alta no clima subhúmido que no semiárido. Contudo, registou-se diferenças insignificativas na diversidade, equitabilidade e densidade de gramíneas entre as zonas climáticas (Figura 41).

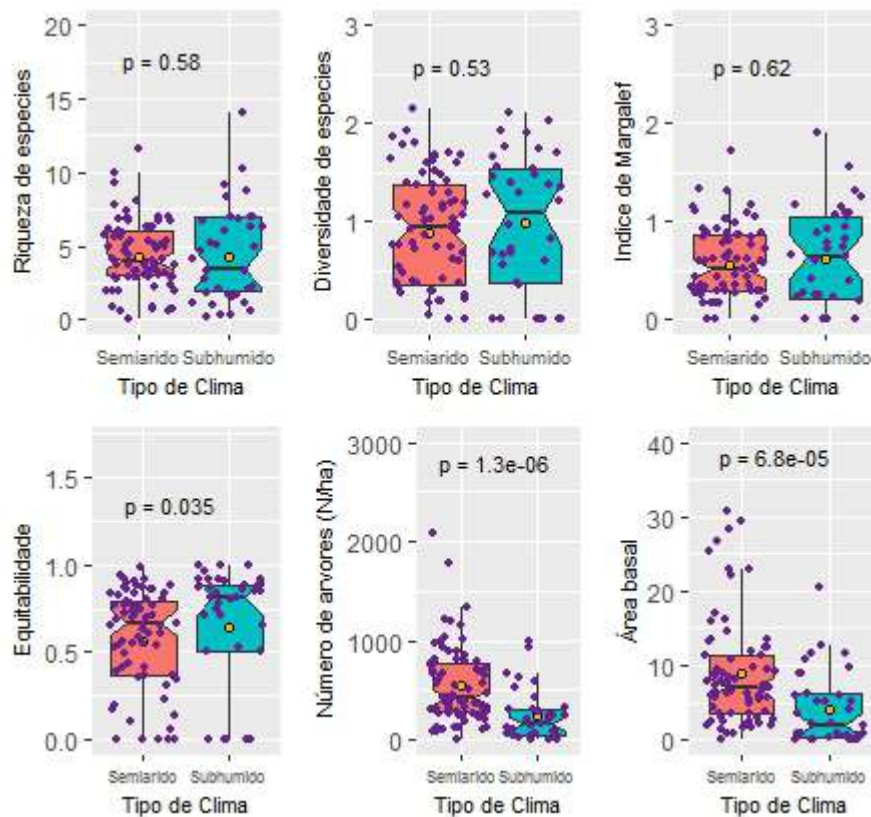


Figura 37: Estrutura e diversidade de árvores por tipo de clima

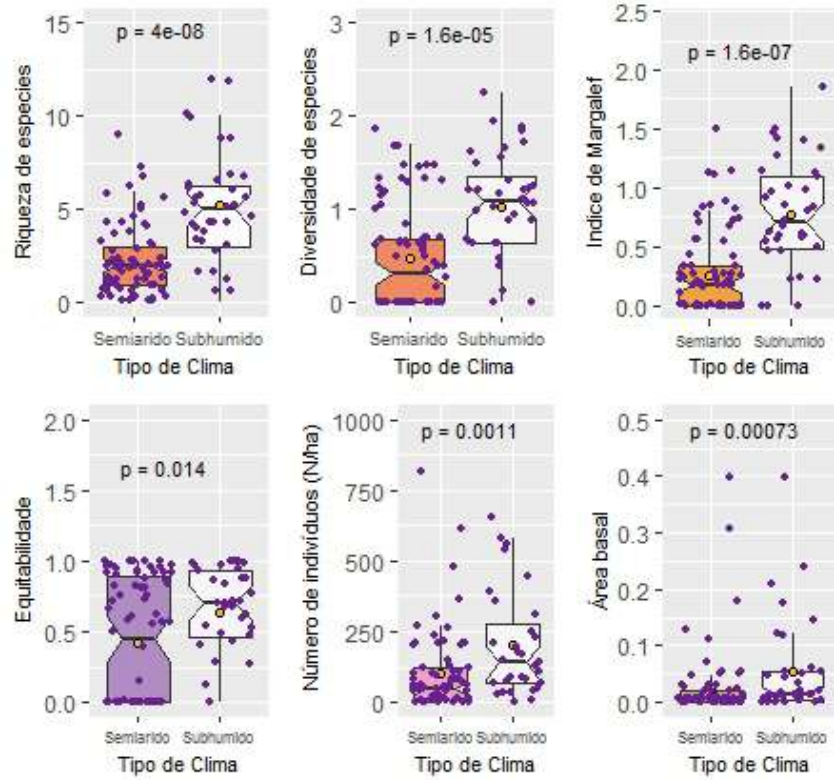


Figura 38: Estrutura e diversidade de arbustos por tipo de clima

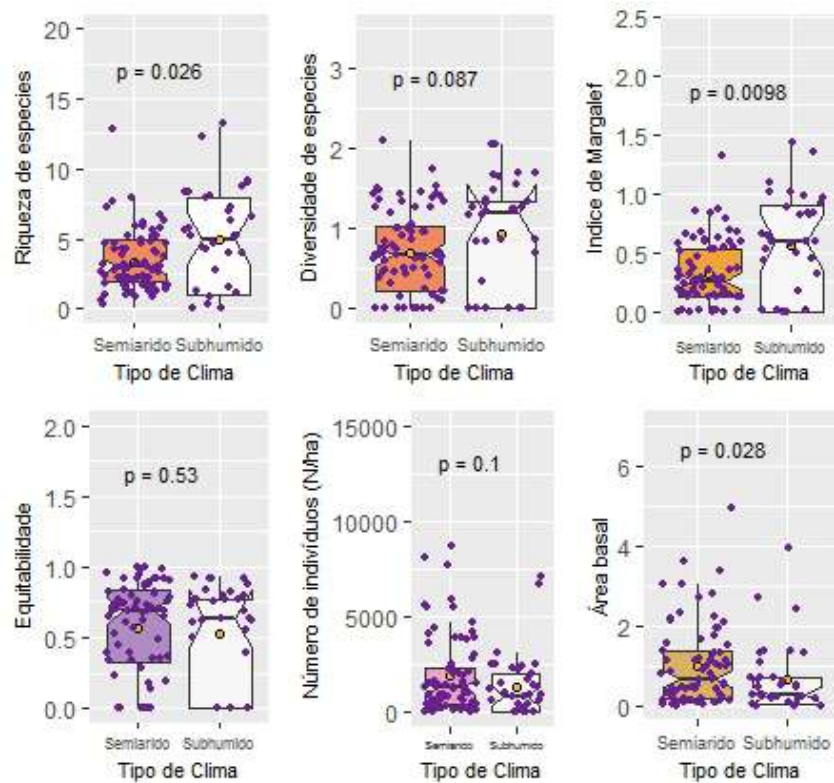


Figura 39: Estrutura e diversidade de regeneração das árvores por tipo de clima

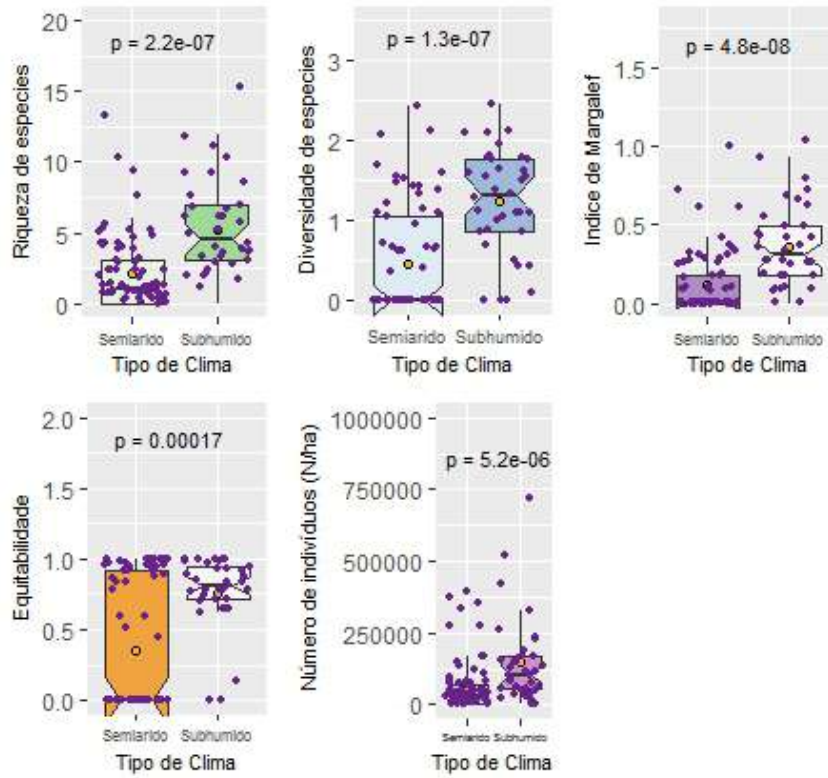


Figura 40: Estrutura e diversidade de herbáceas por tipo de clima

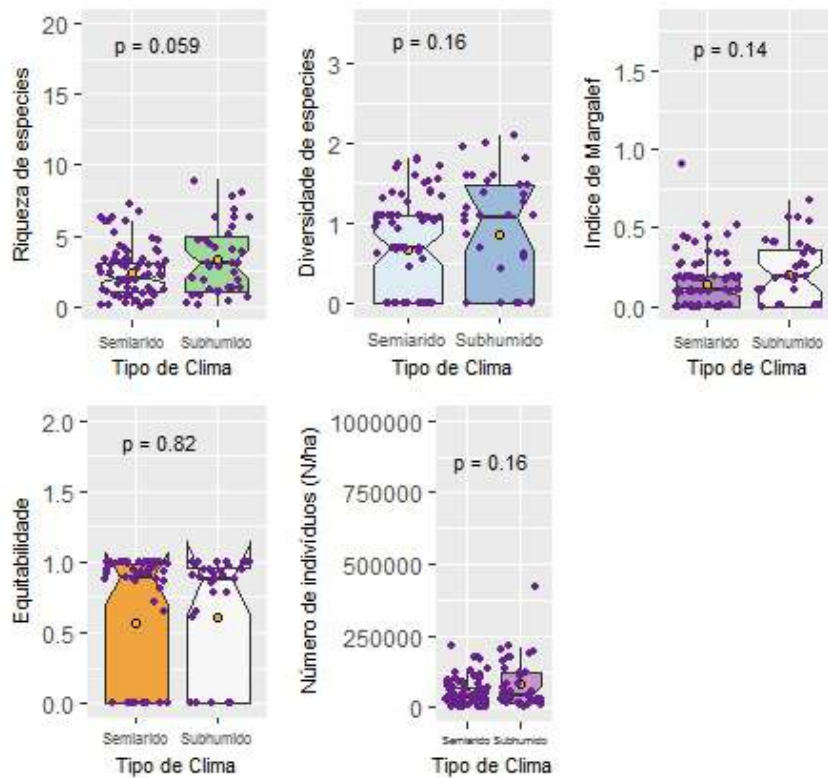


Figura 41: Estrutura e diversidade de gramíneas por tipo de clima

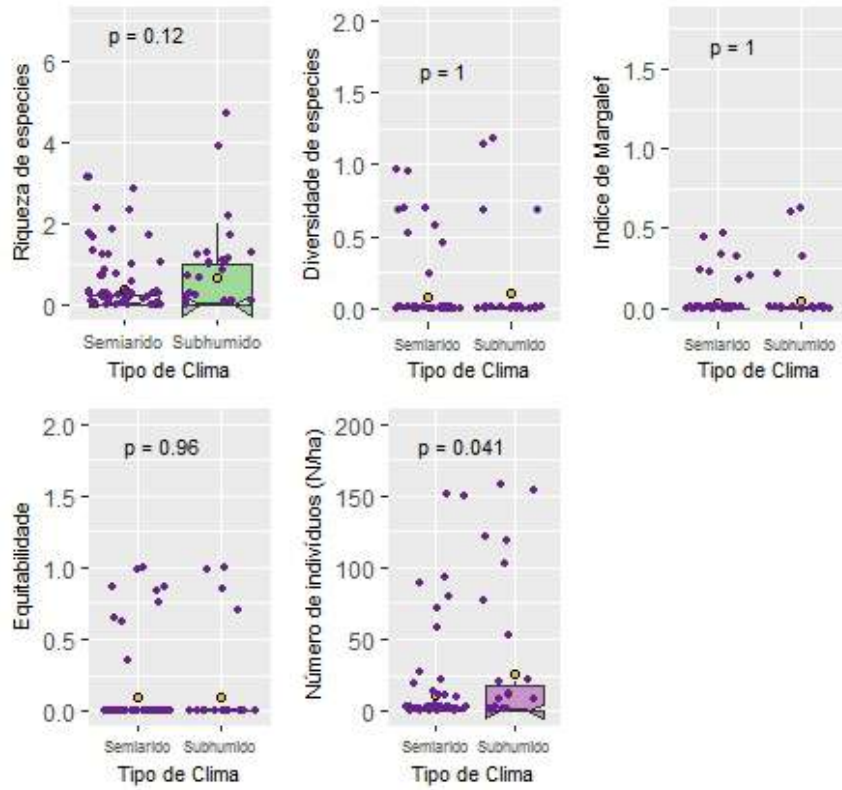


Figura 42: Estrutura e diversidade de suculentas por tipo de clima

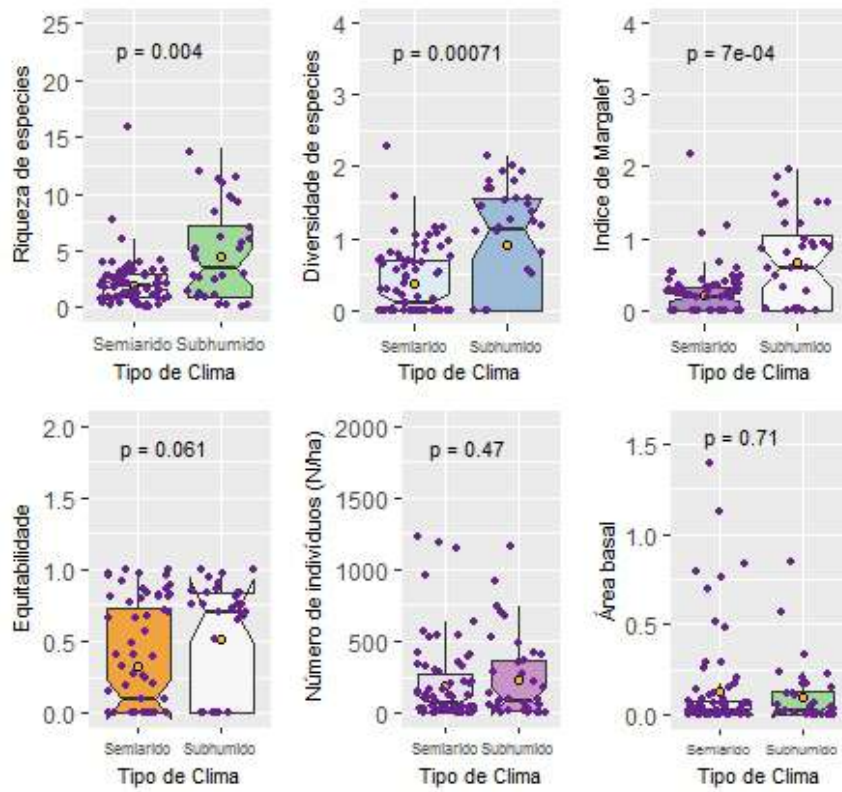


Figura 43: Estrutura e diversidade de lianas por tipo de clima

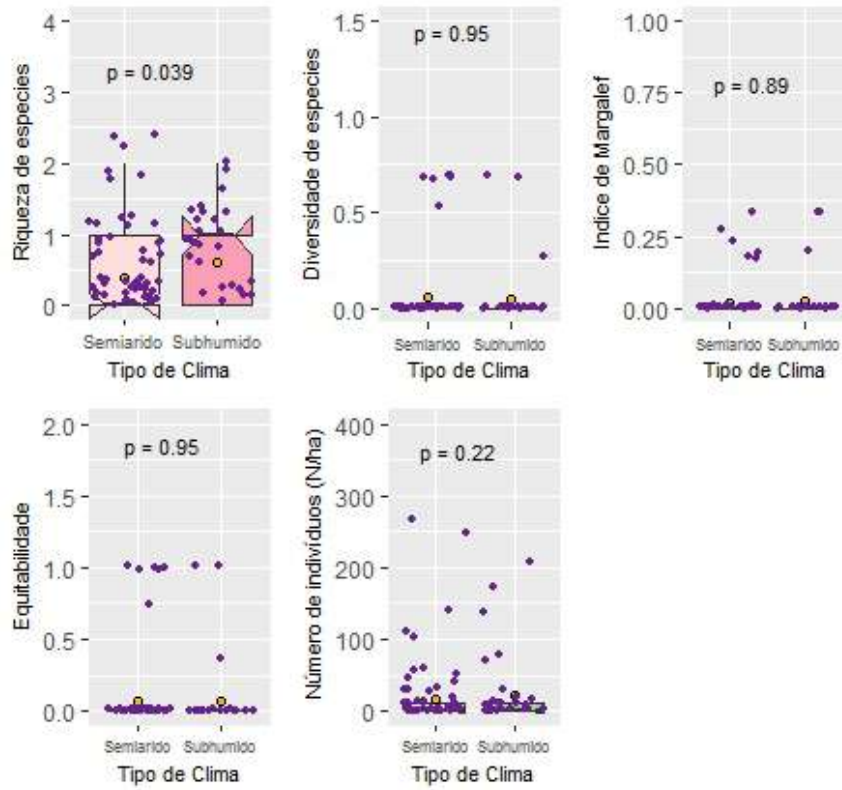


Figura 44: Estrutura e diversidade de rastejantes por tipo de clima

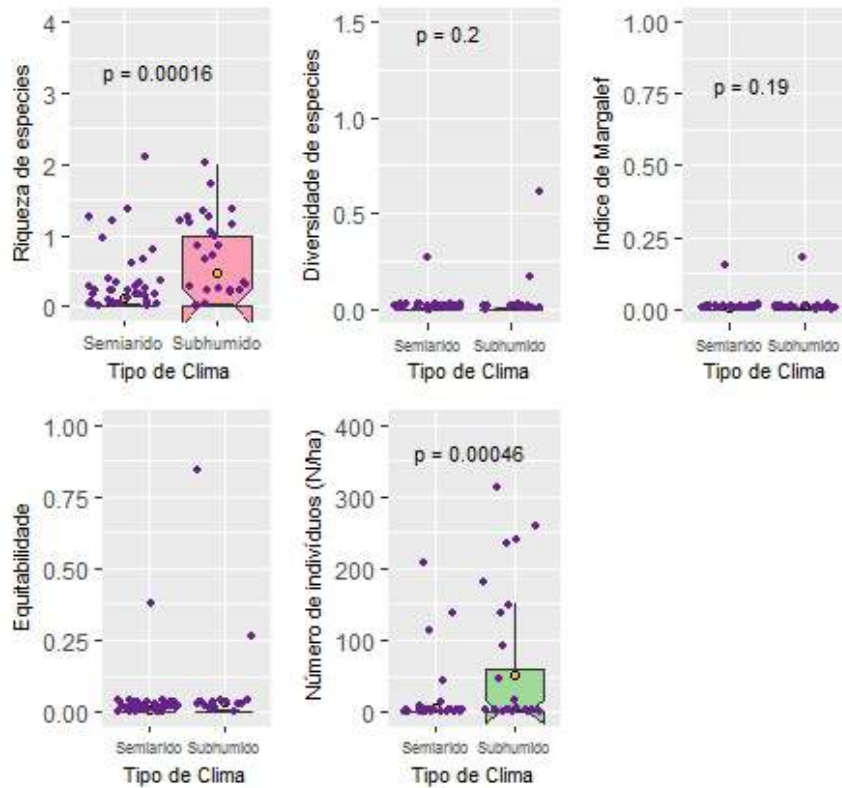


Figura 45: Estrutura e diversidade de palmeiras por tipo de clima

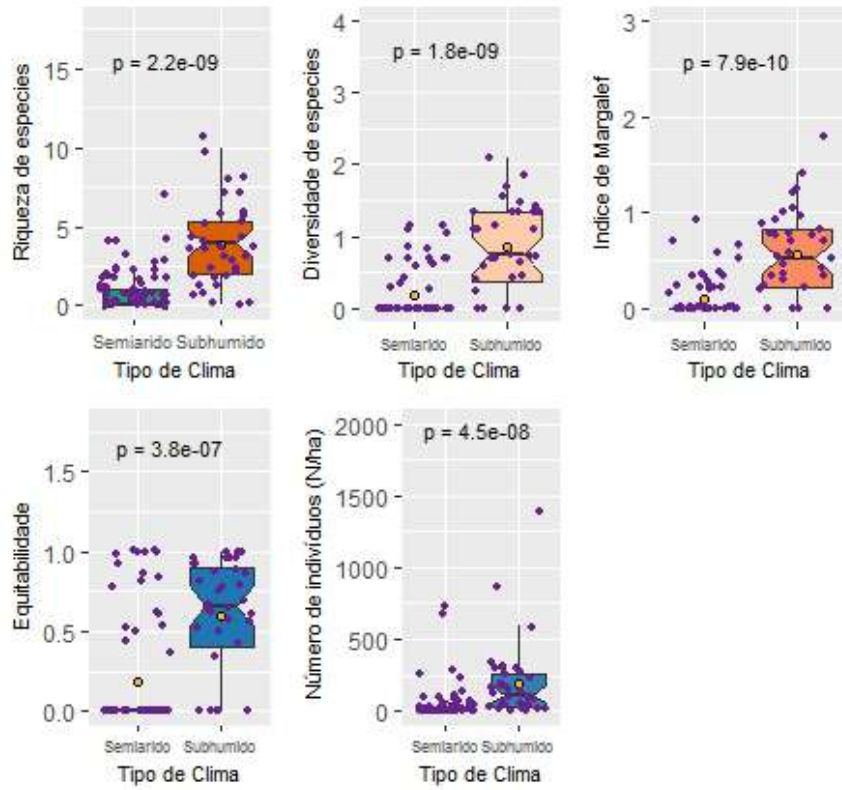


Figura 46: Estrutura e diversidade de trepadeiras por tipo de clima

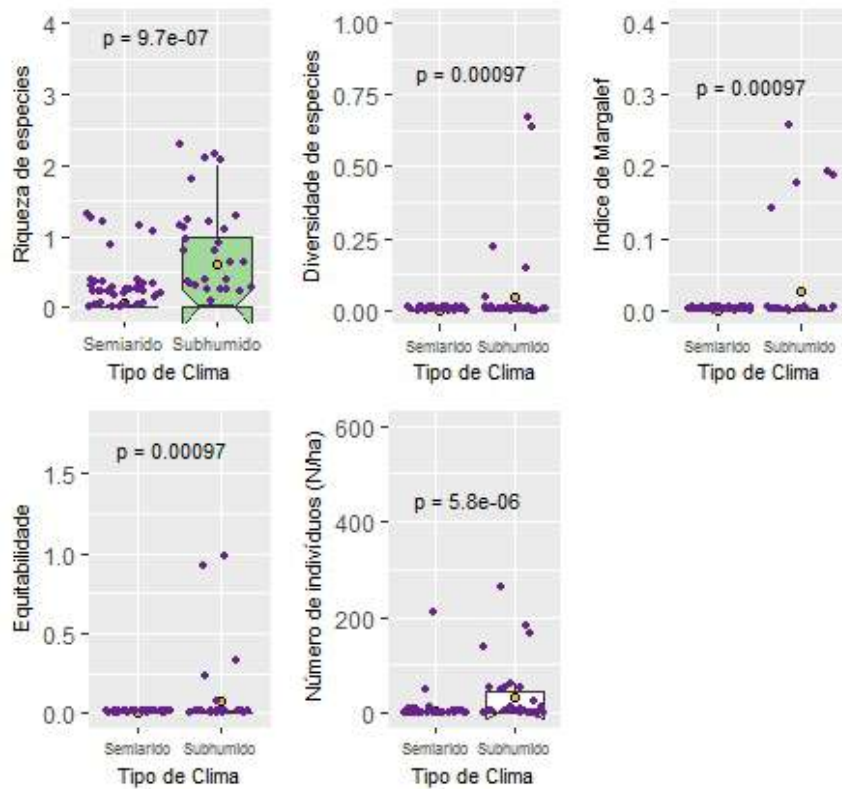


Figura 47: Estrutura e diversidade de rizomas por tipo de clima

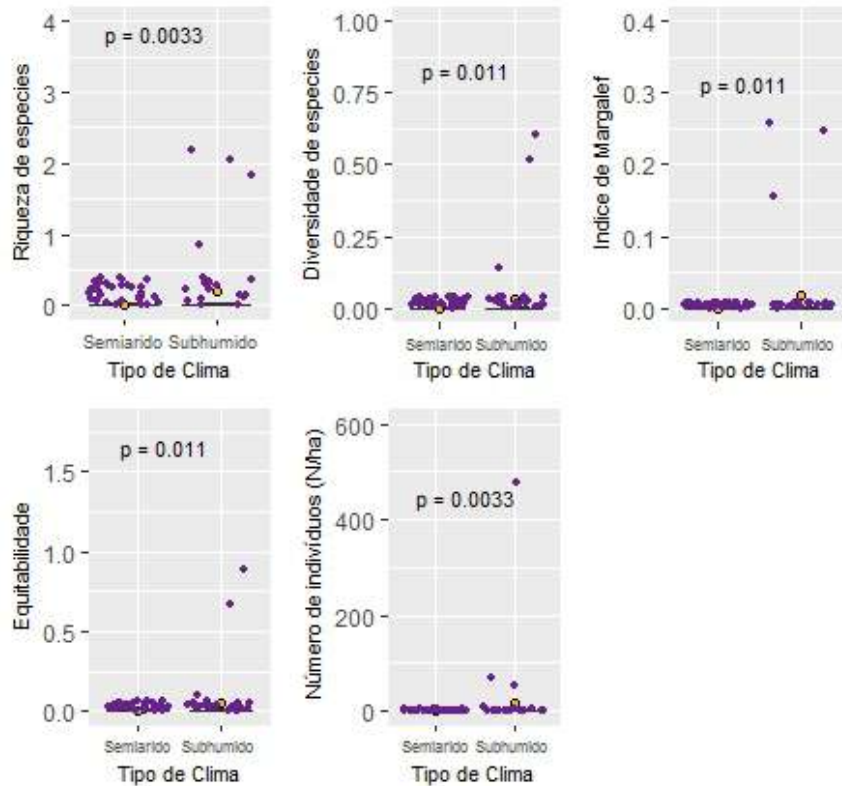


Figura 48: Estrutura e diversidade de bulbosas por tipo de clima

A riqueza, diversidade, equitabilidade e área basal de arbustos foi superior no clima subhúmido (Figura 38). Em média, a riqueza, diversidade (H') e equitabilidade de espécies arbustivas no clima subhúmido foi de 6 (Margalef= 0,76), 1,03 e 0,64, respectivamente. A média da densidade e área basal da zona subhúmida foi de 550 ind ha⁻¹ e 0,05 m² ha⁻¹, respectivamente. A estrutura e diversidade de regeneração das árvores variou consideravelmente entre as regiões climáticas; todavia, registou-se uma diferença insignificante na densidade e equitabilidade (Figura 39). Em média, a riqueza ($S=5$, Margalef=0,55) e a diversidade (0,93) da zona subhúmida seca foi superior ao semiárido. Contudo, a média da densidade (1888 ind. ha⁻¹) e área basal (0,99 m² ha⁻¹) do clima semiárido foi superior ao clima subhúmido seco.

A densidade de suculentas do clima subhúmido seco foi maior que a do semiárido; no entanto, observou-se diferenças insignificativas na riqueza, diversidade e equitabilidade desuculentas nas duas zonas (Figura 42). A média da riqueza ($S= 5$, Margalef=0,7) e diversidade ($H'= 0,9$) de lianas foi significativamente maior no clima subhúmida seca que no semiárido. A estrutura e diversidade de espécies de rastejantes variou insignificativamente entre os tipos de climas (Figura 44). Contudo, registou-se uma diferença significativa na riqueza de espécies de rastejantes entre

