



FACULDADE DE AGRONOMIA E ENGENHARIA FLORESTAL

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA FLORESTAL

LICENCIATURA EM ENGENHARIA FLORESTAL

PROJECTO FINAL

**AVALIAÇÃO DO IMPACTO ECOLÓGICO DA APICULTURA
TRADICIONAL SOBRE A DIVERSIDADE FLORÍSTICA E
ESTRUTURA DA FLORESTA DE MIOMBO NO DISTRITO DE
MACOSSA, PROVÍNCIA DE MANICA**



AUTOR: Elton Clemente Tonela

SUPERVISORA: Professora Doutora Natasha Ribeiro

CO-SUPERVISOR: Mestre Victorino Buramuge, Eng^o.

CO-SUPERVISOR: Eng^o. Domingos Machava

Maputo, Janeiro de 2026

AVALIAÇÃO DO IMPACTO ECOLÓGICO DA APICULTURA TRADICIONAL SOBRE A DIVERSIDADE FLORÍSTICA E ESTRUTURA DA FLORESTA DE MIOMBO NO DISTRITO DE MACOSSA, PROVÍNCIA DE MANICA

ELABORADO POR:

Elton Clemente Tonela

Projecto Final submetido ao Departamento de Engenharia Florestal da Faculdade de Agronomia e Engenharia Florestal da Universidade Eduardo Mondlane, como parte das exigências para obtenção do grau de Licenciatura em Engenharia Florestal.

SUPERVISORA:

Professora Doutora Natasha Ribeiro

CO-SUPERVISOR:

Mestre Victorino Buramuge, Eng^o.

CO-SUPERVISOR:

Eng^o. Domingos Machava

DECLARAÇÃO DE HONRA

Eu Elton Clemente Tonela, declaro por minha honra e para os devidos fins que este trabalho de licenciatura é da minha autoria e fruto da minha própria investigação. Declaro, ainda, que todas as informações e dados presentes no trabalho são originais, que todas as fontes de pesquisa foram devidamente citadas, e que o trabalho está em conformidade com os princípios éticos exigidos pela instituição de ensino. Por ser verdade, firmo a presente declaração.

O Declarante:

(Elton Clemente Tonela)

A Supervisora

(Prof^a. Doutora Natasha Ribeiro)

O Co-supervisor

(Mestre Victorino Buramuge, Eng^o.)

O Co-supervisor

(Eng^o. Domingos Machava)

Maputo, Janeiro de 2026

RESUMO

A produção tradicional de mel nas florestas de Miombo é uma actividade central para a subsistência das comunidades rurais em Moçambique, integrando importantes relações socio-ecológicas. Contudo, esta prática enfrenta desafios de sustentabilidade devido ao abate e ao descascamento selectivo de árvores para produção de colmeias tradicionais, assim como o uso do fogo durante a colheita do mel. Este estudo teve como objectivo avaliar os impactos ecológicos destas práticas sobre a composição florística, estrutura florestal e regeneração natural no distrito de Macossa, província de Manica. Para o efeito, realizou-se um levantamento ecológico nas comunidades de Catique Nzaia e Mussangadze, estabelecendo 84 parcelas circulares emparelhadas para comparar áreas de apicultura e áreas controle (intactas). A análise dos dados compreendeu a fitossociologia, estrutura horizontal e vertical, regeneração natural e biomassa herbácea. Os resultados identificaram a *Sclerocarya birrea* (Mfula) como a espécie preferencial para produção de colmeias de casca, enquanto a *Pseudolachnostylis maprouneifolia* e *Burkea africana* predominam no fabrico de colmeias de tronco. As análises de diversidade (*Shannon e Simpson*), similaridade (*Jaccard*) e de ordenação (NMDS) revelaram que, nos níveis actuais de exploração, não existem diferenças significativas na composição e diversidade florística entre as áreas de apicultura e as áreas controle, indicando que a integridade da matriz florestal se mantém preservada. No entanto, a estrutura florestal apresentou sinais de desequilíbrio, concretamente na distribuição diamétrica das áreas de apicultura em que se verificou um défice de árvores de grande porte. Detectou-se um risco de insustentabilidade local para a *S. birrea* devido a pressão sobre indivíduos adultos, embora a espécie demonstre capacidade de regenerar após a remoção parcial da casca. A regeneração natural demonstrou ser resiliente e abundante. Adicionalmente, a abertura do dossel foi considerada localizada, não gerando diferenças estatisticamente significativas ($p > 0,05$) sobre a biomassa herbácea nas áreas avaliadas. Conclui-se que, embora a floresta demonstre resiliência, a remoção selectiva de árvores adultas exige monitoria contínua. Recomenda-se a implementação de um plano de manejo para as colmeias tradicionais (focado na colheita responsável de casca e definição de diâmetros mínimos de corte), criação de incentivos de certificação do mel e programas de educação ambiental, visando conciliar a produção de mel com a conservação da biodiversidade e a sustentabilidade económica das comunidades locais.

Palavras-Chave: Impactos ecológicos, colmeias de casca, colmeias de tronco, *Sclerocarya birrea*, biodiversidade, sustentabilidade.

ABSTRACT

Traditional honey production in Miombo woodlands is a pivotal activity for the livelihoods of rural communities in Mozambique, encompassing significant socio-ecological interactions. However, this practice faces sustainability challenges resulting from the selective felling and debarking of trees for traditional beehive construction, as well as the use of fire during harvesting. This study aimed to assess the ecological impacts of these practices on floristic composition, forest structure, and natural regeneration in the Macossa district, Manica province. To this end, an ecological survey was conducted in the Catique Nzaia and Mussangadze communities, establishing 84 paired circular plots to compare beekeeping areas with control (intact) areas. Data analysis encompassed phytosociology, horizontal and vertical structure, natural regeneration, and herbaceous biomass. Results identified *Sclerocarya birrea* (Mfula) as the preferred species for bark hives, while *Pseudolachnostylis maprouneifolia* and *Burkea africana* predominate in the construction of log hives. Diversity (*Shannon* and *Simpson*), similarity (*Jaccard*), and ordination (NMDS) analyses revealed that, at current exploitation levels, no significant differences exist in floristic composition and diversity between beekeeping and control areas, indicating that the forest matrix integrity remains preserved. Nevertheless, the horizontal structure exhibited signs of imbalance, specifically in the diameter distribution within beekeeping areas, where a deficit of large-diameter trees was observed. A risk of local unsustainability was identified for *S. birrea* in Catique Nzaia due to selective pressure on adult individuals, although the species demonstrates the capacity to recover following partial bark extraction. Natural regeneration proved to be resilient and abundant. Furthermore, canopy opening was found to be localized, yielding no statistically significant differences ($p > 0.05$) in combustible herbaceous biomass load in the assessed areas. It is concluded that although the forest exhibits resilience, the selective removal of adult trees necessitates continuous monitoring. The implementation of a management plan for traditional beekeeping is recommended (focusing on responsible bark harvesting and the definition of minimum cutting diameters) alongside integrated fire management, aiming to reconcile the beekeeping tradition with biodiversity conservation and local economic sustainability.

Keywords: Ecological impacts, bark hives, log hives, *Sclerocarya birrea*, biodiversity, sustainability.

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho, em especial: a memória da minha mãe, Anastácia Clemente Francisco, que embora não se encontre em vida, permanecerá sempre no meu coração pelo amor e pela cultura académica que sempre me inculuiu.

Aos meus pais, Armindo Tonela e Inês Pedro Maculuve, pelo sacrifício, confiança, ensinamentos e apoio incondicional.

Aos meus queridos irmãos: Idália Tonela, Armindo Tonela, Ludmila Tonela, Manuel Muando e Joaquim Mariano, pelo amor e carinho.

.

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela dádiva da vida e pela graça que tem derramado sobre mim a cada dia.

Aos meus pais pelo amor, conselhos e incentivo, bem como pelo apoio incondicional ao longo da minha jornada académica.

À minha supervisora, Professora Doutora Natasha Sofia Ribeiro, por ter confiado em mim e nas minhas capacidades, pela orientação, paciência, moral, disponibilidade e conhecimento transmitido que foram essenciais para a realização deste trabalho. O meu muito obrigado.

Aos meus co-supervisores, Mestre Victorino Buramuge e Eng^o. Domingos Machava, pelo apoio incansável e pelo paciente acompanhamento durante todo o processo de concepção e realização deste estudo. Agradeço sinceramente pela vossa orientação.

Ao Mestre Jone Fernando Júnior pelos ensinamentos e o apoio concedido durante a realização deste trabalho.

Extensivos agradecimentos a todos docentes da Faculdade de Agronomia e Engenharia Florestal, em especial aos do Departamento de Engenharia Florestal, pelos conhecimentos transmitidos durante a minha formação.

Agradeço a Fundação MICAIA e a Universidade Eduardo Mondlane - representada aqui pelos meus supervisores, por me terem incluído neste projecto de investigação, disponibilizando recursos financeiros e humanos para torná-lo uma realidade.

A equipe de campo, cujo trabalho foi imprescindível para a realização deste estudo: Sr. Dionísio Lichone, Sr. Alzido Macamo, Sr. Ernesto Macamo, Sr^a. Esmenia Amaral, Eng^a. Cristina Almeida, Eng^o. Fernando Mussanhane, Sr. João Manjasse e ao colega Manuel Jesus dos Santos.

Aos meus amigos e colegas: Eng^o. Rui Tuança, Eng^a. Mafalda Mangue, Eng^o. Paulo Chiringo, Eng^a. Felicidade Hunguana, Ivan Tembo, Eng^a. Vilma Tsembane, Eng^a. Yolanda Comé, Marino Afonso, Dinária Hilário e Beatriz Langa pela amizade, apoio e suporte na academia e na vida. Obrigado companheiros!

Aos colegas de formação: Tomás Titos, Joana Ngovene, Didéria Mavesse, Dércia Jerónimo, Eng^a. Shana Pinto e aos mazas: Eng^o. Noa Beca, Eng^o. José Brito e Eng^o. Elton Muchiua.

E por fim, a todos que contribuíram directa ou indirectamente para a minha formação e que não foram aqui mencionados, o meu caloroso agradecimento!

ÍNDICE

DECLARAÇÃO DE HONRA	iii
RESUMO.....	iv
ABSTRACT	v
DEDICATÓRIA	vi
AGRADECIMENTOS	vii
LISTA DE TABELAS.....	xi
LISTA DE FIGURAS.....	xii
LISTA DE EQUAÇÕES	xiii
LISTA DE ANEXOS.....	xiii
LISTA DE ABREVIATURAS, SÍMBOLOS E SIGLAS.....	xiv
1. INTRODUÇÃO.....	1
1.1. Contextualização.....	1
1.2. Problema e justificação do estudo.....	2
1.3. Objectivos	4
1.3.1. Objectivo geral.....	4
1.3.2. Objectivos específicos	4
1.3.3. Questões de estudo.....	5
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	6
2.1. Florestas de Miombo.....	6
2.1.1. Distribuição geográfica e climática das florestas de Miombo	6
2.1.2. Estrutura e Composição do Miombo	7
2.1.3 Divisão do Miombo	7
2.1.4. Fenologia do Miombo.....	8

2.2.	Apicultura.....	8
2.2.1	Conceitos	8
2.2.2	Apicultura tradicional nas florestas de Miombo.....	9
2.2.3.	Importância e caracterização da apicultura em Moçambique.....	10
2.2.4.	Potenciais impactos negativos da apicultura tradicional	12
2.3.	Práticas de apicultura sustentável	13
3.	MATERIAIS E MÉTODOS	14
3.1.	Descrição da área de estudo	14
3.1.1.	Localização geográfica	14
3.1.2.	Clima, solos e hidrologia	15
3.1.3.	Flora e fauna	15
3.1.4.	Socioeconomia.....	15
3.2.	Colecta de dados	16
3.2.1.	Procedimento de amostragem.....	16
3.2.2.	Levantamento de dados.....	18
3.3.	Processamento e análise de dados.....	20
3.3.1.	Suficiência amostral.....	20
3.3.2.	Composição florística	20
3.3.3.	Estrutura florestal.....	23
3.3.3.1.	Estrutura horizontal.....	23
3.3.3.2.	Estrutura vertical.....	27
3.3.4.	Regeneração natural arbórea.....	28
3.3.5.	Estimativa da biomassa herbácea e análise da cobertura do dossel florestal	28
4.	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	30
4.1.	Diversidade e riqueza de espécies arbóreas e arbustivas	30

4.2. Espécies usadas na produção de colmeias tradicionais.....	31
4.3. Fitossociologia da vegetação adulta (DAP \geq 5 cm).....	33
4.3.1. Estrutura horizontal.....	33
4.3.2. Estrutura vertical.....	45
4.3.3. Composição e diversidade de espécies arbóreas e arbustivas.....	48
4.3.4. Similaridade e ordenação na composição de espécies (NMDS).....	51
4.3.5. Análise ecológica da <i>Sclerocarya birrea</i> (Mfula) no contexto da apicultura.....	56
4.4. Regeneração natural arbórea das comunidades em estudo	59
4.5. Biomassa herbácea.....	62
4.5.1. Quantificação da biomassa herbácea combustível.....	62
4.5.1.1. Análise comparativa da biomassa herbácea entre as áreas de estudo.....	63
4.5.2. Composição e caracterização florística herbácea	64
4.5.3. Influência da cobertura do dossel florestal sobre a biomassa herbácea.....	67
5. CONCLUSÕES.....	70
6. RECOMENDAÇÕES.....	71
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	72
8. ANEXOS.....	80

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Principais espécies arbóreas usadas para o fabrico de colmeias tradicionais nas comunidades florestais avaliadas.....	32
Tabela 2: Densidade e dominância das áreas de produção de colmeias de tronco e casca em Mussangadze.....	33
Tabela 3: Densidade e dominância das áreas de produção de colmeias de tronco e casca em Catique Nzaia.....	37
Tabela 4: Distribuição diamétrica da abundância e coeficiente de <i>Liocourt</i> das áreas de apicultura tradicional em estudo.....	44
Tabela 5: Riqueza de espécies, índices de diversidade (<i>Shannon e Simpson</i>) e similaridade (<i>Jaccard</i>) das áreas de produção de colmeia de casca e tronco por comunidade.....	49
Tabela 6: Tamanho médio das árvores/colmeias de <i>Sclerocarya birrea</i> , extensão da remoção da casca para produção de colmeias em Mussangadze e Catique Nzaia.....	56
Tabela 7: Densidade, riqueza de espécies e mortalidade da regeneração natural (estabelecida e não estabelecida) nas comunidades em estudo.....	60
Tabela 8: Valores médios de biomassa herbácea (ton/ha) nas áreas controle e áreas de apicultura nas comunidades de Catique Nzaia e Mussangadze.....	62
Tabela 9: Resultados do teste-t de Student para comparação de médias de biomassa herbácea entre áreas controle e áreas exploradas (casca e tronco) em Mussangadze e Catique Nzaia.....	63