as regiões climáticas e, a região subhúmida seca teve uma riqueza média ($S= 5$) maior que a semiárida.

A riqueza, diversidade, equitabilidade e densidade de trepadeiras (Figura 46), rizomas (Figura 47) e bulbosas (Figura 48) foi maior no clima subhúmido seco que no semiárido. Em média, a diversidade, equitabilidade e densidade de trepadeiras na zona subhúmida seca foi de 0,84; 0,6 e 192 ind. há^{-1} , respectivamente. A diferença na diversidade, estrutura e composição florística entre as regiões pode ser devido à diferença na produtividade e condições edafoclimáticas das duas zonas. Por exemplo, o carbono do solo da região subhúmida seca é maior que o da região semiárida; isso pode ter contribuído para a alta diversidade de espécies da zona subhúmida seca. Estes resultados corroboram com as revelações das pesquisas anterior, que também registaram alta diversidade no clima subhúmido seco que semiárido (p.e. Goldie et al., 2010; Craven et al., 2016; Chen et al., 2018).

4.3.2. Curvas de rarefação e extrapolação de espécies por tipo de clima

Os resultados sugerem maior biodiversidade vegetal no clima subhúmido seco que no semiárido (Figura 49A) e, isso pode estar associado ao aumento da produtividade e disponibilidade de água no subhúmido, facilitando a prosperidade de diversos tipos de plantas (Goldie et al., 2010; Bhatta et al., 2021). O clima semiárido revelou maior diversidade de plantas lenhosas, embora insignificativamente diferente ao clima subhúmido seco (Figura 49B). A biodiversidade vegetal aumenta com o aumento de parcelas nas duas zonas (Figura 50D); assim, as espécies comuns são porventura registradas em primeiro lugar, e as mais raras são adicionadas cada vez que aumenta o tamanho amostral (Smith & Smith, 2015; Ofosu-bamfo et al., 2019).

A partir de 100 parcelas, a riqueza de plantas lenhosas aumenta insignificativamente no clima subhúmido seco (Figura 50E); por um lado, a partir de 75 parcelas, a riqueza de plantas não lenhosas aumenta insignificativamente nas duas zonas, revelando suficiência da cobertura amostral (Figura 50F). No clima semiárido, a diversidade de plantas não lenhosas atingiu a estabilidade antes da curva de extrapolação; isso indica que as parcelas estabelecidas nessa zona foram suficientes para amostrar completamente as plantas não lenhosas (Gotelli & Chao, 2013). No entanto, seriam necessárias 100 parcelas para amostrar todas as plantas existentes nas duas zonas (Figura 50D). Com isso pode-se dizer que existem espécies de plantas que não foram observadas nos dois climas.

A forma de distribuição de espécies (aleatória, agregada e regular) na área pode ter influenciado na (in)suficiência amostral (Gotelli & Chao, 2013).