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Distribuição geográfica das florestas de Miombo em África.....	6
Figura 2: Cavidade de mel e colmeia tradicional feita de <i>Julbernardia globiflora</i> na Reserva Nacional do Niassa, Moçambique.....	9
Figura 3: Mapa de localização da área de estudo.....	14
Figura 4: Esboço da parcela e sub-parcela para a colecta de dados.....	18
Figura 5: Curvas de rarefação da diversidade de espécies da vegetação adulta em Catique Nzaia e Mussangadze entre as áreas de produção de colmeias de casca e tronco.....	30
Figura 6: Escala das 10 espécies com maiores IVI's nas áreas de produção de colmeias de casca, colmeias de tronco e áreas controle em Mussangadze.....	36
Figura 7: Escala das 10 espécies com maiores IVI's nas áreas de produção de colmeias de casca, colmeias de tronco e áreas controle em Catique Nzaia.....	39
Figura 8: Distribuição diamétrica das nas áreas de produção de colmeias de casca, colmeias de tronco e áreas controle em Mussangadze e Catique Nzaia.....	42
Figura 9: Percentagem de indivíduos por estrato vertical em Mussangadze.....	46
Figura 10: Percentagem de indivíduos por estrato vertical em Catique Nzaia.....	47
Figura 11: Escala multidimensional não métrica (NMDS) baseada na composição de espécies das áreas de produção de colmeias tradicionais em Catique Nzaia.....	52
Figura 12: Escala multidimensional não métrica (NMDS) baseada na composição de espécies das áreas de de produção de colmeias tradicionais em Mussangadze.....	54
Figura 13: Distribuição diamétrica da <i>Sclerocarya birrea</i> em Mussangadze e Catique Nzaia....	58
Figura 14: Composição específica e biomassa média por espécie herbácea nas comunidades em estudo.....	64
Figura 15: Relação entre a cobertura de copa (%) e a biomassa herbácea (ton/há) em Mussangadze e Catique Nzaia	67

LISTA DE EQUAÇÕES

Equação 1: Equação para o cálculo do índice de diversidade de <i>Shannon-Wiener</i> (H').....	21
Equação 2: Equação para o cálculo do índice diversidade de <i>Simpson</i> (1-D).....	22
Equação 3: Equação para o cálculo do índice de similaridade de <i>Jaccard</i> (J).....	23
Equação 4: Equação para o cálculo da abundância absoluta.....	24
Equação 5: Equação para cálculo da abundância relativa.....	24
Equação 6: Equação para o cálculo da dominância absoluta.....	25
Equação 7: Equação para o cálculo da dominância relativa.....	25
Equação 8: Equação para o cálculo da frequência absoluta.....	26
Equação 9: Equação para o cálculo da frequência relativa.....	26
Equação 10: Equação para o cálculo do índice de valor de importância (IVI).....	26
Equação 11: Equação para o cálculo do coeficiente de <i>Liocourt</i> (q).....	27
Equação 12: Equação para o cálculo da mortalidade.....	29
Equação 13: Equação para o cálculo da biomassa herbácea.....	29

LISTA DE ANEXOS

Anexo 1: Imagens ilustrando árvores mortas descascadas/abatidas, e colmeias.....	80
Anexo 2: Distribuição das parcelas e fichas de campo para colecta de dados sobre vegetação adulta, regeneração natural arbórea e cobertura graminal.....	81
Anexo 3: Listas de espécies arbóreas e arbustivas identificadas nas áreas de apicultura em Catique Nzaia e Mussangadze.....	85
Anexo 4: Parâmetros fitossociológicos das espécies encontradas nas áreas de produção de colmeias de casca, tronco e áreas controle em Catique Nzaia e Mussangadze.....	87
Anexo 5: Listas de espécies da regeneração natural arbórea encontradas nas áreas de apicultura tradicional em Catique Nzaia e Mussangadze (DAP < 5 cm)	95
Anexo 6: Resultados de Regressão Linear para Mussangadze e Catique Nzaia.....	97

LISTA DE ABREVIATURAS, SÍMBOLOS E SIGLAS

ANOSIM: Análise de Similaridade

CGRN: Comité de Gestão de Recursos Naturais

CV: Coeficiente de Variação

D: Índice de Diversidade de *Simpson*

DAP: Diâmetro à Altura do Peito

DPM: Disco medidor de pasto

ES: Estado Sanitário

FAO: Organização das Nações Unidas para a Alimentação e Agricultura

FT: Forma do Tronco

H': Índice de Diversidade de *Shannon-Wiener*

HT: Altura Total

ind/ha: Indivíduos por hectare

IUCN: União Internacional para a Conservação da Natureza

IVI: Índice de Valor de Importância

J: Índice de Similaridade de *Jaccard*

MADER: Ministério da Agricultura e Desenvolvimento Rural

MAE: Ministério de Administração Estatal

MICOA: Ministério para a Coordenação e Acção Ambiental

NMDS: Escala Multidimensional Não Métrica

PFNM: Produtos Florestais Não-Madeireiros

q: Coeficiente de *Liocourt*

RNN: Reserva Nacional do Niassa

spp.: Espécie

ton/ha: Toneladas por hectare

WWF: Fundo Mundial para a Natureza

1. INTRODUÇÃO

1.1. Contextualização

As florestas de Miombo ocupam uma superfície de aproximadamente 1.9 milhões de km² estendendo-se desde a Tanzânia e a República Democrática do Congo a norte passando por Angola e Zâmbia a este até Malawi, Zimbabwé e Moçambique no extremo sul (Deweese, *et al.*, 2010). Em Moçambique, esta formação florestal ocupa cerca de 40% dos 34 milhões de hectares de florestas e é fundamental para a subsistência de milhões de pessoas, que dependem dessas florestas para obtenção de uma variedade de produtos florestais não-madeireiros (PFNM), como o mel, frutas, nozes, cogumelos e diversidade de plantas medicinais (Deweese, *et al.*, 2010).

O centro e norte de Moçambique oferecem condições ecológicas particularmente favoráveis para a prática da apicultura, sobretudo no que diz respeito à criação de abelhas melíferas (*Apis mellifera*). As florestas de Miombo, predominantes nessas regiões, são compostas por espécies arbóreas dos géneros *Julbernardia*, *Brachystegia* e *Isoberlinia*, que se destacam como importantes fontes de néctar durante os seus períodos de floração. Complementarmente, espécies pertencentes aos géneros *Parinari*, *Cryptosepalum*, *Guibourtia*, *Marquesia* e *Syzygium* contribuem para assegurar a disponibilidade de néctar nos intervalos entre a época de floração das espécies dominantes. Este contínuo fornecimento de recursos florais permite uma alimentação estável às abelhas ao longo do ano, favorecendo a produção de mel (Husselmann, 2008).

O principal produtor de mel é *Apis mellifera scutellata*, a variedade africana da abelha cultivada na Europa, Ásia e Américas (Ribeiro *et al.*, 2019). O mel do Miombo também pode ser colhido de uma variedade de abelhas sem ferrão, *Meliponini* e alguns deles criam colmeias em cavidades de árvores, mas outros criam colmeias penduradas em galhos de árvores ou no solo (Ribeiro *et al.*, 2019).

A produção tradicional de mel emerge como uma actividade profundamente enraizada nas culturas locais, desempenhando um papel significativo na subsistência, segurança alimentar e na economia das comunidades rurais em Moçambique (Munyuli, 2012). Conforme Berkes (2008), a apicultura tradicional é uma prática ancestral que desempenha um papel fundamental na vida e

na cultura das comunidades locais, fornecendo alimentos, medicamentos e outros recursos essenciais resultante da sua produção e comercialização.

No entanto, apesar da sua importância cultural e económica, a produção tradicional de mel também pode gerar impactos sobre as florestas de Miombo e sua biodiversidade, pois as práticas tradicionais de produção e colheita de mel envolvem frequentemente a morte de árvores, quer para aceder ao mel em colmeias selvagens de cavidades naturais, quer como resultado do descascamento de árvores para obtenção de materiais para a produção de colmeias. Estas práticas de colheita destrutivas podem comprometer a sustentabilidade da colheita de mel (Ntenga e Mugongo, 1991; Snook *et al.*, 2015; Ribeiro *et al.*, 2019).

Em parte, a remoção selectiva de árvores adultas na floresta apresenta um papel ecológico importante, pois cria pequenas clareiras na copa das árvores que favorece o crescimento de árvores jovens e estimula a regeneração natural de espécies heliófitas (Ribeiro *et al.*, 2002).

Por meio da avaliação dos impactos ecológicos dessas práticas, espera-se contribuir para o desenvolvimento de estratégias e práticas de manejo que promovam a coexistência harmoniosa entre a produção e colheita tradicional de mel com a conservação da biodiversidade local, a sustentabilidade ambiental e o bem-estar das comunidades locais em Macossa e em regiões similares.

1.2. Problema e justificação do estudo

A apicultura tradicional em Moçambique, com particular incidência no distrito de Macossa, constitui um paradoxo central para a conservação ambiental e o desenvolvimento rural. Se, por um lado, é uma actividade socioeconómica vital para a subsistência das comunidades locais (Bradbear, 2009), por outro, as suas práticas de manejo rudimentares podem representar uma ameaça séria à integridade ecológica das florestas de Miombo (Kajobe & Roubik, 2006).

Nas florestas de Miombo, a produção e colheita tradicional de mel em larga escala tem contribuído significativamente para a degradação florestal, devido ao abate excessivo de troncos e à remoção de casca de árvores de diversas espécies, especialmente dos géneros *Brachystegia* e

Julbernardia, para o fabrico de colmeias artesanais (Carroll, 2010), para além do uso frequente e por vezes descontrolado do fogo como método para afugentar as abelhas durante a extracção do mel (Mickels-Kokwe, 2006). Tais práticas, embora culturalmente aceites, carecem de estratégias de manejo eficazes, sob risco de comprometer a integridade ecológica dos ecossistemas, resultando na alteração da composição florística e na perda de biodiversidade e habitats silvestres (Carroll, 2010; Munthali & Mughogho, 2012).

O distrito de Macossa, possui uma cobertura florestal predominantemente do tipo Miombo, que sustenta uma elevada biodiversidade e provê serviços ecossistémicos essenciais às populações locais (MAE, 2014). Resultados obtidos por meio de detecção remota, conduzida pela Fundação MICAIA em 2023, confirmaram uma degradação substancial da cobertura florestal no distrito de Macossa, estimada em aproximadamente 13% ao longo dos últimos 10 anos (Kingman, 2024). As análises também indicaram projecções de agravamento desse cenário, impulsionado pela expansão da produção e comercialização do mel, motivada por factores como crescimento populacional, baixo nível de renda e pobreza.

Apesar do reconhecimento destes riscos, de forma ampla, em Moçambique não existem bases suficientes que permitam orientar uma apicultura tradicional sustentável a larga escala, visando a subsistência e fortalecimento das comunidades rurais. Existe uma notável carência de dados científicos que avaliem a escala e a magnitude real destes impactos no contexto específico das florestas nas condições agroecológicas do distrito de Macossa, e esta lacuna impede a formulação de estratégias de manejo eficazes, uma vez que as decisões de gestão dependem essencialmente de um diagnóstico ecológico e quantitativo *in situ*, que enfoque as áreas apícolas em termos das espécies arbóreas afectadas, assim como as alterações ao nível da composição e estrutura florestal.

Embora estudos em outras partes de Moçambique e de África tenham documentado os impactos da apicultura tradicional sobre as florestas (por exemplo Ribeiro *et al.*, 2019; Munthali & Mughogho, 2012; Carroll, 2010), a sua extrapolação directa para o contexto de Macossa é inadequada, sem uma validação a nível local.

A relevância desta investigação é reforçada pela sua integração directa no Projecto DARWIN (Evitar a degradação através da produção sustentável de mel no Miombo), coordenado pela Fundação MICAIA e implementado em parceria com a Faculdade de Agronomia e Engenharia Florestal da Universidade Eduardo Mondlane. Este projecto visa mitigar a degradação florestal através da capacitação de apicultores em práticas sustentáveis no distrito de Macossa. Contudo, o sucesso destas intervenções depende de um diagnóstico preciso, tornando necessária uma avaliação rigorosa do impacto ecológico das práticas actuais como ponto de partida.

O presente estudo visa suprir esta necessidade, fornecendo a linha de base científica indispensável para orientar as futuras acções de formação, e pretendendo assim contribuir para o alcance do equilíbrio entre a produção tradicional de mel e a conservação da biodiversidade, transformando a apicultura tradicional numa ferramenta estratégica de conservação comunitária.

1.3. Objectivos

1.3.1. Objectivo geral:

Avaliar o impacto ecológico da apicultura tradicional sobre a diversidade florística e a estrutura da floresta de Miombo nas comunidades de Catique Nzaia e Mussangadze, no distrito de Macossa, província de Manica.

1.3.2. Objectivos específicos:

- Identificar as espécies arbóreas exploradas pela apicultura tradicional na área de estudo;
- Caracterizar a estrutura horizontal e vertical da vegetação nas áreas sob influência da apicultura tradicional;
- Comparar a composição florística e a diversidade arbórea entre as áreas sob influência da apicultura tradicional;
- Avaliar o estado da regeneração natural das espécies arbóreas nas áreas sob influência da apicultura tradicional;
- Estimar a biomassa herbácea e analisar a sua correlação com a cobertura do dossel arbóreo nas áreas sob influência da apicultura tradicional.

1.3.3. Questões de estudo

Com base nos objectivos traçados, o presente estudo pretende responder às seguintes questões:

- Quais são as espécies arbóreas preferencialmente exploradas pela apicultura tradicional, qual o seu estado de conservação e padrão de distribuição na área de estudo?
- Em que medida as práticas de apicultura tradicional alteram a estrutura, a diversidade vegetal e a regeneração natural das florestas no distrito de Macossa?

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. Florestas de Miombo

A palavra “Miombo” provém de várias línguas faladas no centro da África e denota uma ou mais espécies dos géneros *Brachystegia*, *Julbernardia* e *Isoberlinia* (família Fabaceae e subfamília Caesalpinioideae) como sendo as mais abundantes da região. Existem 21 espécies de *Brachystegia* em Miombo e três espécies em cada um dos géneros relacionados (White, 1983).

2.1.1. Distribuição geográfica e climática das florestas de Miombo

A floresta de Miombo é a floresta tropical sazonal mais extensa na África Austral, e encontra-se amplamente distribuída em regiões entre 700 à 1400 mm de precipitação média anual e em solos pobres em nutrientes (White, 1983). As florestas de Miombo abrangem sete países, nomeadamente Tanzânia, RDC, Angola, Zâmbia, Malawi, Zimbabué e Moçambique, e apoiam mais de 65 milhões de pessoas (Ribeiro *et al.*, 2013). A distribuição eco-regional do Miombo no continente africano foi descrita por Timberlake & Chidumayo (2011) (Figura 1).

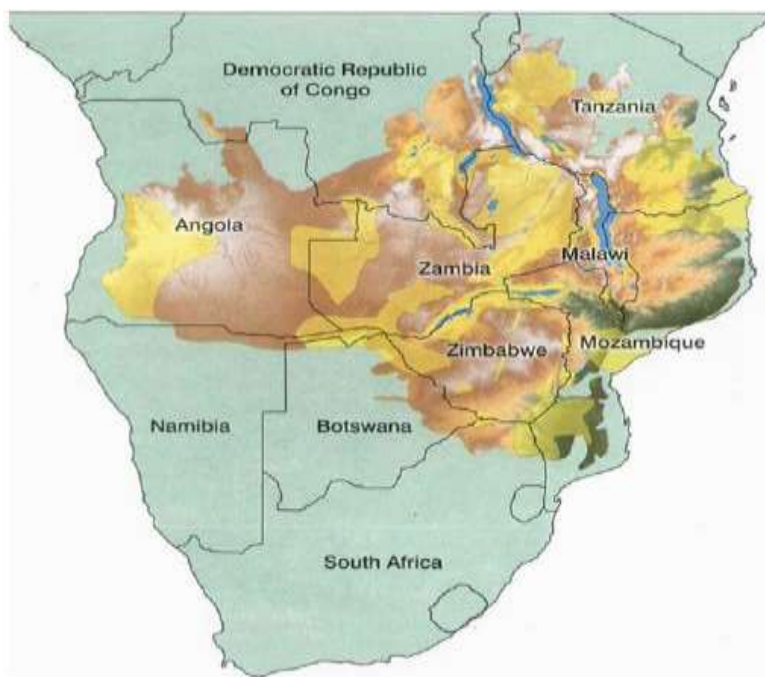


Figura 1: Distribuição geográfica das florestas de Miombo em África. Fonte: (Timberlake & Chidumayo, 2011).