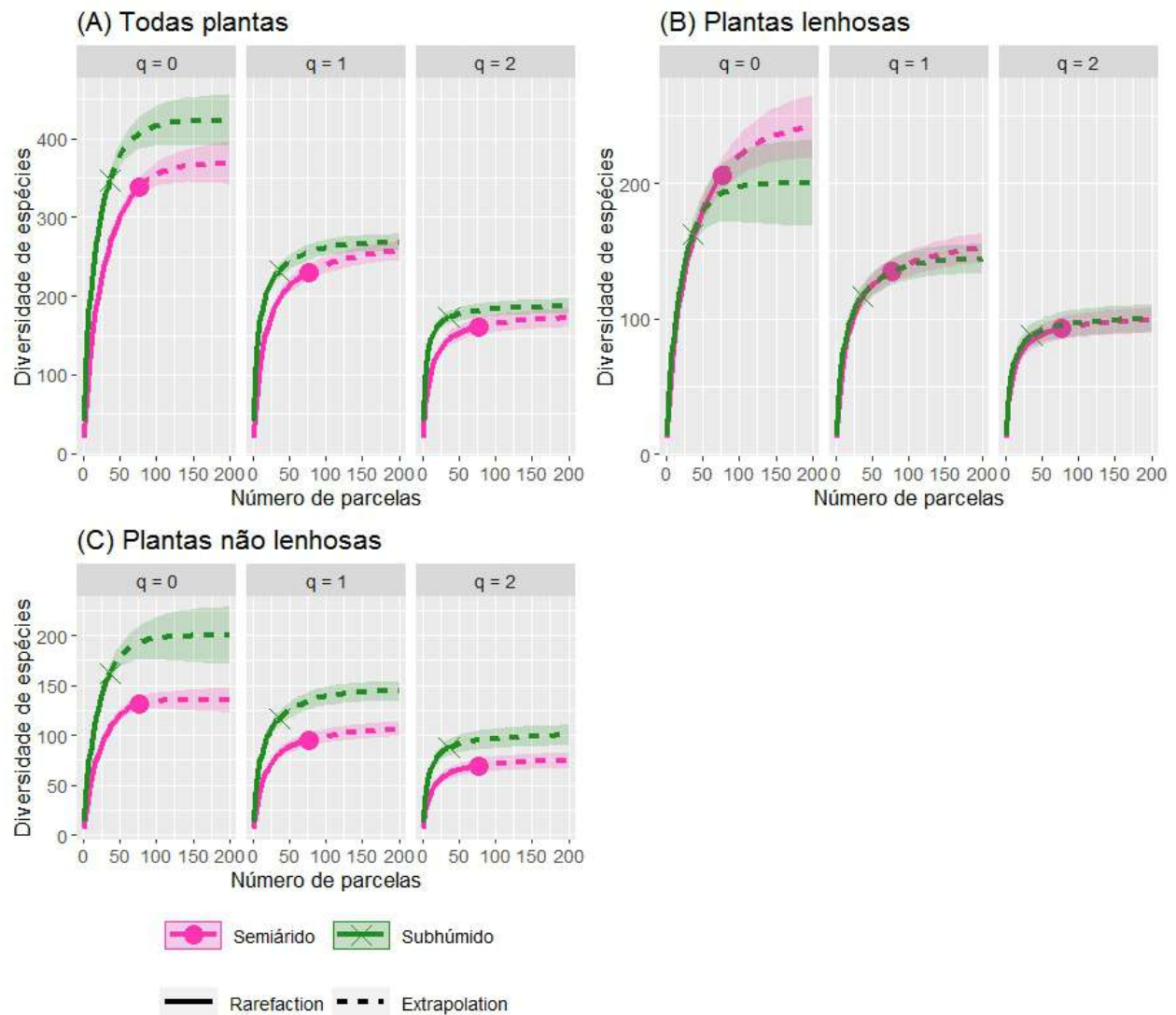


Figura 49: Curvas de rarefação e extrapolação baseadas no número de parcelas entre tipos de climas no corredor, com intervalo de confiança (IC) de 95%. Hill numbers: riqueza de espécies ($q = 0$), entropia de Shannon ($q = 1$), e entropia de Simpson ($q = 2$).

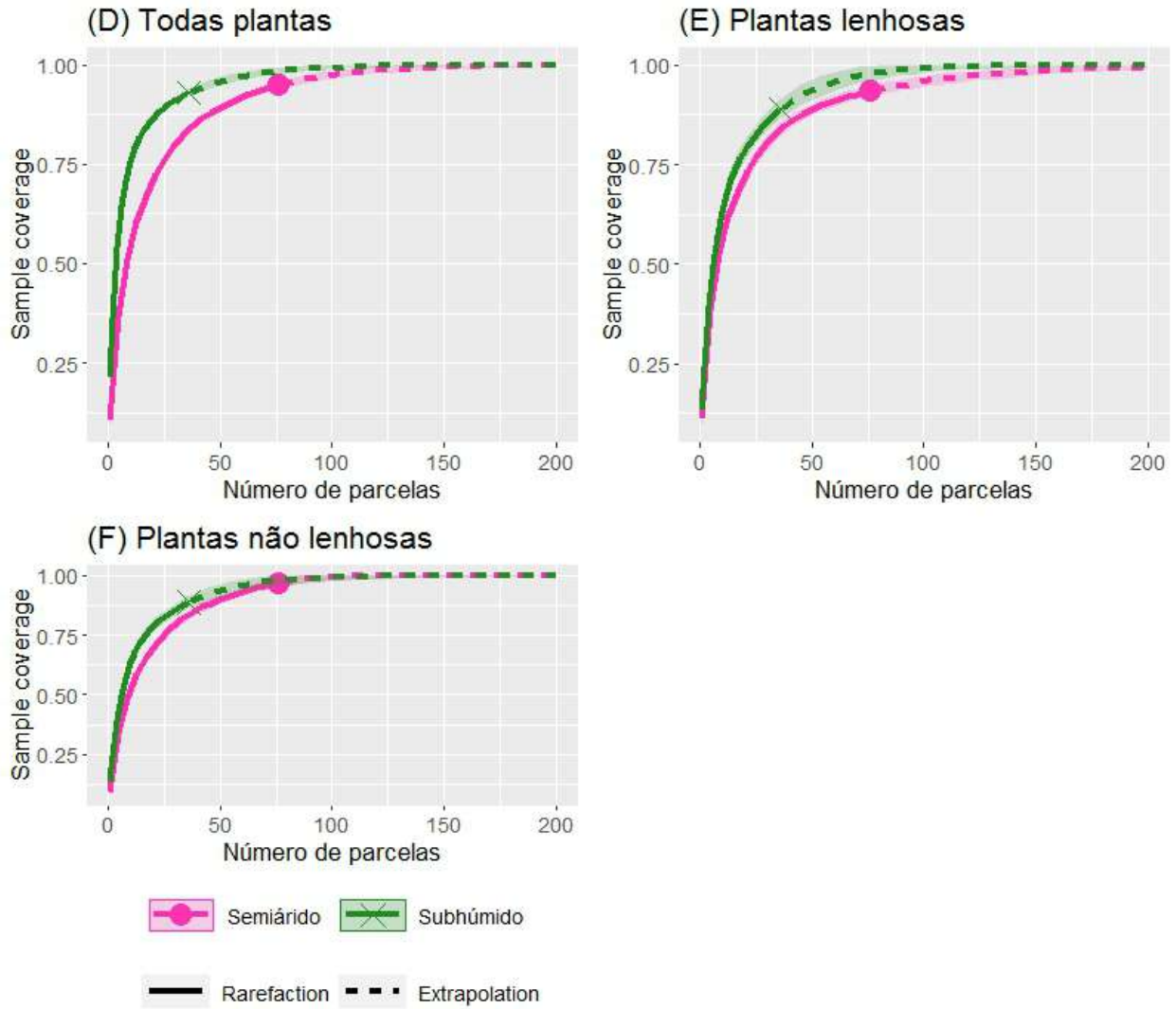


Figura 50: Cobertura amostral (*sample coverage*) das espécies nos primeiros cinco ecossistemas mais abundantes no corredor, com intervalo de confiança (IC) de 95%.

4.4. Serviços de ecossistemas

Registou-se diferentes tipos de serviços de ecossistema ao longo do corredor. Foram identificadas três categorias de serviços de ecossistemas: provisionamento, cultural e regulatórios (Tabela 51). Os serviços regulatórios (armazenamento de carbono) estão apresentados na secção de descrição abiótica de ecossistemas. Esses ecossistemas são importantes para a manutenção do carbono das plantas e do solo, permitindo o combate às mudanças climáticas. Eles regulam o clima local, através da redução das ilhas de calor e, protegem as pessoas contra os eventos climáticos.

4.4.1. Serviços de provisionamento

Identificou-se vários serviços de provisionamento que as pessoas usam para suprir as suas necessidades cotidianas, tais como (Tabela 51): (i) alimentos silvestres- observou-se que os ecossistemas fornecem vários frutos silvestres para as pessoas vivendo na área; por exemplo, frutos da *Tabernaemontana elegans*, *Annona senegalensis*, *Aloe marlothii* e *Dialium schlechteri*; (ii) combustível lenhoso- as pessoas usam os ecossistemas para produzir lenha e carvão para vários fins tais como para cozinhar e produzir bebidas tracionais; (iii) culturas agrícolas- os ecossistemas no corredor fornecem produtos agrícolas para alimentação tais como alho, tomate, cebola e alface; (iv) animal doméstico- os ecossistemas tais como áreas habitacionais são usados também para criação de animais domésticos como gado, galinha e cabrito; esses animais fornecem alimento e benefícios económicos às pessoas; (v) animal selvagem- os ecossistemas fornecem também animais selvagens às pessoas do corredor através da caça; eles são usados para alimentação, medicina e renda familiar; (vi) madeira e fibra- os ecossistemas servem para exploração madeireira pelas comunidades para fins de construção e renda familiar; (vii) pesca- ecossistemas como rio e lagos fornecem peixes às pessoas do corredor, que por sua vez contribuem para as rendas familiares.

4.4.2. Serviços culturais

Os serviços culturais identificados na área são: (i) serviços medicinais- os ecossistemas fornecem vários recursos importantes para medicina tradicional; (ii) estética- as pessoas obtêm dos ecossistemas espécies para melhorar a estética das suas casas bem como para beleza e higiene pessoal; (iii) espirituais- alguns ecossistemas são usados para prática de cultos e cerimônias

tradicionais; por exemplo, algumas manchas da Floresta costeira do Bilene e Brenha das dunas de Inhambane são usadas para cerimônias tradicionais.



Figura 51: Uso da Pradaria arbustiva arenosa do Tembe para produção de bebida tradicional, localmente chamada “Totonto”. Espécies: *Strychnos spinosa* e *Strychnos madagascariensis*. Local: Olombe, Bilene. Fonte: o Autor

Tabela 51: Serviços de ecossistemas do Corredor do Limpopo. Onde 1: Floresta Costeira do Bilene, 2: Vegetação aluvial de Maputo; 3: Floresta seca de Mecrusse; 4: Floresta arenosa do save, 5: Brenha arenosa de Nwambiya, 7: Mata de Mopnae do sul, 9: Mata arenosa de Chacate de Gaza, 10: Pradaria arbustiva do norte dos Libombos, 11: Mata das terras baixas do Limpopo, 12: Pradaria arbustiva arenosa do Tembe, 13: Pradaria arbustiva arenosa de Nwambyia-Pumbe, 14: Miombo costeiro de Inhambane, 15: Pradaria arbórea costeira de Maputaland, 16: Agricultura itinerante, 19: Campos de cultivos não arbóreos do Baixo Limpopo, 23: Áreas habitacionais, 24: Pradaria arborea de palmar de Inharime, 25: Rio, 29: Lago de água doce, 30: Depressão salgada do interior de Banhine, 31: Campos de arroz do Complexo agro-industrial de Chókwè, 38: Brenha das dunas de Inhambane, 39: Floresta de mangal do oceano indico, 40: Pântanos costeiros tropicais do Macuane, 41: Floresta ribeirinha do Limpopo-Elefantes; 43: Floresta das dunas de Zongoene, 44: Mata de Mopane da Cordilheira do Limpopo. Os serviços regulatórios estão reportados nas descrições abióticas de cada ecossistema.

Espécies	Serviços de provisionamento							Serviços culturais		Ecossistema
	Alimento silvestre	Combustível lenhoso	Cultura agrícola	Animal doméstico	Animal selvagem	Madeira e fibra	Pesca	Medicina tradicional	Estética	
<i>Abelmoschus esculentus</i>	x	x	✓	x	x	x	x	x	x	16, 19, 23
<i>Adansonia digitata</i>	✓	x	x	x	x	x	x	✓	x	12, 1, 15, 43, 2, 7, 9, 41, 44, 3, 23
<i>Aepyceros melampus</i>	x	x	x	x	✓	x	x	x	x	12, 1, 15, 43, 25, 9, 7, 3, 44, 41
<i>Afzelia quanzensis</i>	x	✓	x	x	x	✓	x	✓	x	12, 1, 23, 14, 7, 15, 43, 3, 9, 44, 41
<i>Albizia adianthifolia</i>	x	x	x	x	x	✓	x	x	x	12, 1, 3, 7, 15, 43, 44, 9, 41
<i>Albizia petersiana</i>	x	✓	x	x	x	x	x	x	x	12, 23, 14, 7, 15, 43, 3, 9, 44, 41
<i>Albizia versicolor</i>	x	✓	x	x	x	x	x	x	x	12, 23, 14, 7, 15, 43, 3, 9, 44, 41
<i>Allium cepa</i>	x	x	✓	x	x	x	x	x	x	16, 19, 23
<i>Allium sativum</i>	x	x	✓	x	x	x	x	x	x	16, 19, 23
<i>Aloe marlothii</i>	✓	x	x	x	x	x	x	x	x	12, 1, 15, 43, 2, 7, 9, 41, 44, 3
<i>Aloe sp.</i>	x	x	x	x	x	x	x	✓	x	1, 3, 7, 9, 12, 15, 23, 41, 43, 44
<i>Amaranthus spinosus</i>	x	x	x	x	x	x	x	✓	x	1, 3, 7, 9, 12, 15, 23, 41, 43, 44
<i>Ampelocissus africana</i>	x	x	x	x	x	x	x	✓	x	1, 3, 7, 9, 12, 15, 23, 41, 43, 44
<i>Anacardium occidentale</i>	✓	✓	x	x	x	x	x	x	x	12, 1, 14, 15, 43, 23, 2, 7, 9, 41, 44, 3
<i>Ananas comosus</i>	✓	x	x	x	x	x	x	x	✓	12, 1, 23, 15, 43, 2, 7, 9, 41, 44, 3
<i>Androstachys johnsonii</i>	x	x	x	x	x	✓	x	x	x	12, 1, 3, 7, 15, 43, 44, 9, 41
<i>Anguilla mossambica</i>	x	x	x	x	x	x	✓	x	x	25, 29, 39, 40
<i>Annona squamosa</i>	✓	x	x	x	x	x	x	x	✓	12, 1, 15, 43, 2, 7, 9, 41, 44, 3, 23
<i>Arachis hypogaea</i>	x	x	✓	x	x	x	x	x	x	16, 19, 23
<i>Argyrosomus thorpei</i>	x	x	x	x	x	x	✓	x	x	25, 29, 39, 40
<i>Arius dussumieri</i>	x	x	x	x	x	x	✓	x	x	25, 29, 39, 40
<i>Artabotrys brachypetalus</i>	✓	✓	x	x	x	✓	x	✓	x	12, 1, 14, 15, 43, 2, 7, 9, 41, 44, 3, 23
<i>Asparagus africanus</i>	x	x	x	x	x	x	x	✓	x	1, 3, 7, 9, 12, 15, 23, 41, 43, 44
<i>Avicennia marina</i>	x	x	x	x	x	x	x	✓	x	1, 3, 7, 9, 12, 15, 23, 41, 43, 44
<i>Balanites maughamii</i>	x	x	x	x	x	x	x	✓	x	1, 3, 7, 9, 12, 15, 23, 41, 43, 44
<i>Berchemia zeyheri</i>	x	x	x	x	x	x	x	✓	x	1, 3, 7, 9, 12, 15, 23, 41, 43, 44
<i>Beta vulgaris</i>	x	x	✓	x	x	x	x	x	x	16, 19, 23