2.1.2. Estrutura e Composição do Miombo

As florestas de Miombo são ecossistemas únicos e vitais na África Austral, caracterizadas por possuir uma vasta diversidade biológica que inclui cerca de 8500 espécies de plantas, 54% das quais endêmicas, com predominância dos géneros *Brachystegia*, *Julbernardia* e *Isoberlinia*, e uma população significativa de fauna, como por exemplo, elefantes (*Loxodonta africana*), rinoceronte (*Diceros bicornis*), leões (*Panthera leo*). Búfalos (*Syncerus caffer caffer*), leopardos (*Panthera pardus*), impalas (*Aepyceros melampus johnstoni*), zebras (*Equus burchellii*) e diversas espécies de aves (WWF, 2012).

A estrutura das florestas de Miombo é caracterizada por uma composição arbórea de copa aberta, com árvores que atingem alturas entre 10 e 20 metros, geralmente formando um dossel menos denso do que florestas tropicais fechadas (FAO, 2005). Essas árvores são adaptadas a condições de solo pobre e longos períodos de seca, além de estarem bem ajustadas à ocorrência de queimadas periódicas, e de acordo com Frost (2020), as florestas de Miombo possuem uma estrutura que reflecte sua adaptação ao regime de fogo sazonal, com uma densa camada de gramíneas no sub-bosque e árvores de casca grossa.

Silva (2022), destaca que a diversidade de espécies arbustivas e herbáceas nas florestas de Miombo contribui para a complexidade ecológica do ecossistema, fornecendo habitat para uma ampla gama de organismos e assegurando resiliência contra mudanças climáticas.

2.1.3 Divisão do Miombo

Baseado nos dados de precipitação, Ribeiro *et al.* (2002) classificam as florestas de Miombo em: Miombo seco e Miombo húmido. O Miombo húmido é mais frequente no oeste de Angola, norte de Zâmbia, sudoeste da Tanzânia e a zona central de Malawi, em áreas com precipitação média anual superior a 1000 mm. Esta subdivisão também ocorre em Moçambique, embora muito pouco frequente, pode ser encontrado em Gurué na província da Zambézia e em algumas províncias como Nampula e Cabo Delgado (Ribeiro *et al.*, 2002). Floristicamente é mais rico que o Miombo seco, e nele podem ser encontradas quase todas as espécies do Miombo. O Miombo seco ocorre no sul de Malawi, Zimbabwe e Moçambique, em áreas com uma precipitação média inferior a 1000 mm/ano, apresentando uma diversidade florística menor que o Miombo húmido.

2.1.4. Fenologia do Miombo

A maioria das espécies arbóreas dominantes e arbustivas de Miombo são decíduas, deixam cair as suas folhas durante a época seca (Julho a Agosto para Miombo seco e Agosto a Setembro para Miombo húmido) (Ribeiro *et al.*, 2002). Cerca de 91% das folhas caem durante o período seco (Maio a Outubro) para o Miombo seco comparativamente a 64% para o Miombo húmido (Ryan *et al.*, 2013).

A tendência de muitas espécies de Miombo retomar as folhas ao longo do período seco depende das suas habilidades em aceder à humidade no subsolo, pois, as espécies dominantes possuem raízes profundas. O aparecimento de novas folhas 4 a 8 semanas antes da chuva primaveril constitui uma das características principais de Miombo, com coloração vermelha atractiva de *Brachystegis spiciformis*. A floração para muitas espécies de Miombo ocorre na época quente, no início do período chuvoso (Setembro a Outubro), com excepção do género *Julbernardia* (Ex: Fevereiro a Abril para *Julbernardia paniculata* e Novembro a Abril para *Julbernardia globiflora*) (Campbell *et al.*, 1996; Ribeiro *et al.*, 2002).

2.2. Apicultura

2.2.1 Conceitos

De acordo com a FAO (2009), apicultura é a actividade de criação e manejo de abelhas do género *Apis* com o objectivo de obter produtos como mel, cera, própolis, geleia real e pólen de forma sustentável, além de promover serviços ecossistêmicos como a polinização, enquanto que para Nogueira & Couto (2006), a apicultura refere-se ao conjunto de técnicas aplicadas à criação racional de abelhas, utilizando colmeias móveis e práticas de manejo que respeitam o comportamento biológico das espécies.

Segundo Bradbear (2009), a apicultura tradicional refere-se a prática de manter abelhas com base em conhecimentos indígenas, métodos e recursos locais e nativos, normalmente sem o uso de colmeias padronizadas e modernas, sem manejo alimentar e nem controle de doenças, todavia Munthali & Mughogho (2012), ao estudar a apicultura tradicional no Malawi, definiram-na como uma criação extensiva de abelhas em colmeias fixas, feitas de casca, barro, fibras vegetais ou troncos ocos, geralmente suspensas em árvores, sem práticas modernas de extracção. Kasangaki

et al. (2016) destacam que a apicultura tradicional é muitas vezes praticada como actividade secundária e de subsistência, e está associada ao uso de fogo e ao corte de árvores, o que pode gerar impactos negativos sobre os ecossistemas locais.

2.2.2 Apicultura tradicional nas florestas de Miombo

A elevada abundância de espécies vegetais atractivas para as abelhas no Miombo tornam o ecossistema um dos maiores produtores de mel e cera de abelha em África (FAO, 2009). Os principais géneros de árvores produtoras de néctar incluem *Acacia*, *Brachystegia*, *Julbernardia*, *Isoberlinia*, *Syzygium* e *Combretum* (Clarke *et al.*, 1996).

Segundo Ribeiro *et al.* (2019), a colheita tradicional de mel em florestas de Miombo envolve duas técnicas principais, que são a apicultura e caça de mel em cavidades. O primeiro método envolve o uso da casca ou tronco para construção de colmeias através do descascamento e abate de árvores adultas, com um diâmetro médio à altura do peito > 20 cm, principalmente de *Julbernardia* e *Brachystegia* spp. (Figura 2), para fazer as colmeias (Snook *et al.*, 2015). Por sua vez, a caça ao mel em cavidades naturais não é selectiva em relação às espécies de árvores, mas requer a colheita de árvores adultas para aceder às cavidades de mel que têm geralmente 2–4 m de altura (Ribeiro *et al.*, 2019).

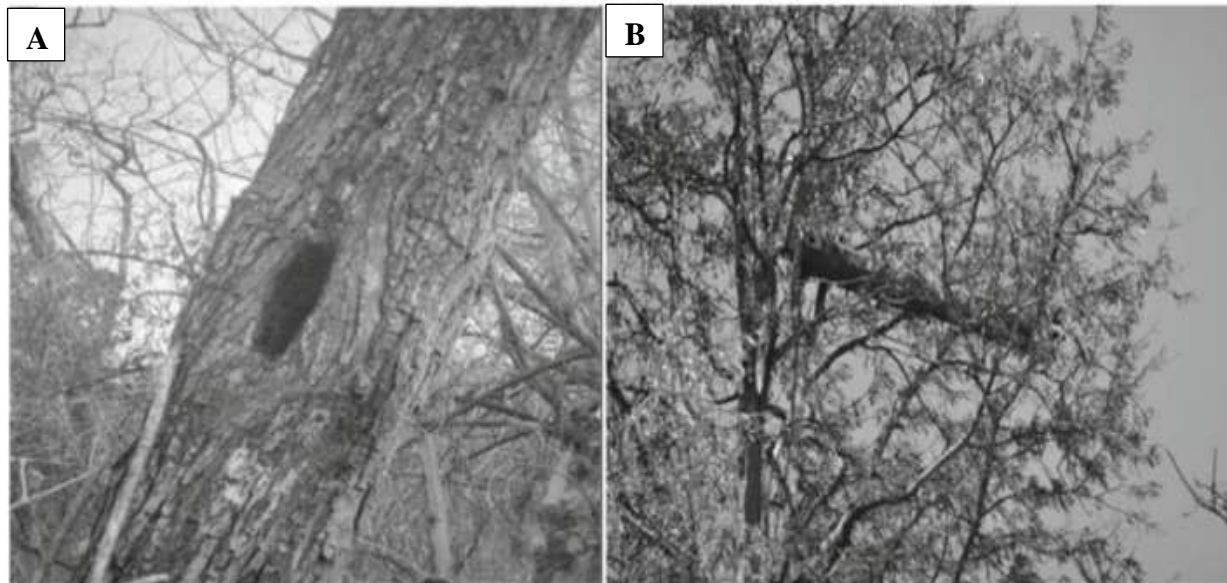


Figura 2: Cavidade de mel (A) e colmeia tradicional feita de *Julbernardia globiflora* (B) observadas na Reserva Nacional do Niassa, Moçambique. Fonte: (Ribeiro *et al.*, 2020)

Embora ambas as actividades impliquem a remoção de árvores adultas, ao contrário da apicultura, a caça ao mel destrói as colónias de abelhas (Illgner *et al.*, 1999). Tem havido uma preocupação geral de que a produção tradicional de mel contribua para a desflorestação, mas Clauss (1991), estimou que o número de árvores descascadas na província Noroeste da Zâmbia foi de 3 árvores/ano/km², para um recurso disponível de cerca de 224 árvores/km², concluindo que este tipo de apicultura era sustentável.

Segundo Ribeiro *et al.* (2019), o abate selectivo de árvores adultas cria pequenas lacunas na copa das árvores que favorece o crescimento de árvores mais jovens e estimula a regeneração natural de espécies heliófitas, como por exemplo a *Pterocarpus angolensis*.

Os incêndios florestais frequentes que acidentalmente começam quando as colmeias são fumadas para recolher mel acabam gerando danos ambientais significativos (Vermeulen, 1996). Snook *et al.* (2015) demonstraram evidências de ocorrência de incêndios frequentes em áreas intensamente exploradas por apicultores na Reserva Nacional do Niassa, norte de Moçambique.

Segundo Ribeiro *et al.* (2017) há também evidências de que os incêndios matam algumas abelhas e promovem condições de seca, o que compromete ainda mais as colónias de abelhas. No entanto, segundo Kajobe & Roubik (2006), a prática tradicional de apicultura pode ter impactos variados no ecossistema florestal, dependendo da intensidade e dos métodos utilizados.

2.2.3. Importância e caracterização da apicultura em Moçambique

A produção de mel em Moçambique tem se consolidado como uma das principais estratégias de diversificação de renda para as comunidades que dependem directamente de recursos florestais em zonas rurais (MADER, 2021). De acordo com dados do Ministério da Agricultura e Desenvolvimento Rural, só entre os anos 2018 a 2020 a produção nacional de mel atingiu aproximadamente 1.200 toneladas por ano, embora o potencial estimado do país ultrapasse as 20.000 toneladas anuais (MADER, 2021).

Na província de Manica esta actividade é particularmente relevante, e estudos indicam que a venda de produtos apícolas nesta província representa entre 20% a 50% do rendimento anual das

famílias envolvidas, servindo como uma rede de segurança financeira contra as variações na produção agrícola de subsistência e reduzindo a vulnerabilidade das famílias em épocas de estiagem prolongada (Sitoe *et al.*, 2020).

A produção apícola em Moçambique é fortemente dominada pelo sector familiar e pelo uso de técnicas tradicionais e rudimentares, como é o caso do uso do fogo para afugentar as abelhas na extracção do mel, técnica esta, que constitui um grande perigo para a vida dos apicultores, contribui na fraca produção e baixa qualidade do mel, para além de contribuir grandemente para a degradação florestal (Wilssone, 2020). Embora o país tenha um elevado potencial apícola, a fraca produção local, associada a baixa qualidade do mel fazem com que o produto não tenha acesso aos mercados formais o que iria contribuir para a melhoria da renda dos apicultores (MAE, 2011).

Estima-se que mais de 70% dos apicultores moçambicanos utilizam colmeias rudimentares feitas com base em cascas de árvore ou de troncos escavados, as quais, embora tenham baixos custos de produção, apresentam produtividades médias reduzidas (cerca de 5 a 10 kg/colmeia/ano) quando comparadas com as colmeias modernas ou convencionais do tipo Langstroth por exemplo, que podem produzir até 25 kg/ano (Bila & Mondlane, 2019).

Segundo Mussa (2024), a produção e o consumo de mel é de extrema importância, pois, além dos benefícios que este produto oferece à saúde, a prática da apicultura é uma actividade sustentável e de grande importância económica, gerando fonte de renda as famílias envolvidas e contribuindo para o enriquecimento da agricultura através da polinização.

De acordo com Klein *et al.* (2007), a apicultura pode incentivar a preservação de áreas florestais, pois as abelhas dependem de uma variedade de plantas para colectar néctar e pólen, promovendo a polinização de espécies vegetais, podendo assim contribuir para a manutenção e aumento da diversidade vegetal, incluindo espécies de Miombo. Munyuli (2012), refere que quando praticada de forma sustentável, a apicultura tradicional pode incentivar o manejo responsável das florestas, evitando o desmatamento excessivo e promovendo a conservação da biodiversidade e dos ecossistemas naturais.

2.2.4. Potenciais impactos negativos da apicultura tradicional

i. Dano à estrutura da árvore e vulnerabilidade a infecções

Klein *et al.* (2020), destacam que a remoção da casca compromete a protecção natural da árvore, facilitando a entrada de patógenos, fungos e insectos que podem assim causar doenças e enfraquecer a planta.

ii. Interferência na circulação de seiva e risco de morte da árvore

Segundo Silva *et al.* (2021), a casca é fundamental para o transporte de seiva e nutrientes e a sua retirada pode interromper esse fluxo comprometendo a integridade estrutural da árvore, causando e redução do crescimento e, em casos extremos, levando à morte da planta.

iii. Perda de biodiversidade

Ribeiro *et al.* (2019) destacam que o uso de fogo e a extracção descontrolada de mel podem causar perdas na biodiversidade local, destruindo habitats para insectos polinizadores e outros organismos associados às árvores de Miombo.

iv. Redução da regeneração florestal

De acordo com Silva (2023), a dependência de árvores de espécies específicas para produção e instalação de colmeias tradicionais pode impactar a regeneração florestal, visto que árvores como *Brachystegia spiciformis* e *Julbernardia globiflora* são frequentemente danificadas durante a extracção do mel, impactando a sua estrutura, comprometendo a sua regeneração e ameaçando a estabilidade do ecossistema.

v. Alteração de ciclos ecológicos

O papel das abelhas como polinizadoras é fundamental para a manutenção da biodiversidade, portanto interromper esses ciclos ecológicos pode reduzir a produção de frutos e sementes de várias espécies, afectando não apenas as plantas, mas também a fauna que delas depende (Chidumayo & Gumbo, 2022). E alguns estudos dos mesmos autores reforçam que a diminuição das populações de abelhas devido à apicultura tradicional pode prejudicar a dinâmica reprodutiva das florestas de Miombo.

2.3. Práticas de apicultura sustentável

Para mitigar os impactos negativos da apicultura tradicional e promover a sustentabilidade nas florestas, Silva (2022) defende a necessidade de implementação de práticas de manejo sustentável, tais como a adoção de colmeias modernas que não dependem do uso de fogo e a aplicação de técnicas de colheita que preservem os habitats naturais das abelhas. O mesmo autor observou que a introdução de colmeias modernas em algumas comunidades resultou em um aumento significativo da produtividade de mel e na redução dos impactos ambientais.