<i>Boophone disticha</i>	x	x	x	x	x	x	x	✓	x	12, 23, 1, 15, 43, 7, 9, 3, 41, 44
<i>Bos taurus</i>	x	x	x	✓	x	x	x	x	x	23
<i>Boscia albitrunca</i>	✓	✓	x	x	x	✓	x	✓	x	12, 1, 14, 15, 43, 2, 7, 9, 41, 44, 3, 23
<i>Brachystegia sp.</i>	✓	✓	x	x	x	x	x	x	x	12, 1, 14, 15, 43, 2, 7, 9, 41, 44, 3, 23
<i>Brassica oleracea</i>	x	x	✓	x	x	x	x	x	x	19, 16, 23
<i>Bridelia cathartica</i>	x	x	x	x	x	✓	x	x	x	12, 1, 3, 7, 15, 43, 44, 9, 41
<i>Bridelia micrantha</i>	✓	✓	x	x	x	x	x	x	x	12, 1, 2, 23, 14, 7, 15, 43, 3, 9, 44, 41
<i>Bufos sp.</i>	x	x	x	x	✓	x	x	x	x	1, 3, 7, 9, 12, 15, 25, 41, 43, 44
<i>Caesine aetioplicum</i>	x	x	x	x	x	x	x	✓	x	1, 3, 7, 9, 12, 15, 23, 41, 43, 44
<i>Cairina moschata</i>	x	x	x	✓	x	x	x	x	x	23
<i>Cajanus cajan</i>	x	x	✓	x	x	x	x	x	x	16, 19, 23
<i>Capra aegagrus</i>	x	x	x	✓	x	x	x	x	x	23
<i>Capsicum frutescens</i>	x	x	✓	x	x	x	x	x	✓	12, 2, 1, 15, 43, 7, 3, 41, 44, 9, 19, 16, 23
<i>Cardiogyne africana</i>	x	x	x	x	x	x	x	✓	x	12, 23, 1, 15, 43, 7, 9, 3, 41, 44
<i>Carica papaya</i>	x	x	✓	x	x	x	x	✓	✓	12, 23, 2, 1, 15, 43, 7, 3, 41, 44, 9, 19, 16
<i>Carrissa bispinosa</i>	x	x	x	x	x	x	x	✓	x	12, 23, 1, 15, 43, 7, 9, 3, 41, 44
<i>Cassia abbreviata</i>	x	x	x	x	x	x	x	✓	x	12, 23, 1, 15, 43, 7, 9, 3, 41, 44
<i>Casuarina sp.</i>	x	✓	x	x	x	x	x	x	x	12, 23, 14, 7, 15, 43, 3, 9, 44, 41
<i>Catharanthus roseus</i>	x	x	x	x	x	x	x	✓	x	1, 3, 7, 9, 12, 15, 23, 41, 43, 44
<i>Catunaregam spinosa</i>	x	x	x	x	x	x	x	✓	x	1, 3, 7, 9, 12, 15, 23, 41, 43, 44
<i>Cephalophus natalensis</i>	x	x	x	x	✓	x	x	x	x	1, 3, 7, 9, 12, 15, 25, 41, 43, 44
<i>Cissampelos mucronata</i>	x	x	x	x	x	x	x	✓	x	1, 3, 7, 9, 12, 15, 23, 41, 43, 44
<i>Citrullus lanatus</i>	x	x	✓	x	x	x	x	x	x	16, 19, 23
<i>Citrus limon</i>	x	✓	x	x	x	x	x	✓	✓	12, 23, 2, 14, 1, 15, 43, 7, 3, 41, 44, 9
<i>Citrus reticulata</i>	x	x	x	x	x	x	x	x	✓	12, 23, 2, 1, 15, 43, 7, 3, 41, 44, 9
<i>Citrus sinensis</i>	x	x	x	x	x	x	x	x	✓	12, 23, 2, 1, 15, 43, 7, 3, 41, 44, 9
<i>Clerodendrum glabrum</i>	x	x	x	x	x	x	x	✓	x	12, 23, 1, 15, 43, 7, 9, 3, 41, 44
<i>Cocos nucifera</i>	x	✓	x	x	x	✓	x	x	✓	12, 23, 14, 2, 1, 15, 43, 7, 3, 41, 44, 9
<i>Colophospermum mopane</i>	x	✓	x	x	x	✓	x	✓	x	12, 23, 1, 14, 7, 15, 43, 3, 9, 44, 41
<i>Columba livia</i>	x	x	x	x	✓	x	x	x	x	1, 3, 7, 9, 12, 15, 25, 41, 43, 44

<i>Combretum sp.</i>	x	✓	x	x	x	x	x	x	x	12, 23, 14, 7, 15, 43, 3, 9, 44, 41
<i>Commiphora merkeri</i>	x	x	x	x	x	x	x	✓	x	12, 23, 1, 15, 43, 7, 9, 3, 41, 44
<i>Connochaetes taurinus</i>	x	x	x	x	✓	x	x	x	x	12, 1, 15, 43, 25, 9, 7, 3, 44, 41
<i>Cordia caffra</i>	x	x	x	x	x	x	x	✓	x	12, 23, 1, 15, 43, 7, 9, 3, 41, 44
<i>Coturnix coturnix</i>	x	x	x	x	✓	x	x	x	x	12, 1, 15, 43, 25, 9, 7, 3, 44, 41
<i>Crossopteryx febrifuga</i>	x	x	x	x	x	x	x	✓	x	12, 23, 1, 15, 43, 7, 9, 3, 41, 44
<i>Cucumis sativus</i>	x	x	✓	x	x	x	x	x	x	16, 19, 23
<i>Cucurbita pepo</i>	x	x	✓	x	x	x	x	x	x	16, 19, 23
<i>Cyperus giganteus</i>	x	x	✓	x	x	x	x	x	x	16, 19, 23
<i>Dalbergia melanoxylon</i>	x	✓	x	x	x	✓	x	x	x	12, 1, 23, 14, 3, 7, 15, 43, 44, 9, 41
<i>Daucus carota</i>	x	x	✓	x	x	x	x	x	x	16, 19, 23
<i>Dialium schlechten</i>	✓	✓	x	x	x	x	x	x	✓	12, 23, 2, 1, 14, 15, 43, 7, 3, 41, 44, 9
<i>Diospyros mespiliformis</i>	✓	x	x	x	x	x	x	x	x	12, 1, 15, 43, 2, 7, 9, 41, 44, 3
<i>Dodonaea viscosa</i>	x	✓	x	x	x	x	x	x	x	12, 23, 14, 7, 15, 43, 3, 9, 44, 41
<i>Dovyalis longispina</i>	✓	x	x	x	x	x	x	x	x	12, 1, 15, 43, 2, 7, 9, 41, 44, 3
<i>Drypetes arguta</i>	x	x	x	x	x	x	x	✓	x	12, 23, 1, 15, 43, 7, 9, 3, 41, 44
<i>Ekebergia capensis</i>	x	✓	x	x	x	x	x	✓	x	12, 23, 1, 14, 7, 15, 43, 3, 9, 44, 41
<i>Elephantorrhiza goetzei</i>	x	x	x	x	x	x	x	✓	x	12, 23, 1, 15, 43, 7, 9, 3, 41, 44
<i>Equus asinus</i>	x	x	x	✓	x	x	x	x	x	23
<i>Equus burchelli</i>	x	x	x	x	✓	x	x	x	x	12, 1, 15, 43, 25, 9, 7, 3, 44, 41
<i>Eucalyptus sp.</i>	x	x	x	x	x	✓	x	x	x	12, 1, 3, 7, 15, 43, 7, 3, 44, 9, 41
<i>Euclea natalensis</i>	✓	✓	x	x	x	x	x	✓	x	12, 23, 2, 14, 1, 15, 43, 7, 9, 3, 41, 44
<i>Eugenia capensis</i>	x	x	x	x	x	x	x	✓	x	12, 23, 1, 15, 43, 7, 9, 3, 41, 44
<i>Euphorbia sp.</i>	x	x	x	x	x	x	x	✓	x	12, 23, 1, 15, 43, 7, 9, 3, 41, 44
<i>Gallus gallus</i>	x	x	x	✓	x	x	x	x	x	23
<i>Galpinia transvaalica</i>	x	✓	x	x	x	✓	x	x	x	12, 1, 3, 7, 15, 43, 7, 3, 44, 9, 41
<i>Garcinia livingstonei</i>	x	x	x	x	x	x	x	✓	x	12, 23, 1, 15, 43, 7, 9, 3, 41, 44
<i>Giraffa Camelopardalis</i>	x	x	x	x	✓	x	x	x	x	12, 1, 15, 43, 25, 9, 7, 3, 44, 41
<i>Gossypium sp.</i>	x	x	x	x	X	x	x	✓	x	12, 23, 1, 15, 43, 7, 9, 3, 41, 44
<i>Grewia bicolor</i>	✓	✓	x	x	x	x	x	✓	x	12, 23, 2, 14, 1, 15, 43, 7, 9, 3, 41, 44

<i>Grewia sulcata</i>	✓	x	x	x	x	x	x	✓	x	12, 23, 2, 1, 15, 43, 7, 9, 3, 41, 44
<i>Guibourtia conjugata</i>	x	✓	x	x	x	x	x	x	x	12, 23, 14, 7, 15, 43, 3, 9, 44, 41
<i>Helichrysum argyrosphaerum</i>	x	x	x	x	x	x	x	✓	x	12, 23, 1, 15, 43, 7, 9, 3, 41, 44
<i>Hippopotamyrus ansorgii</i>	x	x	x	x	✓	x	x	x	x	12, 1, 15, 43, 25, 9, 7, 3, 44, 41
<i>Ipomoea aquática</i>	x	x	x	x	x	x	x	✓	x	12, 23, 1, 15, 43, 7, 9, 3, 41, 44
<i>Ipomoea batatas</i>	x	x	✓	x	x	x	x	x	x	16, 19, 23
<i>Jatropha curcas</i>	x	x	x	x	x	x	x	✓	x	12, 23, 1, 15, 43, 7, 9, 3, 41, 44
<i>Julbernardia globiflora</i>	x	✓	x	x	x	x	x	x	x	12, 23, 14, 7, 15, 43, 3, 9, 44, 41
<i>Kinixys sp.</i>	x	x	x	x	✓	x	x	x	x	12, 1, 15, 43, 25, 9, 7, 3, 44, 41
<i>Kirkia acuminata</i>	x	x	x	x	x	x	x	✓	x	12, 23, 1, 15, 43, 7, 9, 3, 41, 44
<i>Lablab purpureus</i>	x	x	✓	x	x	x	x	x	x	16, 19, 23
<i>Lactuca sativa</i>	x	x	✓	x	x	x	x	x	x	16, 19, 23
<i>Landolphia kirkii</i>	✓	x	x	x	x	x	x	x	x	12, 1, 15, 43, 2, 7, 9, 41, 44, 3
<i>Loxodonta africana</i>	x	x	x	x	✓	x	x	x	x	12, 1, 15, 43, 25, 9, 7, 3, 44, 41
<i>Maerua edulis</i>	x	x	x	x	x	x	x	✓	x	12, 23, 1, 15, 43, 7, 9, 3, 41, 44
<i>Mangifera indica</i>	✓	✓	x	x	x	x	x	x	✓	12, 23, 2, 14, 1, 15, 43, 7, 3, 41, 44, 9
<i>Manihot esculenta</i>	x	x	✓	x	x	x	x	x	x	16, 19, 23
<i>Manilkara mochisia</i>	x	x	x	x	x	x	x	✓	x	12, 23, 1, 15, 43, 7, 9, 3, 41, 44
<i>Matricaria chamomila</i>	x	x	x	x	x	x	x	✓	x	12, 23, 1, 15, 43, 7, 9, 3, 41, 44
<i>Melanodiscus oblongus</i>	✓	x	x	x	x	x	x	✓	x	12, 23, 2, 1, 15, 43, 7, 9, 3, 41, 44
<i>Mimusops caffra</i>	✓	✓	x	x	x	✓	x	x	✓	12, 23, 2, 1, 14, 15, 43, 7, 3, 41, 44, 9
<i>Momordica balsamina</i>	x	x	✓	x	x	x	x	x	x	16, 19, 23
<i>Monanthes caffra</i>	x	x	x	x	x	x	x	✓	x	12, 23, 1, 15, 43, 7, 9, 3, 41, 44
<i>Moringa oleifera</i>	x	x	x	x	x	x	x	✓	x	12, 23, 1, 15, 43, 7, 9, 3, 41, 44
<i>Musa sp.</i>	x	x	✓	x	x	x	x	x	✓	12, 23, 2, 1, 15, 43, 7, 3, 41, 44, 9, 19, 16
<i>Numida meleaeagris</i>	x	x	x	x	✓	x	x	x	x	12, 1, 15, 43, 25, 9, 7, 3, 44, 41
<i>Nymphaea nouchali</i>	✓	x	x	x	x	x	x	x	x	12, 1, 15, 43, 2, 7, 9, 41, 44, 3
<i>Oreochromis mossambicus</i>	x	x	x	x	x	x	✓	x	x	25, 29, 39, 40
<i>Oryctolagus sp.</i>	x	x	x	✓	✓	x	x	x	x	12, 1, 15, 43, 25, 9, 7, 3, 44, 41, 23
<i>Oryza sativa</i>	x	x	✓	x	x	x	x	x	x	16, 19, 23