Snook *et al.* (2015), defende a necessidade de garantir a formação de apicultores líderes, que são indivíduos com experiência e conhecimentos reconhecidos na prática da apicultura, que geralmente desempenham um papel central no desenvolvimento e promoção de práticas sustentáveis a nível local. De acordo com a FAO (2009), é crucial garantir o envolvimento das comunidades locais na gestão dos recursos naturais e na conservação das florestas para garantir que os benefícios da apicultura sejam equilibrados com a protecção ambiental.

Vários estudos têm explorado os impactos da apicultura em diferentes contextos ecológicos e socioeconómicos, por exemplo, uma pesquisa conduzida por Munthali e Mughogho (1992), destacou a importância da apicultura tradicional para a subsistência em Malawi, enquanto Kajobe e Roubik (2006) examinaram os impactos da apicultura na polinização de plantas na Uganda. Esses estudos forneceram informações valiosas sobre como equilibrar a produção de mel com a conservação da biodiversidade, oferecendo diretrizes que podem ser adaptadas ao contexto específico das florestas em Moçambique, porém com uma validação prévia.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.1. Descrição da área de estudo

3.1.1. Localização geográfica

O distrito de Macossa está localizado na província de Manica, centro de Moçambique. O distrito está situado a nordeste da província de Manica, tendo como limites a norte os distritos de Tambara e Guro, a leste os distritos da Gorongosa e Maringué da província de Sofala, a sul o rio Pungué, que o separa do distrito de Gondola e a Oeste confina com o distrito do Barué (MAE, 2014).

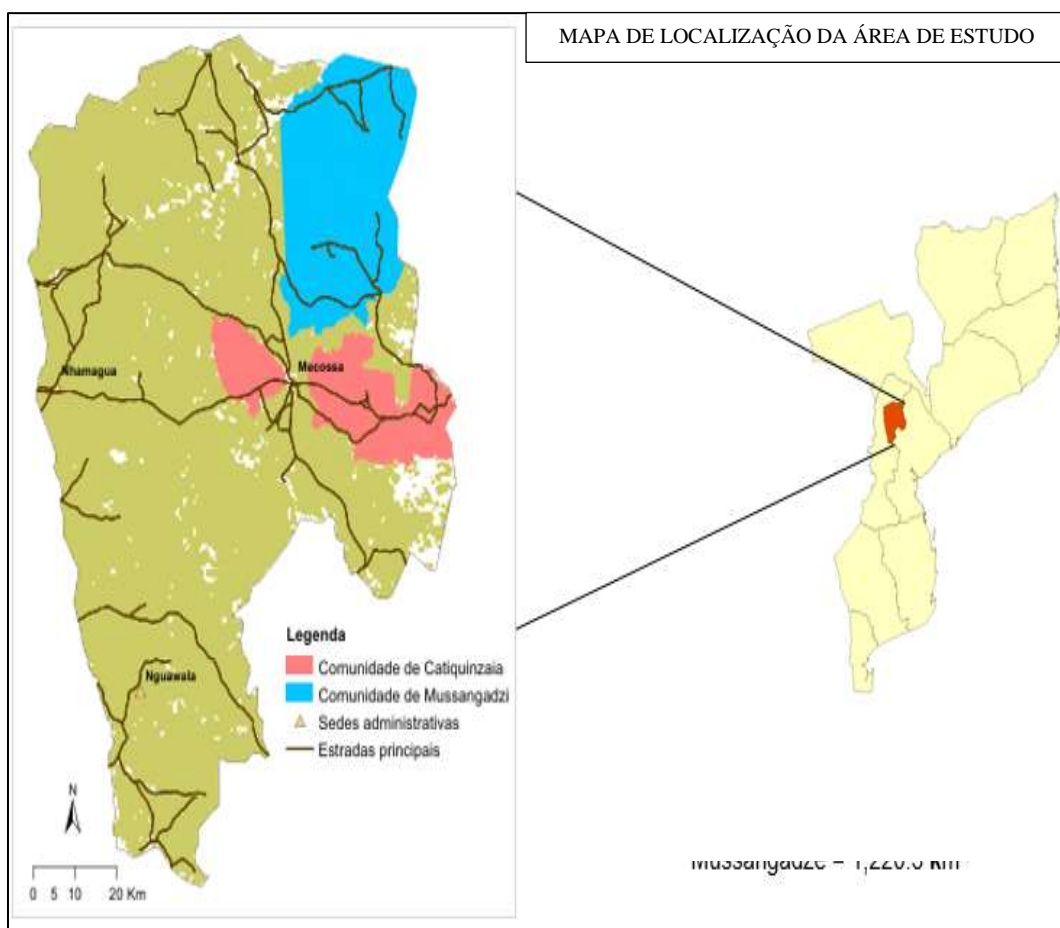


Figura 3: Mapa de localização do distrito de Macossa. Fonte: (Projecto DARWIN)

Macossa ocupa uma superfície de aproximadamente 9595 km², está situado à uma altitude média de cerca de 600 metros acima do nível do mar e possui uma população predominantemente rural com cerca de 38 mil habitantes (MAE, 2014).

3.1.2. Clima, solos e hidrologia

O clima do distrito de Macossa é do tipo sub-húmido seco em geral, sendo a precipitação média anual de 800 a 1000 mm, com um período húmido curto a moderado, variando de 4 a 5 meses (Dezembro a Março), e um período seco longo (Maio a Novembro), podendo atingir os 7 meses (MAE, 2014). O distrito de Macossa possui uma diversidade de solos, com predominância de três tipos de solos: solos areno-argilosos férteis e a hidrologia do distrito é influenciada principalmente pelo rio Búzi, que corta a região, porém além deste existem também alguns rios menores e riachos que contribuem para o sistema hidrográfico local, caracterizado maioritariamente por rios periódicos, destacando-se: Rio dos Elefantes, Mussangadze, Mucombedze, Morodze, Nhaloiru. Os rios Phandira, Chiwawa e Púngué são de regime permanente e urante a estação chuvosa, esses cursos de água podem aumentar significativamente seu volume de água, levando a inundações temporárias em algumas áreas baixas (MAE, 2014).

3.1.3. Flora e fauna

O distrito apresenta uma vegetação diversificada, com predominância de savanas arborizadas do tipo Miombo. Além das savanas, também podem ser encontradas áreas de vegetação ribeirinha ao longo dos rios e riachos, bem como pequenas áreas de floresta densa em vales e encostas mais húmidas (MAE, 2014). Em termos de fauna o distrito abriga uma rica diversidade, que inclui uma variedade de mamíferos, aves, répteis e outros animais. Essa diversidade de fauna bravia é um reflexo da variedade de habitats presentes no distrito de Macossa, que incluem savanas, florestas ribeirinhas e áreas húmidas sazonais. Como áreas destinadas a caça desportiva e a gestão sustentável dos recursos faunísticos no distrito pode-se referenciar a existência de coutadas, 9 e 13 e existência de algumas fazendas do bravio (MAE, 2014).

3.1.4. Socioeconomia

Este distrito possui potencialidades agrárias, cuja exploração domina a actividade económica das famílias. Dos 959 mil hectares da superfície do distrito, estima-se em 450 mil hectares o potencial de terra arável. O distrito apresenta uma economia baseada principalmente na agricultura de subsistência, apicultura e pecuária e por ser um distrito fracamente povoado (com cerca de 38 mil habitantes), não há registos de conflitos sérios ligados à posse e acesso à terra. (MAE, 2014).