<i>Ovis aries</i>	x	x	x	✓	x	x	x	x	x	23
<i>Ozoroa engleri</i>	x	✓	x	x	x	✓	x	✓	x	12, 23, 1, 2, 14, 15, 43, 7, 9, 3, 41, 44
<i>Ozoroa obovata</i>	x	x	x	x	x	x	x	✓	x	12, 23, 1, 15, 43, 7, 9, 3, 41, 44
<i>Pachystigma venosum</i>	x	x	x	x	x	x	x	✓	x	12, 23, 1, 15, 43, 7, 9, 3, 41, 44
<i>Papio cynocephalus</i>	x	x	x	x	✓	x	x	x	x	12, 1, 15, 43, 25, 9, 7, 3, 44, 41
<i>Paraxerus cepapi</i>	x	x	x	x	✓	x	x	x	x	12, 1, 15, 43, 25, 9, 7, 3, 44, 41
<i>Passiflora edulis</i>	✓	x	x	x	x	x	x	✓	✓	12, 23, 2, 1, 15, 43, 7, 3, 41, 44, 9
<i>Penaeus sp.</i>	x	x	x	x	x	x	✓	x	x	25, 29, 39, 40
<i>Pennisetum glaucum</i>	x	x	✓	x	x	x	x	x	x	16, 19, 23
<i>Pennisetum purpureum</i>	x	x	x	x	x	✓	x	x	x	12, 1, 3, 7, 15, 43, 7, 3, 44, 9, 41
<i>Persea americana</i>	x	x	x	x	x	x	x	✓	✓	12, 23, 2, 1, 15, 43, 7, 3, 41, 44, 9
<i>Phacochoerus aethiopicus</i>	x	x	x	x	✓	x	x	x	x	12, 1, 15, 43, 25, 9, 7, 3, 44, 41
<i>Phaseolus vulgaris</i>	x	x	✓	x	x	x	x	x	x	16, 19, 23
<i>Piliostigma thonningii</i>	x	x	x	x	x	x	x	✓	x	12, 23, 1, 15, 43, 7, 9, 3, 41, 44
<i>Pronolagus randensis</i>	x	x	x	x	✓	x	x	x	x	12, 1, 15, 43, 25, 9, 7, 3, 44, 41
<i>Protasparagus falcatus</i>	x	x	x	x	x	x	x	✓	x	12, 23, 1, 15, 43, 7, 9, 3, 41, 44
<i>Psidium guajava</i>	✓	x	x	x	x	x	x	✓	✓	12, 23, 2, 1, 15, 43, 7, 3, 41, 44, 9
<i>Ptaeroxylon obliquum</i>	x	x	x	x	x	x	x	✓	x	12, 23, 1, 15, 43, 7, 9, 3, 41, 44
<i>Pteleopsis myrtifolia</i>	x	✓	x	x	x	x	x	x	x	12, 23, 14, 7, 15, 43, 3, 9, 44, 41
<i>Raphicerus campestris</i>	x	x	x	x	✓	x	x	x	x	12, 1, 15, 43, 25, 9, 7, 3, 44, 41
<i>Rauvolfia caffra</i>	✓	x	x	x	x	x	x	x	x	12, 1, 15, 43, 2, 7, 9, 41, 44, 3
<i>Redunca arundinum</i>	x	x	x	x	✓	x	x	x	x	12, 1, 15, 43, 25, 9, 7, 3, 44, 41
<i>Rhoicissus sp.</i>	x	x	x	x	x	x	x	✓	x	12, 23, 1, 15, 43, 7, 9, 3, 41, 44
<i>Rhynchospora sp.</i>	x	x	x	x	x	x	x	✓	x	12, 23, 1, 15, 43, 7, 9, 3, 41, 44
<i>Ricinus communis</i>	x	x	x	x	x	x	x	✓	x	12, 23, 1, 15, 43, 7, 9, 3, 41, 44
<i>Saccharum officinarum</i>	x	x	✓	x	x	x	x	x	x	16, 19, 23
<i>Salvadora australis</i>	x	x	x	x	x	x	x	✓	x	12, 23, 1, 15, 43, 7, 9, 3, 41, 44
<i>Sapium integerrimum</i>	x	x	x	x	x	✓	x	✓	x	12, 23, 1, 15, 43, 7, 9, 3, 41, 44
<i>Sarcostemma viminalis</i>	x	x	x	x	x	x	x	✓	x	12, 23, 1, 15, 43, 7, 9, 3, 41, 44
<i>Sclerocarya birrea</i>	✓	✓	x	x	x	x	x	✓	x	12, 23, 1, 2, 14, 15, 43, 7, 9, 3, 41, 44

<i>Senna occidentalis</i>	x	x	x	x	x	x	x	✓	x	12, 23, 1, 15, 43, 7, 9, 3, 41, 44
<i>Senna petersiana</i>	✓	x	x	x	x	x	x	x	x	12, 1, 15, 43, 2, 7, 9, 41, 44, 3
<i>Serinus citrinipectus</i>	x	x	x	x	✓	x	x	x	x	12, 1, 15, 43, 25, 9, 7, 3, 44, 41
<i>Sesamum indicum</i>	x	x	✓	x	x	x	x	x	x	16, 19, 23
<i>Sida rhombifolia</i>	x	x	x	x	x	x	x	✓	x	12, 23, 1, 15, 43, 7, 9, 3, 41, 44
<i>Sideroxylon inerme</i>	✓	✓	x	x	x	x	x	✓	x	12, 23, 1, 2, 14, 15, 43, 7, 9, 3, 41, 44
<i>Sillago sihama</i>	x	x	x	x	x	x	✓	x	x	25, 29, 39, 40
<i>Solanum tuberosum</i>	x	x	✓	x	x	x	x	x	x	16, 19, 23
<i>Sorghum bicolor</i>	x	x	✓	x	x	x	x	x	x	16, 19, 23
<i>Spirostachys africana</i>	x	✓	x	x	x	✓	x	x	x	12, 1, 3, 23, 14, 7, 15, 43, 44, 9, 41
<i>Strychnos madagascariensis</i>	✓	✓	x	x	x	x	x	x	✓	12, 23, 2, 14, 1, 15, 43, 7, 3, 41, 44, 9
<i>Strychnos spinosa</i>	✓	✓	x	x	x	x	x	✓	✓	12, 23, 2, 1, 14, 15, 43, 7, 3, 41, 44, 9
<i>Sus scrofa</i>	x	x	x	✓	x	x	x	x	x	23
<i>Swartzia madagascariensis</i>	x	✓	x	x	x	x	x	x	x	12, 23, 14, 7, 15, 43, 3, 9, 44, 41
<i>Sylvicapra grimmia</i>	x	x	x	x	✓	x	x	x	x	12, 1, 15, 43, 25, 9, 7, 3, 44, 41
<i>Syncerus caffer</i>	x	x	x	x	✓	x	x	x	x	12, 1, 15, 43, 25, 9, 7, 3, 44, 41
<i>Syzygium cumini</i>	✓	✓	x	x	x	x	x	x	x	12, 23, 1, 2, 14, 7, 15, 43, 3, 9, 44, 41
<i>Tabernaemontana elegans</i>	x	✓	x	x	x	✓	x	✓	x	12, 23, 1, 14, 15, 43, 7, 9, 3, 41, 44
<i>Terminalia prunioides</i>	x	x	x	x	x		x	✓	x	12, 23, 1, 15, 43, 7, 9, 3, 41, 44
<i>Terminalia sericea</i>	x	✓	x	x	x	✓	x	x	x	12, 1, 23, 14, 3, 7, 15, 43, 44, 9, 41
<i>Thryonomys gregorianus</i>	x	x	x	x	✓	x	x	x	x	12, 1, 15, 43, 25, 9, 7, 3, 44, 41
<i>Tragelaphus angasii</i>	x	x	x	x	✓	x	x	x	x	12, 1, 15, 43, 25, 9, 7, 3, 44, 41
<i>Tricalysia lanceolata</i>	✓	x	x	x	x	x	x	x	x	12, 1, 15, 43, 2, 7, 9, 41, 44, 3
<i>Trichilia emetica</i>	✓	✓	x	x	x	✓	x	x	x	12, 1, 2, 23, 3, 14, 15, 43, 7, 44, 9, 41
<i>Vachellia nigrescens</i>	x	sim	x	x	x	x	x	x	x	12, 23, 14, 7, 15, 43, 3, 9, 44, 41
<i>Vachellia nigrescens</i>	x	x	x	x	x	✓	x	x	x	12, 1, 3, 7, 15, 43, 44, 9, 41
<i>Vachellia nilótica</i>	x	✓	x	x	x	✓	x	x	x	12, 1, 23, 15, 43, 7, 3, 44, 9, 41
<i>Vachellia stuhlmannii</i>	x	x	x	x	x	✓	x	x	x	12, 1, 3, 7, 15, 43, 44, 9, 41
<i>Vangueria infausta</i>	✓	✓	x	x	x	x	x	✓	x	12, 23, 1, 14, 2, 15, 43, 7, 9, 3, 41, 44
<i>Vernonia colorata</i>	x	x	x	x	x	x	x	✓	x	12, 23, 1, 15, 43, 7, 9, 3, 41, 44

<i>Vigna subterrânea</i>	x	x	✓	x	x	x	x	x	x	16, 19, 23
<i>Vigna unguiculata</i>	x	x	✓	x	x	x	x	x	x	16, 19, 23
<i>Ximena americana</i>	✓	x	x	x	x	x	x	✓	x	12, 23, 2, 1, 15, 43, 7, 9, 3, 41, 44
<i>Zanthoxylum humilis</i>	x	x	x	x	x	x	x	✓	x	12, 23, 1, 15, 43, 7, 9, 3, 41, 44
<i>Zea mays</i>	x	x	✓	x	x	x	x	x	x	16, 19, 23
<i>Ziziphus mucronata</i>	x	x	x	x	x	x	x	✓	x	12, 23, 1, 15, 43, 7, 9, 3, 41, 44

✓ *Sim, a espécie fornece o respectivo serviço de ecossistema.

*X- a espécie não fornece o respectivo serviço de ecossistema.



Figura 52: Uso de lagos para produção animal (sustentabilidade local). Local: Zulu, Massingir.

Fonte: o Autor



Figura 53: Uso do Rio Limpopo para higiene pessoal (lavar roupas). Local: Mapai-Rio, Mapai.

Fonte: o Autor



Figura 54: Uso de plantas para sombra e estética, nas áreas habitacionais. Local: Chaimite, Chibuto.

Fonte: o Autor



Figura 55: Uso da Vegetação aluvial de Maputo para obtenção de material de construção de casas (gramíneas) nas dunas. Local: Chilaulane, Xai-Xai. Fonte: o Autor



Figura 56: Uso da Brenha das dunas de Inhambane para obtenção de frutos da *Tabernaemontana elegans* para alimentação. Local: Chilaulane, Xai-Xai. Fonte: o Autor



Figura 57: Uso de rios para produção de peixe (aquacultura de água doce). Local: Lionde, Chókwè. Fonte: o Autor



Figura 58: Produção de tomate nos campos de cultivos não arbóreos do Baixo Limpopo. Local: Cidade do Chókwè, Chókwè. Fonte: o Autor



Figura 59: Uso da Floresta costeira do Bilene para produção de lenha. Local: Tuane, Bilene. Fonte: o Autor

5. CONCLUSÕES

Este trabalho teve como objectivo caracterizar a biodiversidade vegetal, distribuição espacial e papéis de ecossistemas no fornecimento de serviços no Corredor do Limpopo, Província de Gaza, sul de Moçambique. Este trabalho fornece informações cruciais para melhor compreender a ecologia vegetal das terras áridas e traçar medidas de adaptação aos efeitos das mudanças climáticas. Com base nos objectivos e resultados obtidos neste estudo chegou-se as seguintes conclusões:

- O número de ecossistemas identificados e mapeados neste estudo é superior ao reportado por estudos anteriores na área. Os ecossistemas Mata de Mopane do sul, Mata arenosa de Chacate de Gaza e Mata das terras baixas do Limpopo dominam o corredor, enquanto Floresta de mangal do Oceano Índico, Brenha das dunas de Inhambane, Floresta das dunas de Zongoene, e Pântanos costeiros tropicais do Macuane são os menos dominantes.
- Existe uma dissimilaridade significativa entre os ecossistemas quanto à composição florística e, a diversidade de espécies no corredor varia principalmente devido à troca de espécies entre os ecossistemas. Os ecossistemas com menor densidade arbórea possuem maior diversidade de espécies de gramíneas e herbáceas. As espécies arbóreas dominam o corredor, enquanto as carnívoras, palmeiras e rizomas são raras. Dos primeiros cinco ecossistemas mais abundantes no corredor, Mata das terras baixas do Limpopo, Mata de Mopane do sul e Pradaria arbustiva arenosa de Nwambya-Pumbe possuem a maior biodiversidade vegetal.
- A diversidade, estrutura e composição florística do clima subhúmido seco é maior que do semiárido. A biodiversidade vegetal aumenta com o aumento de parcelas nas duas zonas climáticas. Seriam necessárias 100 e 75 parcelas para amostrar a biodiversidade vegetal e plantas não lenhosas nas duas zonas climáticas, respectivamente.
- Os principais serviços de provisionamento que os ecossistemas do corredor fornecem às comunidades são: alimentos silvestres, combustível lenhoso, culturas agrícolas, animal doméstico, animal selvagem, madeira e fibra e, pesca. Os principais serviços culturais no corredor são: medicinais, estética e espirituais. A Floresta de Mangal do Oceano Índico tem a maior reserva de carbono do solo (serviço regulatório).

6. RECOMENDAÇÕES

Com base nos resultados e conclusões geradas neste estudo, recomenda-se o seguinte:

- Mapeamento dos sub-ecossistemas do corredor. Isso iria permitir completar o mapeamento dos seis níveis organizacionais da tipologia global dos ecossistemas e fornecer detalhes adicionais para planos de adaptação, conservação e manejo de ecossistemas a nível local.
- Avaliar a interação entre a diversidade de plantas e propriedades físicas e químicas de solo e o efeito das actividades humanas na diversidade de espécies. Isso iria ajudar a entender melhor as causas da troca e perda de diversidade de espécies de plantas ao longo do corredor.
- Estudos de valoração econômica, ecológica e social dos ecossistemas do corredor para obter informações adicionais sobre o papel econômico, social e ecológico dos ecossistemas e seus recursos na sustentabilidade das pessoas na região e adaptação face às mudanças climáticas.
- Avaliar a produtividade dos ecossistemas subúmidos secos e semiáridos e seu efeito na biodiversidade vegetal para obter-se informações adicionais para entender melhor os factores da variabilidade de diversidade de espécies entre as regiões.

7. APÊNDICES

Apêndice 1: Variáveis ambientais usadas para auxiliar o algoritmo (Random Forest) de classificação do mapa final de tipos de ecossistemas.

Contagem	Nome da variável ambiental	Contagem	Nome da variável ambiental
1	NDVI	29	Temperatura média anual
2	SR	30	Sazonalidade da temperatura
3	SAVI	31	Sazonalidade da precipitação
4	GNDVI	32	Isotermalidade
5	RVI	33	Precipitação anual
6	GEMI	34	Índice de rugosidade do terreno
7	IPVI	35	Rugosidade
8	NDMI	36	Índice de posição topográfica
9	MSAVI	37	Stock de carbono orgânico do solo (ton/ha) 0-30 m
10	MSAVI2	38	Densidade aparente-PCA eixo 1 (89,7%)
11	NDWI	39	Densidade aparente-PCA eixo 2 (7,21%)
12	NDTI	40	Densidade aparente-PCA eixo 3 (1,51%)
13	NDWI2	41	Conteúdo de argila-PCA eixo 1 (83,27%)
14	MNDWI	42	Conteúdo de argila-PCA eixo 2 (13,21%)
15	RI	43	Conteúdo de argila-PCA eixo 3 (1,88%)
16	CI	44	Fragmentos grosseiros-PCA eixo 1 (93,63%)
17	BI	45	Fragmentos grosseiros-PCA eixo 2 (3,66%)
18	BI2	46	Fragmentos grosseiros-PCA eixo 3 (1,48%)
19	ISU	47	Area PCA eixo 1 (96,43%)
20	NDBI	48	Area PCA eixo 2 (2,79%)
21	Altitude (<i>Digital Elevation Model</i>)	49	Area PCA eixo 3 (0,39%)
22	Declividade em graus	50	Capacidade de troca de cátions-PCA eixo 1 (96,58%)
23	Assinatura espectral da banda azul	51	Capacidade de troca de cátions-PCA eixo 2 (1,89%)
24	Assinatura espectral da banda verde	52	Capacidade de troca de cátions-PCA eixo 3 (1,04%)
25	Assinatura espectral da banda vermelha	53	Nitrogenio-PCA eixo 1 (72,73%)
26	Assinatura espectral da banda NIR	54	Nitrogenio-PCA eixo 2 (13,8%)
27	Assinatura espectral da banda SWIR1	55	Nitrogenio-PCA eixo 3 (5,32%)
28	Assinatura espectral da banda SWIR2	-----	-----

Apêndice 2: Ecossistemas identificados e definidos com base nos resultados deste estudo

Código	Nome do ecossistema	Nomenclatura
Eco 16	Agricultura itinerante	Este estudo
Eco 19	Campos de cultivos não arbóreos do Baixo Limpopo	Este estudo
Eco 23	Áreas habitacionais	Este estudo
Eco 25	Rio	Este estudo
Eco 31	Campos de arroz do Complexo agro-industrial de Chókwè	Este estudo
Eco 43	Floresta das dunas de Zongoene	Este estudo
Eco 40	Pântanos costeiros tropicais do Macuane	Este estudo

Apêndice 3: Ecossistemas regionais identificados e definidos com base nos resultados deste estudo

Nome do ecossistema regional	Nomenclatura
Áreas agrícolas	Este estudo
Ecossistemas urbanos	Este estudo
Rios de água doce	Este estudo
Pântanos costeiros tropicais	Este estudo
Floresta tropical das dunas	Este estudo

Apêndice 4: parcelas de amostragem por tipo de ecossistema. Onde n é o número de parcelas

Nome do Ecossistema	n
Floresta Costeira do Bilene	9
Vegetação aluvial de Maputo	4
Floresta Mecrusse	5
Floresta arenosa do save	7
Brenha arenosa de Nwambiya	5
Mata de Mopnae do sul	7
Mata arenosa de Chacate de Gaza	6
Mata das terras baixas do Limpopo	12
Pradaria arbustiva arenosa do Tembe	6
Pradaria arbustiva arenosa de Nwambyia-Pumbe	9
Miombo costeiro de Inhambane	8
Pradaria arbórea costeira de Maputaland	6
Pradaria arborea de palmar de Inharime	6
Brenha das dunas de Inhambane	4
Pântanos costeiros tropicais do Macuane	4
Floresta ribeirinha do Limpopo-Elefantes	5
Floresta das dunas de Zongoene	3
Mata de Mopane da Cordilheira do Limpopo	6

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Addo-fordjour, P., Agyei, L. A., Ofosu-bamfo, B., Issifu, I. N., Osei, G. O., Appiah-kubi, R., Bremang, E. K., & Kroduah, P. O. (2021). Temporal dynamics of liana communities in moist semi-deciduous forest stands with different management histories in Ghana. *Forest Ecology and Management*, 489(January), 119042. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2021.119042>
- Akhlaq, M. L. M., & Winarso, G. (2020). Comparative Analysis of Object-Based and Pixel-Based Classification of High-Resolution Remote Sensing Images for Mapping Coral Reef Geomorphic Zones. *Atlantis Press*, 436, 992–996.
- Al-doski, J., Mansor, S. B., Zulhaidi, H., & Shafri, M. (2013). Image Classification in Remote Sensing. *Journal of Environment and Earth Science*, 3(10), 141–148.
- Aldiviezo, J. U. A. N. C. V., Uñiones, A. L. T. É., & Aribay, A. D. A. N. S. A. (2018). Built-up index methods and their applications for urban extraction from Sentinel 2A satellite data : discussion. *Journal of the Optical Society of America*, 35(1), 35–44.
- Andrew, S. M., Totland, Ø., & Moe, S. R. (2014). Spatial variation in plant species richness and diversity along human disturbance and environmental gradients in a tropical wetland. *Wetlands Ecology and Management*, 23(3), 395–404. <https://doi.org/10.1007/s11273-014-9390-2>
- Awoke, H., & Mewded, B. (2019). Changes in woody species composition and structure of Denkoro dry evergreen Afromontane forest over 16 years (2001–2017), South Wollo, Ethiopia. *Forest Ecology and Management*, 441(March), 71–79. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2019.03.039>
- Bacar, F. F., Lisboa, S. N., & Siteo, A. (2023). The Mangrove Forest of Quirimbas National Park Reveals High Carbon Stock Than Previously Estimated in Southern Africa. *Wetlands*, 43(6), 60. <https://doi.org/10.1007/s13157-023-01707-1>
- Bailey, R. G. (2009). *Ecosystem geography: from ecoregions to sites* (Second ed.). Springer US.
- Baker, C., Lawrence, R., Montagne, C., & Patten, D. (2006). Mapping wetlands and riparian areas using landsat ETM+ imagery and decision-tree-based models. *Wetlands*, 26(2), 465–474. [https://doi.org/10.1672/0277-5212\(2006\)26\[465:MWARAU\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1672/0277-5212(2006)26[465:MWARAU]2.0.CO;2)
- Bandeira, S., Barbosa, F., Bila, N., Jr. Azevedo, F., Nacamo, E., Manjate, A. M., Mafambissa, M., & Rafael, J. (2007). *Terrestrial Vegetation Assessment of the Quirimbas National Park*.
- Baral, H., Keenan, R. J., Stork, N. E., & Kasel, S. (2014). Measuring and managing ecosystem goods and services in changing landscapes: a south-east Australian perspective. *Journal of Environmental Planning and Management*, 57:7(October), 37–41. <https://doi.org/10.1080/09640568.2013.824872>
- Barbosa, J. M., Santos, C. F., Mendonça, A. H., Monise, T., & Silva, S. C. (2009). FILTROS ECOLÓGICOS E COMPETIÇÃO : INFLUÊNCIA NO PADRÃO MORFOLÓGICO FOLIAR. In *Ecologia da Mata Atlântica*. http://ecologia.ib.usp.br/curso/2009/pdf/PO4/PO4_um_por_todos_e_todos_por_um.pdf
- Baselga, A. (2010). Partitioning the turnover and nestedness components of beta diversity. *Global Ecology and Biogeography*, 19, 134–143. <https://doi.org/10.1111/j.1466-8238.2009.00490.x>
- Baselga, A. (2013). Separating the two components of abundance-based dissimilarity: balanced changes in abundance vs. abundance gradients. *Methods in Ecology and Evolution*, 4, 552–557. <https://doi.org/10.1111/2041-210X.12029>
- Baselga, A., & Orme, C. D. L. (2012). Betapart: An R package for the study of beta diversity. *Methods in Ecology and Evolution*, 3(5), 808–812. <https://doi.org/10.1111/j.2041-210X.2012.00224.x>
- Bertol, W., Junior, J. M., & Oliveira, L. Y. D. de. (2022). Identifying factors impacting the overall accuracy in image classification problems : a statistical approach. *Revista Tecnologia e Sociedade*, 18, 261–274. <https://doi.org/10.3895/rts.v18n54.15480>

- Bhatta, K. P., Aryal, A., Baral, H., Khanal, S., Acharya, A. K., Phomphakdy, C., & Dorji, R. (2021). Forest structure and composition under contrasting precipitation regimes in the high mountains, western nepal. *Sustainability (Switzerland)*, *13*(13), 7510. <https://doi.org/10.3390/su13137510>
- Blaschke, T. (2010). Object based image analysis for remote sensing. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, *65*(1), 2–16. <https://doi.org/10.1016/j.isprsjprs.2009.06.004>
- Blaschke, Thomas, Hay, G. J., Kelly, M., Lang, S., Hofmann, P., Addink, E., Queiroz Feitosa, R., van der Meer, F., van der Werff, H., van Coillie, F., & Tiede, D. (2014). Geographic Object-Based Image Analysis - Towards a new paradigm. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, *87*, 180–191. <https://doi.org/10.1016/j.isprsjprs.2013.09.014>
- Bosire, J. O., Kaino, J. J., Olagoke, A. O., Mwihi, L. M., Ogendi, G. M., Kairo, J. G., Berger, U., & Macharia, D. (2014). Mangroves in peril: Unprecedented degradation rates of peri-urban mangroves in Kenya. *Biogeosciences*, *11*(10), 2623–2634. <https://doi.org/10.5194/bg-11-2623-2014>
- Bourgeau-Chavez, L. L., Endres, S., Powell, R., Battaglia, M. J., Benscoter, B., Turetsky, M., Kasischke, E. S., & Banda, E. (2017). Mapping boreal peatland ecosystem types from multitemporal radar and optical satellite imagery. *Canadian Journal of Forest Research*, *47*(4), 545–559. <https://doi.org/10.1139/cjfr-2016-0192>
- Breiman, L. (2001). Random Forest. *Machine Learning*, *45*, 5–32. <https://doi.org/10.1023/a:1010933404324>
- Brito, R., Famba, S., Munguambe, P., Ibraimo, N., & Julai, C. (2009). Profile of the Limpopo Basin in Mozambique. A contribution to the Challenge Program on Water and Food Project 17 “Integrated: “Integrated Water Resource Management for Improved Rural Livelihoods: Managing risk, mitigating drought and improving water produ. In *Water Net* (Issue July). <https://assets.publishing.service.gov.uk/media/57a08b47ed915d622c000be7/WP11-Mozambique.pdf>
- Brito, Rui, & Julai, C. (2007). *Drought characterization at Limpopo Basin Mozambique* (Issue August). https://www.biofund.org.mz/wp-content/uploads/2018/11/1543565165-F2319._Ir21 Drought Characterisation.Pdf
- Buramuge, V. A., Ribeiro, N. S., Olsson, L., Bandeira, R. R., & Lisboa, S. N. (2023). Tree Species Composition and Diversity in Fire-Affected Areas of Miombo Woodlands , Central Mozambique. *Fire*, *6*(26), 1–17. <https://doi.org/https://doi.org/10.3390/fire601002>
- Burkhard, B., Groot, R. de, Costanza, R., Seppelt, R., Jørgensen, S. E., & Potschin, M. (2012). Solutions for sustaining natural capital and ecosystem services. *Ecological Indicators*, *21*(21), 1–6. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2012.03.008>
- Cakir, H. I., Khorram, S., & Nelson, S. A. C. (2006). Correspondence analysis for detecting land cover change. *Remote Sensing of Environment*, *102*(3–4), 306–317. <https://doi.org/10.1016/j.rse.2006.02.023>
- Campanello, P. I., Villagra, M., Garibaldi, J. F., Ritter, L. J., Araujo, J. J., & Goldstein, G. (2012). Liana abundance, tree crown infestation, and tree regeneration ten years after liana cutting in a subtropical forest. *Forest Ecology and Management*, *284*, 213–221. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2012.07.043>
- Cardinale, B. J., Wright, J. P., Cadotte, M. W., Carroll, I. T., Hector, A., Srivastava, D. S., Loreau, M., & Weis, J. J. (2007). Impacts of plant diversity on biomass production increase through time because of species complementarity. *PNAS*, *104*(46), 18123–18128. <https://doi.org/https://doi.org/10.1073/pnas.0709069104>
- Chao, A., Gotelli, N. J., Hsieh, T. C., Sander, E. L., Ma, K. H., Colwell, R. K., & Ellison, A. M. (2014). Rarefaction and extrapolation with Hill numbers : a framework for sampling and estimation in species diversity studies. *Ecological Monographs*, *84*(1), 45–67. <https://doi.org/https://doi.org/10.1890/13-0133.1>
- Charrua, A. B., Padmanaban, R., Cabral, P., Bandeira, S., & Romeiras, M. M. (2021). Impacts of the Tropical Cyclone Idai in Mozambique : A Multi-Temporal Landsat Satellite Imagery Analysis. *Remote Sensing*, *13*, 201. <https://doi.org/https://doi.org/10.3390/rs13020201>
- Chen, S., Wang, W., Xu, W., Wang, Y., Wan, H., Chen, D., Tang, Z., Tang, X., Zhou, G., Xie, Z., Zhou, D., Shanguan, Z., Huang, J., He, J.-S., Wang, Y., Sheng, J., Tang, L., Li, X., Dong, M., ... Bai, Y. (2018). Plant

- diversity enhances productivity and soil carbon storage. *PNAS*, *115*(16), 4027–4032. <https://doi.org/10.1073/pnas.1700298114>
- Colls, A., Ash, N., & Ikkala, N. (2009). Ecosystem-based Adaptation: A natural response to climate change. *International Union for Conservation of Nature and Natural Resources*, 1–20.
- Congedo, L. (2022). *Semi-Automatic Classification Plugin Documentation*.
- Cornwell, W. K., Schwilk, D. W., & Ackerly, D. D. (2006). A trait-based test for habitat filtering: convex hull volume. *Ecology*, *87*(6), 1465–1471. [https://doi.org/10.1890/0012-9658\(2006\)87\[1465:atthf\]2.0.co;2](https://doi.org/10.1890/0012-9658(2006)87[1465:atthf]2.0.co;2)
- Cowling, R. M., Egoh, B., Knight, A. T., O'Farrell, P. J., Reyers, B., Rouget, M., Roux, D. J., Welz, A., & Wilhelm-Rechman, A. (2008). An operational model for mainstreaming ecosystem services for implementation. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, *105*(28), 9483–9488. <https://doi.org/10.1073/pnas.0706559105>
- Craven, D., Isbell, F., Manning, P., Connolly, J., Bruelheide, H., Ebeling, A., Roscher, C., Van, J., Weigelt, A., Wilsey, B., Beierkuhnlein, C., Luca, E. de, Griffin, J. N., Hautier, Y., Hector, A., Kreyling, J., Jentsch, A., Lanta, V., Loreau, M., ... Eisenhauer, N. (2016). Plant diversity effects on grassland productivity are robust to both nutrient enrichment and drought. *Philosophical Transactions B*, *371*, 20150277. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1098/rstb.2015.0277>
- Cunningham, A. B. (2001). Applied Ethnobotany. People, Wild Plant use and Conservation. In M. Walters, Manual, & A. Hamilton (Eds.), *Earthscan Publications Ltd, London and Sterling, VA* (1st ed.). WWF. <https://doi.org/10.4324/9781849776073>
- Cutler, D. R., Edwards, T. C., Beard, K. H., Cutler, A., Hess, K. T., Gibson, J., & Lawler, J. J. (2007). Random forests for classification in ecology. *Ecology*, *88*(11), 2783–2792.
- Darbyshire, I., Timberlake, J., Osborne, J., Rokni, S., Matimele, H., Langa, C., Datizua, C., Sousa, C. De, Alves, T., Massingue, A., Hadj-hammou, J., Dhanda, S., Shah, T., & Wursten, B. (2019). *The endemic plants of Mozambique : diversity and conservation status*. *96*, 45–96. <https://doi.org/10.3897/phytokeys.136.39020>
- de Groot, R., Brander, L., Ploeg, S. Van Der, Costanza, R., Bernard, F., Braat, L., Christie, M., Crossman, N., Ghermandi, A., Hein, L., Hussain, S., Kumar, P., Mcvittie, A., Portela, R., Rodriguez, L. C., & Beukering, P. Van. (2012). Global estimates of the value of ecosystems and their services in monetary units. *Ecosystem Services Journal*, *1*, 50–61. <https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2012.07.005>
- de Groot, R. S., Wilson, M. A., & Boumans, R. M. J. (2002). A typology for the classification, description and valuation of ecosystem functions, goods and services. *Ecological Economics*, *41*(3), 393–408. [https://doi.org/10.1016/S0921-8009\(02\)00089-7](https://doi.org/10.1016/S0921-8009(02)00089-7)
- DeLancey, E. R., Czepaklo, A., Boychuk, L., Gregory, F., Amani, M., Brisco, B., Kariyeva, J., & Hird, J. N. (2022). Creating a Detailed Wetland Inventory with Sentinel-2 Time-Series Data and Google Earth Engine in the Prairie Pothole Region of Canada. *Remote Sensing*, *14*, 3401. <https://doi.org/10.3390/rs14143401>
- Du Toit, M. J., Du Preez, C., & Cilliers, S. S. (2021). Plant diversity and conservation value of wetlands along a rural-urban gradient. *Bothalia*, *51*(1), 1–18. <https://doi.org/10.38201/btha.abc.v51.i1.4>
- Dwiputra, M. A., & Mustofa, A. (2021). The Comparison of RGB 564 and RGB 573 Band Composite of Landsat 8 for Mangrove Vegetation Distribution Identification on Pahawang Island, Lampung. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, *830*, 012017. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/830/1/012017>
- Egoh, B. N., Reyers, B., Rouget, M., & Richardson, D. M. (2011). Identifying priority areas for ecosystem service management in South African grasslands. *Journal of Environmental Management*, *92*(6), 1642–1650. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2011.01.019>
- Eneyew, B. G., & Assefa, W. W. (2021). Environmental and Sustainability Indicators Anthropogenic effect on wetland biodiversity in Lake Tana Region : A case of Infranz Wetland , Northwestern Ethiopia. *Environmental and Sustainability Indicators*, *12*, 100158. <https://doi.org/10.1016/j.indic.2021.100158>

- Faber-Langendoen, D., Keeler-Wolf, T., Meidinger, D., Tart, D., Hoagland, B., Josse, C., Navarro, G., Ponomarenko, S., Saucier, J.-P., Weakley, A., & Comer, P. (2014). EcoVeg: a new approach to vegetation description and classification. *Ecological Monographs*, 84(4), 533–561. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1890/13-2334.1.sm>
- FAO. (2010). *Managing forests for climate change*. <https://www.ignfa.gov.in/document/reading-material-managing-forests-for-climate-change-fao.pdf>
- FAO. (2015). *Global guidelines for restoration of forest landscapes and degraded lands: building resilience in drylands*, by N. Berrahmouni, P. Regato & M. Parfondry. *FAO Forestry Paper No. 175*. Rome.
- FAO. (2019). *Trees, forests and land use in drylands: the first global assessment – Full report*. *FAO Forestry Paper No. 184*. Rome.
- Feng, S., & Fu, Q. (2013). Expansion of global drylands under a warming climate. *Atmospheric Chemistry and Physics*, 10081–1009, 10081–10094. <https://doi.org/10.5194/acp-13-10081-2013>
- Feroz, S. M., Kabir, E., & Hagihara, A. (2015). Species composition, diversity and stratification in subtropical evergreen broadleaf forests along a latitudinal thermal gradient in the Ryukyu Archipelago, Japan. *Global Ecology and Conservation*, 4, 63–72. <https://doi.org/10.1016/j.gecco.2015.05.002>
- Ferreira, E., Dantas, A. A. A., & Morais, A. R. de. (2007). Exatidão na classificação de fragmentos de matas em imagem do satélite Cbers-CCD, no município de Lavras, MG. *Anais XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto*, 1(1999), 887–894.
- Fick, S. E., & Hijmans, R. J. (2017). WorldClim 2: new 1-km spatial resolution climate surfaces for global land areas. *International Journal of Climatology*, 37(12), 4302–4315. <https://doi.org/10.1002/joc.5086>
- Fisher, B., Bateman, I., & Turner, R. K. (2013). Valuing ecosystem services: Benefits, values, space and time. *Values, Payments and Institutions for Ecosystem Management: A Developing Country Perspective*, 58–69. <https://doi.org/10.4337/9781781953693.00009>
- Fisher, B., Costanza, R., Turner, R. K., & Paul, M. (2007). *Defining and classifying ecosystem services for decision making*. *CSERGE Working Paper EDM, No. 07-04*, University of East Anglia, The Centre for Social and Economic Research on the Global Environment (CSERGE), Norwich.
- FNDS. (2020). *Relatório do Mapa de Cobertura Florestal de Moçambique 2016*. Maputo.
- Francisco, A. da S., Machado, M., Castro, J., Anjos, F. dos, Mutemba, J., & André, A. (2002). *Iniciativa Espacial de Desenvolvimento do Corredor do Limpopo: Fomento do Processamento Agro-industrial*.
- Frédérique, M. (2019). *Land Use and Land Cover Map of Ribaue Mountains (Mount Ribaue and Mount M'paluwe)*. Nitidae.
- Frohn, R. C., Reif, M., Lane, C., & Autrey, B. (2009). Satellite remote sensing of isolated wetlands using object-oriented classification of Landsat-7 data. *Wetlands*, 29(3), 931–941. <https://doi.org/10.1672/08-194.1>
- Fu, P., & Weng, Q. (2016). A time series analysis of urbanization induced land use and land cover change and its impact on land surface temperature with Landsat imagery. *Remote Sensing of Environment*, 175, 205–214. <https://doi.org/10.1016/j.rse.2015.12.040>
- Gadow, K. von, Pukkala, T., & Instituto, M. T. (2007). *Managing Forest Ecosystems* (Vol. 13). https://doi.org/10.1007/978-3-540-32572-7_2
- Gislason, P. O., Benediktsson, J. A., & Sveinsson, J. R. (2006). Random forests for land cover classification. *Pattern Recognition Letters*, 27(4), 294–300. <https://doi.org/10.1016/j.patrec.2005.08.011>
- Goldie, X., Gillman, L., Crisp, M., & Wright, S. (2010). Evolutionary speed limited by water in arid Australia. *Proc. R. Soc. B.*, 277, 2645–2653. <https://doi.org/10.1098/rspb.2010.0439>
- Gotelli, N. J., & Chao, A. (2013). Measuring and Estimating Species Richness, Species Diversity, and Biotic Similarity from Sampling Data. In *Encyclopedia of Biodiversity: Second Edition* (Vol. 5, pp. 195–211).

Elsevier Ltd. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-384719-5.00424-X>

- Gounaridis, D., Apostolou, A., & Koukoulas, S. (2016). Land cover of Greece, 2010: a semi-automated classification using random forests. *Journal of Maps*, 12(5), 1055–1062. <https://doi.org/10.1080/17445647.2015.1123656>
- Grinand, C., Rakotomalala, F., Gond, V., Vaudry, R., Bernoux, M., & Vieilledent, G. (2013). Estimating deforestation in tropical humid and dry forests in Madagascar from 2000 to 2010 using multi-date Landsat satellite images and the random forests classifier. *Remote Sensing of Environment*, 139, 68–80. <https://doi.org/10.1016/j.rse.2013.07.008>
- Gudex-cross, D., Pontius, J., & Adams, A. (2017). Enhanced forest cover mapping using spectral unmixing and object-based classification of multi-temporal Landsat imagery. *Remote Sensing of Environment*, 196, 193–204. <https://doi.org/10.1016/j.rse.2017.05.006>
- Guha, S., & Govil, H. (2020). Seasonal impact on the relationship between land surface temperature and normalized difference vegetation index in an urban landscape. *Geocarto International*, 0(0), 1–21. <https://doi.org/10.1080/10106049.2020.1815867>
- Guha, S., Govil, H., Dey, A., & Gill, N. (2018). Analytical study of land surface temperature with NDVI and NDBI using Landsat 8 OLI and TIRS data in Florence and Naples city, Italy. *European Journal of Remote Sensing*, 51(1), 667–678. <https://doi.org/10.1080/22797254.2018.1474494>
- Guha, S., Govil, H., & Diwan, P. (2020). Monitoring LST-NDVI Relationship Using Premonsoon Landsat Datasets. *Advances in Meteorology*, 2020(1). <https://doi.org/10.1155/2020/4539684>
- Hooper, D. U., Lii, F. S. C., Ewel, J. J., Hector, A., Inchausti, P., Lavorel, S., Lawton, J. H., Lodge, D. M., Loreau, M., Naeem, S., Schmid, B., Setälä, H., Symstad, A. J., Vandermeer, J., & Wardle, D. A. (2005). Effects of biodiversity on ecosystem functioning: a consensus of current knowledge. *Ecological Monographs*, 75(1), 3–35. <https://doi.org/https://doi.org/10.1890/04-0922>
- Hsieh, T. C., Ma, K. H., & Chao, A. (2016). iNEXT : an R package for rarefaction and extrapolation of species diversity (Hill numbers). *Methods in Ecology and Evolution*, 7, 1451–1456. <https://doi.org/10.1111/2041-210X.12613>
- Huang, C., Goward, S. N., Masek, J. G., Thomas, N., Zhu, Z., & Vogelmann, J. E. (2010). An automated approach for reconstructing recent forest disturbance history using dense Landsat time series stacks. *Remote Sensing of Environment*, 114(1), 183–198. <https://doi.org/10.1016/j.rse.2009.08.017>
- INE. (2007). *RECENSEAMENTO GERAL DA POPULAÇÃO E HABITAÇÃO 2007*.
- INE. (2021). *Anuário Estatístico da Província de Gaza*.
- INGC. (2009). *Estudo sobre o impacto das alterações climáticas no risco de calamidades em Moçambique Relatório Síntese – Segunda Versão*.
- Johnson, C., Chhin, S., & Zhang, J. (2017). Effects of climate on competitive dynamics in mixed conifer forests of the Sierra Nevada. *Forest Ecology and Management*, 394, 1–12. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2017.03.017>
- Jones, H. P., Hole, D. G., & Zavaleta, E. S. (2012). Harnessing nature to help people adapt to climate change. *Nature Climate Change*, 2(7), 504–509. <https://doi.org/10.1038/nclimate1463>
- Jones, W. M., Fraser, L. H., & Curtis, P. J. (2011). Plant community functional shifts in response to livestock grazing in intermountain depression wetlands in British Columbia, Canada. *Biological Conservation*, 144(1), 511–517. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2010.10.005>
- Jost, L. (2006). Entropy and diversity. *OIKOS*, 113, 2.
- Kasparinskis, R. (2018). *THE GUIDEBOOK ON “THE INTRODUCTION TO THE ECOSYSTEM SERVICE FRAMEWORK AND ITS APPLICATION IN INTEGRATED PLANNING.”*
- Keith, D. A., Ferrer-paris, J. R., Nicholson, E., Bishop, M. J., Polidoro, B. A., Ramirez-llodra, E., Tozer, M. G., Nel, J. L., Nally, R., Gregr, E. J., Watermeyer, K. E., Essl, F., Faber-langendoen, D., Franklin, J., Lehmann, C. E.

- R., Etter, A., Roux, D. J., Stark, J. S., Rowland, J. A., ... Kingsford, R. T. (2022). A function-based typology for Earth's ecosystems. *Nature*, 610(October 2019). <https://doi.org/10.1038/s41586-022-05318-4>
- Keith, D. A., Ferrer-paris, J. R., Nicholson, E., & Kingsford, R. T. (2020). IUCN Global Ecosystem Typology 2.0: descriptive profiles for biomes and ecosystem functional groups. Gland, Switzerland: IUCN. In *IUCN Global Ecosystem Typology 2.0: descriptive profiles for biomes and ecosystem functional groups*. International Union for Conservation of Nature and Natural Resources Reproduction. <https://doi.org/10.2305/iucn.ch.2020.13.en>
- Keith, D. A., Rodri'guez, J. P., Rodri'guez-Clark, K. M., Nicholson, E., Aapala, K., Alonso, A., Asmussen, M., Bachman, S., Basset, A., Barrow, E. G., Benson, J. S., Bishop, M. J., Bonifacio, R., Brooks, T. M., Burgman, M. A., Comer, P., Comi'n, F. A., Essl, F., Faber-Langendoen, D., ... Zambrano-Marti'nez, S. (2013). Scientific Foundations for an IUCN Red List of Ecosystems. *PLoS ONE*, 8(5). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0062111>
- Keith, D. A., Rodriguez, J. P., Brooks, T. M., Burgman, M. A., Barrow, E. G., Bland, L., Comer, P. J., Franklin, J., Link, J., Mccarthy, M. A., Miller, R. M., Murray, N. J., Nel, J., Nicholson, E., Oliveira-Miranda, M. A., Regan, T. J., Rodriguez-Clark, K. M., Rouget, M., & Spalding, M. D. (2015). The IUCN Red List of Ecosystems : Motivations , Challenges , and Applications. *Conservation Letters*, 8(June), 214–226. <https://doi.org/10.1111/conl.12167>
- Khyami, A. (2021). Impact of land cover change on land surface temperature over Greater Beirut Area – Lebanon. *Journal of Geoinformatics and Environmental Research*, 2(1), 14 –27. <https://doi.org/10.38094/jgier2121>
- Kiehl, J. T. (2011). Lessons from Earth's Past. *Science*, 331(January 2011), 3. <https://doi.org/10.1126/science.1199380>
- Korell, L., Schmidt, R., Bruelheide, H., & Hensen, I. (2015). Mechanisms driving diversity – productivity relationships differ between exotic and native communities and are affected by gastropod herbivory. *Oecologia*, 180(4), 1025–1036. <https://doi.org/10.1007/s00442-015-3395-2>
- Kupika, O. L., Gandiwa, E., Nhamo, G., & Kativu, S. (2019). Local ecological knowledge on climate change and ecosystem-based adaptation strategies promote resilience in the Middle Zambezi Biosphere Reserve, Zimbabwe. *Scientifica*, 2019. <https://doi.org/10.1155/2019/3069254>
- LaRocque, A., Phiri, C., Leblon, B., Pirotti, F., Connor, K., & Hanson, A. (2022). Wetland Mapping with Landsat 8 OLI , Sentinel-1 , ALOS-1 PALSAR , and LiDAR Data in Southern New Brunswick , Canada. *Remote Sensing*, 12(13). <https://doi.org/https://doi.org/10.3390/rs12132095>
- Legendre, P. (2014). Interpreting the replacement and richness difference components of beta diversity. *Global Ecology and Biogeography*, 23, 1324–1334. <https://doi.org/10.1111/geb.12207>
- Leprieur, F., Tedesco, P. A., Hugueny, B., Beauchard, O., Durr, H. H., Brosse, S., & Oberdorff, T. (2011). Partitioning global patterns of freshwater fish beta diversity reveals contrasting signatures of past climate changes. *Ecology Letters*, 14, 325–334. <https://doi.org/10.1111/j.1461-0248.2011.01589.x>
- Lisboa, S. N., Domingos, F., Vallius, E., Lensu, A., Macamo, E., & Siteo, A. (2022). Assessing the Impact of Road and Land Use on Species Diversity of Trees, Shrubs, Herbs and Grasses in the Mountain Landscape in Southern Africa. *Frontiers in Conservation Science*, 3, 829690. <https://doi.org/10.3389/fcosc.2022.829690>
- Loreau, M., & Hector, A. (2001). Partitioning selection and complementarity in biodiversity experiments. *Nature*, 412, 72–76. <https://doi.org/https://doi.org/10.1038/35083573>
- Lötter, M., Burrows, J., McClelland, W., Stalmans, M., Schmidt, E., Soares, M., Grantham, H., Jones, K., Duarte, E., Matimele, H., & Costa, H. (2021). *Historical vegetation map and red list of ecosystems assessment for Mozambique – Version 1.0 – Final report. USAID / SPEED+. Maputo. 371pp.*
- Louarn, M. Le, Clergeau, P., Briche, E., & Deschamps-Cottin, M. (2017). “Kill two birds with one stone”: Urban tree species classification using Bi-Temporal pléiades images to study nesting preferences of an invasive bird. *Remote Sensing*, 9(9). <https://doi.org/10.3390/rs9090916>
- Maes, J., Teller, A., Erhard, M., & Lique et al., C. (2013). Mapping and Assessment of Ecosystems and their

- Services. An analytical framework for ecosystem assessments under action 5 of the EU biodiversity strategy to 2020. Publications office of the European Union, Luxembourg. In *European Union*.
<https://doi.org/10.2779/12398>
- Magalhães, T. M. (2015). Live above- and belowground biomass of a mozambican evergreen forest: A comparison of estimates based on regression equations and biomass expansion factors. *Forest Ecosystems*, 2(1).
<https://doi.org/10.1186/s40663-015-0053-4>
- Mandanici, E., & Bitelli, G. (2016). Preliminary Comparison of Sentinel-2 and Landsat 8 Imagery for a Combined Use. *Remote Sensing*, 8, 1014. <https://doi.org/10.3390/rs8121014>
- Marzoli, A. (2007). *Inventário Florestal Nacional -Avaliação Integrada Das Florestas de Moçambique*.
- McRoberts, R. E. (2011). Satellite image-based maps: Scientific inference or pretty pictures? *Remote Sensing of Environment*, 115(2), 715–724. <https://doi.org/10.1016/j.rse.2010.10.013>
- Merritt, D. M., Nilsson, C., & Jansson, R. (2010). Consequences of propagule dispersal and river fragmentation for riparian plant community diversity and turnover. *Ecological Monographs*, 80(4), 609–626.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1890/09-1533.1>
- MICOA. (2007). *Programa de Acção Nacional para a Adaptação Às Mudanças Climáticas (NAPA)*.
- Millennium Ecosystem Assessment. (2005). Ecosystems and Human Well-being: Synthesis. *Island Press, Washington, DC.*, 155.
- Mucova, S. A. R., Filho, W. L., Azeiteiro, U. M., & Pereira, M. J. (2018). Assessment of land use and land cover changes from 1979 to 2017 and biodiversity & land management approach in Quirimbas National Park, Northern Mozambique, Africa. *Global Ecology and Conservation*, 16, e00447.
<https://doi.org/10.1016/j.gecco.2018.e00447>
- Munang, R., Thiaw, I., Alverson, K., Mumba, M., Liu, J., & Rivington, M. (2013). Climate change and Ecosystem-based Adaptation: A new pragmatic approach to buffering climate change impacts. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, 5(1), 67–71. <https://doi.org/10.1016/j.cosust.2012.12.001>
- Myint, S. W., Gober, P., Brazel, A., Grossman-clarke, S., & Weng, Q. (2011). Remote Sensing of Environment Per-pixel vs . object-based classification of urban land cover extraction using high spatial resolution imagery. *Remote Sensing of Environment*, 115(5), 1145–1161. <https://doi.org/10.1016/j.rse.2010.12.017>
- Naumann, S., Anzaldúa, G., Berry, P., Burch, S., Davis, M., Frelih-Larsen, A., Gerdes, H., & Sanders, M. (2011). *Assessment of the potential of ecosystem-based approaches to climate change adaptation and mitigation in Europe. Final report to the European Commission, DG Environment, Contract no. 070307/2010/580412/SER/B2, Ecologic institute and Environmental Change I*.
https://ec.europa.eu/environment/nature/climatechange/pdf/EbA_EBM_CC_FinalReport.pdf
- Nussbaum, S., & Menz, G. (2008). Object-Based Image Analysis and Treaty Verification. In *Spring* (p. 178).
- Ofori-bamfo, B., Addo-fordjour, P., & Belford, E. J. D. (2019). Acta Oecologica Does road-edge affect liana community structure and liana-host interactions in evergreen rainforests in Ghana? *Acta Oecologica*, 101(September), 103476. <https://doi.org/10.1016/j.actao.2019.103476>
- Olofsson, P., Foody, G. M., Herold, M., Stehman, S. V, Woodcock, C. E., & Wulder, M. A. (2014). Remote Sensing of Environment Good practices for estimating area and assessing accuracy of land change. *Remote Sensing of Environment*, 148, 42–57. <https://doi.org/10.1016/j.rse.2014.02.015>
- Poggio, L., Sousa, L. M. De, Batjes, N. H., Heuvelink, G. B. M., Kempen, B., Ribeiro, E., & Rossiter, D. (2021). SoilGrids 2.0 : producing soil information for the globe with quantified spatial uncertainty. *Soil*, 7, 217–240.
<https://doi.org/https://doi.org/10.5194/soil-7-217-2021>
- Powar, S. K., Panhalkar, S. S., & Patil, A. S. (2022). An Evaluation of Pixel-based and Object-based Classification Methods for Land Use Land Cover Analysis Using Geoinformatic Techniques. *GEOMATICS AND ENVIRONMENTAL ENGINEERING*, 16(2), 61–75.

- Pu, R., & Landry, S. (2012). Remote Sensing of Environment A comparative analysis of high spatial resolution IKONOS and WorldView-2 imagery for mapping urban tree species. *Remote Sensing of Environment*, 124, 516–533. <https://doi.org/10.1016/j.rse.2012.06.011>
- R Core Team. (2022). *R: A language and environment for statistical computing*. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. <https://www.r-project.org>
- Rahman, A. U., Khan, S. M., Khan, S., Hussain, A., Rahman, I. U., Iqbal, Z., & Ijaz, F. (2016). Ecological Assessment of Plant Communities and Associated Edaphic and Topographic Variables in the Peochar Valley of the Hindu Kush Mountains Ecological Assessment of Plant Communities and Associated Edaphic and Topographic Variables in the Peochar Valley. *Mountain Research and Development (MRD)*, 36(3), 332–341. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1659/MRD-JOURNAL-D-14-00100.1>
- Rapinel, S., Panhelleux, L., Gayet, G., Vanacker, R., Lemercier, B., Laroche, B., Chambaud, F., Guelmami, A., & Hubert-Moy, L. (2023). National wetland mapping using remote-sensing-derived environmental variables, archive field data, and artificial intelligence. *Heliyon*, 9(2), e13482. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e13482>
- Rodriguez-Galiano, V. F., Ghimire, B., Rogan, J., Chica-Olmo, M., & Rigol-Sanchez, J. P. (2012). An assessment of the effectiveness of a random forest classifier for land-cover classification. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, 67(1), 93–104. <https://doi.org/10.1016/j.isprsjprs.2011.11.002>
- Roosta, H., & Saradjian, M. R. (2007). Sub-pixel classification of MODIS images. *Proceedings of the 6th WSEAS International Conference on Non-Linear Analysis, Non-Linear Systems and Chaos, Arcachon, France*, 13–15.
- Ruijven, J. van, & Berendse, F. (2003). Positive effects of plant species diversity on productivity in the absence of legumes. *Ecology Letters*, 6, 170–175. <https://doi.org/https://doi.org/10.1046/j.1461-0248.2003.00427.x>
- Ruto, W., Kinyamario, J., Ng'etich, N., Akunda, E., & Mworio, J. (2012). Plant Species Diversity and Composition of Two Wetlands in the Nairobi National Park, Kenya. *Journal of Wetlands Ecology*, 6(6), 7–15. <https://doi.org/10.3126/jowe.v6i0.5909>
- Safrieli, U., Adeel, Z., Niemeijer, D., Puigdefabregas, J., White, R., Lal, R., Winslow, M., Ziedler, J., Prince, S., Archer, E., & King, C. (2005). Dryland systems. In Hassan, R. Scholes & N. Ash, eds. *Ecosystems and human well-being: current state and trends. Millennium Ecosystem Assessment* (pp. 623-662.).
- Scarano, F. R. (2017). Ecosystem-based adaptation to climate change: concept, scalability and a role for conservation science. *Perspectives in Ecology and Conservation*, 15(2), 65–73. <https://doi.org/10.1016/j.pecon.2017.05.003>
- Schaap, M. J. and B. (2018). *Forest Ecosystem Services*. https://doi.org/10.1007/978-3-319-95981-8_129
- Schnitzer, S. A., Kuzee, M. E., & Bongers, F. (2005). Disentangling above- and below-ground competition between lianas and trees in a tropical forest. *Journal of Ecology*, 1115–1125. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2745.2005.01056.x>
- Shapiro, A., Trettin, C., Küchly, H., Alavinapanah, S., & Bandeira, S. (2015). The Mangroves of the Zambezi Delta: Increase in Extent Observed via Satellite from 1994 to 2013. *Remote Sensing*, 7(12), 16504–16518. <https://doi.org/10.3390/rs71215838>
- Sherba, J., Blesius, L., & Davis, J. (2014). Object-Based Classification of Abandoned Logging Roads under Heavy Canopy Using LiDAR. *Remote Sensing*, 4043–4060. <https://doi.org/10.3390/rs6054043>
- Silva, S. D. P., Eugenio, F. C., Fantinel, R. A., Amaral, L. de P., Santos, A. R. dos, Mallmann, C. L., Santos, F. D. dos, Pereira, R. S., & Ruoso, R. (2023). Modeling and detection of invasive trees using UAV image and machine learning in a subtropical forest in Brazil. *Ecological Informatics*, 74, 101–989. <https://doi.org/10.1016/j.ecoinf.2023.101989>
- Sitoe, A. (2003). Bases ecológicas para agronomia e silvicultura. In UNIVERSIDADE EDUARDO MONDLANE, FACULDADE DE AGRONOMIA E ENGENHARIA FLORESTAL (3rd ed., Vol. 3).
- Slik, J. W. F., Poulsen, A. D., Ashton, P. S., Cannon, C. H., Eichhorn, K. A. O., Kartawinata, K., Lanniari, I.,

- Nagamasu, H., Nakagawa, M., van Nieuwstadt, M. G. L., Payne, J., Purwaningsih, Saridan, A., Sidiyasa, K., Verburg, R. W., Webb, C. O., & Wilkie, P. (2003). A floristic analysis of the lowland dipterocarp forests of Borneo. *Journal of Biogeography*, *30*, 1517–1531. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2699.2003.00967.x>
- Smith, T. M., & Smith, R. L. (2015). Elements of Ecology. In *Pearson* (9th ed.).
- Song, X., Huang, W., Hansen, M. C., & Potapov, P. (2021). An evaluation of Landsat, Sentinel-2, Sentinel-1 and MODIS data for crop type mapping. *Science of Remote Sensing*, *3*, 100018. <https://doi.org/10.1016/j.srs.2021.100018>
- Soong, J. L., Janssens, I. A., Grau, O., Margalef, O., Stahl, C., Langenhove, L. Van, Urbina, I., Chave, J., Dourdain, A., Ferry, B., Freycon, V., Herault, B., Sardans, J., Peñuelas, J., & Verbruggen, E. (2020). Soil properties explain tree growth and mortality , but not biomass , across phosphorus-depleted tropical forests. *Scientific Reports*, *10*, 2302. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-58913-8>
- Stalmans, M., & Carvalho, F. (2002). *PLANT COMMUNITIES AND LANDSCAPES OF THE 'PARQUE NACIONAL DO LIMPOPO' MOÇAMBIQUE*.
- Steege, H., Ek, R., & Andel, T. Van. (1998). A COMPARISON OF DIVERSITY PATTERNS OF TREE AND NON-TREE GROUPS. In *Diversity of tree and non-tree groups* (pp. 131–138).
- Stehman, S. V., & Foody, G. M. (2019). Key issues in rigorous accuracy assessment of land cover products. *Remote Sensing of Environment*, *231*, 111199. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.rse.2019.05.018>
- Stehman, S. V., & Wickham, J. D. (2011). Pixels , blocks of pixels , and polygons : Choosing a spatial unit for thematic accuracy assessment. *Remote Sensing of Environment*, *115*(12), 3044–3055. <https://doi.org/10.1016/j.rse.2011.06.007>
- Su, W., Li, J., Chen, Y., Liu, Z., Zhang, J., Low, T. M., Suppiah, I., Atikah, S., & Hashim, M. (2008). Textural and local spatial statistics for the object-oriented classification of urban areas using high resolution imagery. *International Journal of Remote Sensing*, *29*(11), 3105–3117. <https://doi.org/10.1080/01431160701469016>
- Sultana, S., & Satyanarayana, A. N. V. (2020). Assessment of urbanisation and urban heat island intensities using landsat imageries during 2000 – 2018 over a sub-tropical Indian City. *Sustainable Cities and Society*, *52*(August 2019), 101846. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2019.101846>
- Tamele, I. (2023). *Uso da etnobiologia na determinação do potencial dos serviços ecossistêmicos para adaptação às mudanças climáticas no Corredor do Limpopo*. Universidade Eduardo Mondlane.
- TEEB. (2010). *THE ECONOMICS OF ECOSYSTEMS AND BIODIVERSITY*.
- Token, S., Jiang, L., Zhang, L., & Lv, G. (2022). Effects of plant diversity on primary productivity and community stability along soil water and salinity gradients. *Global Ecology and Conservation*, *36*, e02095. <https://doi.org/10.1016/j.gecco.2022.e02095>
- Uerchefani, D. O., Haou, H. D., Bdeljaoued, S. A., Elaitre, E. D., & Allot, Y. C. (2009). Radiometric Indices for Monitoring Soil Surfaces in South Tunisia. *Journal of Arid Land Studies*, *76*, 73–76.
- UNEP-WCMC. (2007). *A spatial analysis approach to the global delineation of dryland areas of relevance to the CBD Programme of Work on Dry and Subhumid Lands*. Prepared by Levke Sørensen at the UNEP World Conservation Monitoring Centre Cambridge , UK (Issue January).
- Van Mooy, B. A. S., Rocap, G., Fredricks, H. F., Evans, C. T., & Devol, A. H. (2006). Sulfolipids dramatically decrease phosphorus demand by picocyanobacteria in oligotrophic marine environments. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, *103*(23), 8607–8612. <https://doi.org/10.1073/pnas.0600540103>
- Vignola, R., Locatelli, B., Martinez, C., & Imbach, P. (2009). Ecosystem-based adaptation to climate change: What role for policy-makers, society and scientists? *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change*, *14*(8), 691–696. <https://doi.org/10.1007/s11027-009-9193-6>

- Wale, H. A., Bekele, T., & Dalle, G. (2012). Floristic diversity , regeneration status , and vegetation structure of woodlands in Metema Area , Amhara National Regional State , North- western Ethiopia. *Journal of Forestry Research*, 23, 391– 398. <https://doi.org/10.1007/s11676-012-0275-z>
- Weih, R. C., & Riggan, N. D. (2010). Object-based classification vs. pixel-based classification: Comparative importance of multi-resolution imagery. *The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, XXXVIII, 1–6.
- Wild, H., & Barbosa, G. L. A. (1967). *Vegetation Map of the Flora Zambesiaca Area*. M.O. Collins, Limited, Salisbury, Rhodesia (Zimbabwe).
- Willie, J., Tagg, N., & Lens, L. (2017). Diversity and community composition of herbaceous plants in different habitat types in south-east Cameroon. *African Journal of Ecology*, 00, 1–11. <https://doi.org/10.1111/aje.12454>
- Wyk, B. Van, & Wyk, P. Van. (1997). *Field guide to trees of Southern Africa*.
- Ye, S., Pontius Jr, R. G., & Rakshit, R. (2018). A review of accuracy assessment for object-based image analysis : From per-pixel to per-polygon approaches. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, 141, 137–147. <https://doi.org/10.1016/j.isprsjprs.2018.04.002>
- Yuan, Z., Xiao, M., Su, X., Zhao, H., Li, Y., Zhang, H., Zhou, Z., Qi, R., Chen, Y., & Wang, W. (2022). Effects of Environment and Human Activities on Plant Diversity in Wetlands along the Yellow River in Henan. *Diversity*, 14(6), 470. <https://doi.org/https://doi.org/10.3390/d14060470>
- ZHANG, X., FENG, X., & JIANG, H. (2010). Object-oriented method for urban vegetation mapping using IKONOS imagery. *International Journal of Remote Sensing*, 13(1), 177–196. <https://doi.org/10.1080/01431160902882603>
- Zheng, Q.-H., Chen, W., Li, S.-L., Yu, L., Zhang, X., Liu, L.-F., Singh, R. P., & Liu, C.-Q. (2021). Accuracy comparison and driving factor analysis of LULC changes using multi-source time-series remote sensing data in a coastal area. *Ecological Informatics*, 66, 101457. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.ecoinf.2021.101457>
- Zheng, X., Wei, X., & Zhang, S. (2017). Tree species diversity and identity effects on soil properties in the Huoditang area of the Qinling Mountains, China. *Ecosphere*, 8(3), e01732. [10.1002/ecs2.1732](https://doi.org/10.1002/ecs2.1732). <https://doi.org/10.1002/ecs2.1732>
- Zhu, Z., & Woodcock, C. E. (2012). Remote Sensing of Environment Object-based cloud and cloud shadow detection in Landsat imagery. *Remote Sensing of Environment*, 118, 83–94. <https://doi.org/10.1016/j.rse.2011.10.028>
- Zomer, R. J., Xu, J., & Trabucco, A. (2022). Version 3 of the Global Aridity Index and Potential Evapotranspiration Database. *Scientific Data*, 9(1), 1–15. <https://doi.org/10.1038/s41597-022-01493-1>