O recurso natural mais importante do distrito é a floresta e fauna, destacando-se as essências nativas produtoras de madeira de alto valor no mercado nacional e internacional nomeadamente, Panga-panga, Umbila, Chanfuta, Pau-preto, Messassa e várias outras. É de referir que 69% da população vive dentro de áreas de conservação (coutadas 9 e 13), as quais ocupam cerca de 72% da área do distrito. É nestas áreas onde a população encontra grande parte dos seus meios de subsistência, nelas desenvolvendo a agricultura, produção de mel, extracção de lenha e de material de construção, produção de carvão vegetal e outras (MAE, 2014).

No entanto, o distrito enfrenta desafios socioeconómicos, que incluem a pobreza, acesso limitado a serviços básicos e infraestruturas precárias. O distrito também foi afectado pelo conflito armado no passado, contribuindo para instabilidade social. Apesar desses desafios, há potencial para desenvolvimento económico por meio de iniciativas de agricultura sustentável e programas de desenvolvimento comunitário (MAE, 2014).

3.2. Colecta de dados

3.2.1. Procedimento de amostragem

Para o alcance dos objectivos traçados foi realizado um levantamento ecológico em duas etapas: ao final da estação seca (Setembro de 2024) e ao final da estação húmida (Abril de 2025), especificamente nas comunidades de Catique Nzaia e Mussangadze, distrito de Macossa. Estas comunidades foram seleccionadas por apresentarem uma actividade apícola predominante, conforme evidenciado pela abundância de colmeias tradicionais registada num inquérito socioeconómico do Projecto DARWIN em 2023.

Porém, previamente a esse levantamento, realizou-se uma auscultação aos apicultores locais e alguns membros do Comité de Gestão de Recursos Naturais (CGRN) das comunidades em que o estudo foi realizado. Esta etapa complementar foi fundamental para identificar as espécies arbóreas preferenciais utilizadas na produção de colmeias tradicionais e compreender a dinâmica da actividade na região. A integração do conhecimento local serviu de base orientadora para o levantamento ecológico, permitindo uma selecção mais assertiva das áreas de amostragem e conferindo maior robustez à interpretação dos dados quantitativos obtidos no campo. Esta

abordagem não constituiu o foco metodológico do estudo, por isso os detalhes inerentes a sua realização não foram descritos ao longo da metodologia.

Para o levantamento ecológico, com base numa amostragem aleatória, foram estabelecidas um total de 84 parcelas circulares de 30 m de raio (correspondentes a 60 m de diâmetro e 0,28 ha) (Figura 4), sendo 46 parcelas estabelecidas na comunidade de Mussangadze e 38 parcelas em Catique Nzaia (a distribuição das parcelas está apresentada no Anexo 2A). O ponto central para marcação de cada parcela foi definido com base nos indivíduos arbóreos das espécies alvo que são comumente utilizadas para o fabrico do tipo específico de colmeia tradicional, seja de tronco (resultante do abate) ou de casca (resultante do descascamento), e visto que estas árvores encontravam-se dispersas na área de estudo, foi utilizado o método de amostragem adaptativa ajustados à realidade de campo para garantir uma amostragem representativa da área.

A distribuição das parcelas foi feita obedecendo um critério de emparelhamento, em que as parcelas foram alocadas em áreas com árvores descascadas ou abatidas para produção de colmeias de casca ou tronco (áreas de apicultura) e áreas conservadas com árvores vivas/intactas de espécies comumente usadas na produção de colmeias (áreas controle) (Anexo 2A). A demarcação das parcelas foi feita obedecendo uma distância mínima de 200 m uma da outra, na orientação norte-sul, com auxílio de uma bússola e um hipsómetro Vertex-4, seguindo o critério de emparelhamento pré-estabelecido.

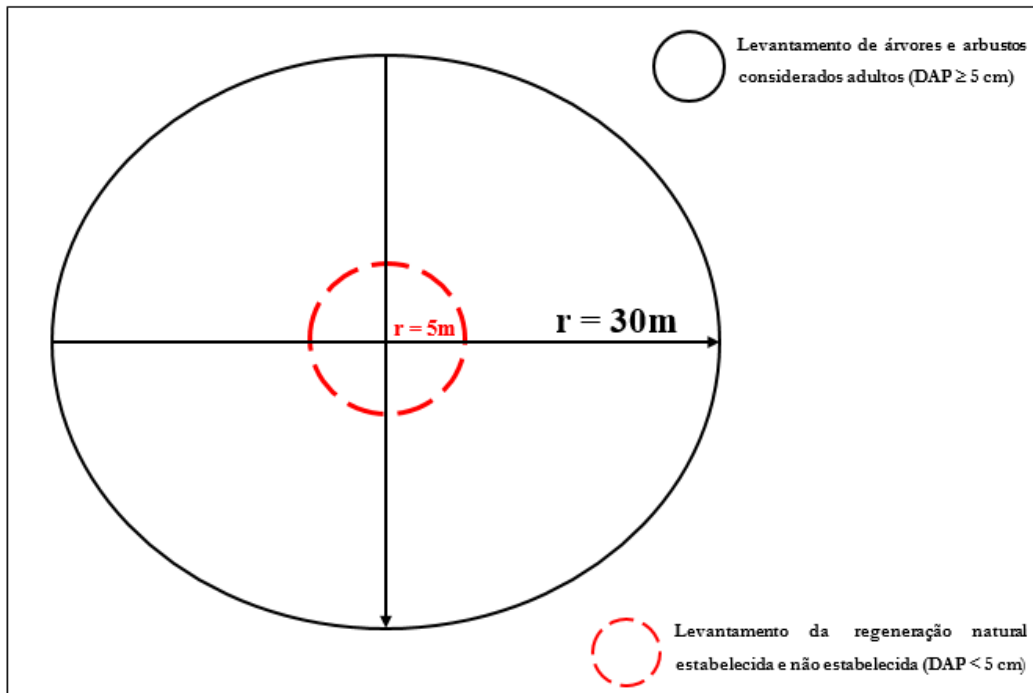


Figura 4: Esboço da parcela e sub-parcela para a colecta de dados. As setas diagonais representam o desenho para medição de altura da vegetação herbácea/graminal e cobertura do dossel florestal.

3.2.2. Levantamento de dados

i. Árvores adultas (DAP ≥ 5 cm)

O levantamento florístico e fitossociológico foi realizado nas parcelas circulares de 30 m de raio, em que foram medidos todos os indivíduos com o DAP ≥ 5 cm, com auxílio de uma suta e fita diamétrica (Sonto, 2020). O diâmetro à altura do peito (DAP) é uma variável dendrométrica fundamental e frequentemente levantada em estudos ecológicos, e define-se como o diâmetro do tronco da árvore medido a uma altura padronizada de 1,3 m acima do nível do solo (Soares *et al.*, 2012). A altura total das árvores individuais foi medida com auxílio de uma estaca graduada e hipsómetro para todos os indivíduos dentro da parcela (Anexo 2B).

Para cada indivíduo com DAP ≥ 5 cm, foi avaliado o estado sanitário das árvores (ES). Para o ES foram consideradas as seguintes classes: (i) árvore morta (em pé ou tombada) por diversas causas, (ii) árvore danificada por acção humana (extração da casca para fabrico de colmeias e outros usos), com fracas possibilidades de recuperação, (iii) árvore danificada por efeito de

relâmpago ou outra causa natural, com possibilidade de recuperação e (iv) árvore completamente sã.

Cada indivíduo inventariado na parcela foi identificado pelo seu nome vernacular ou local com o auxílio de um guia local ou pisteiro, e o nome científico com o auxílio de um botânico. Foram também colectadas espécimes de espécies não identificadas nas parcelas, para posterior identificação no herbário da UEM.

ii. Regeneração natural arbórea (DAP < 5 cm)

Nas sub-parcelas de 5 m de raio (correspondente a 10 m de diâmetro) (Figura 4) foram avaliados todos indivíduos considerados como regeneração natural arbórea, com um DAP < 5 cm, sendo que os indivíduos com altura total (HT) ≥ 1 m foram considerados regenerantes estabelecidos e os com altura total (HT) < 1 m foram considerados como regenerantes não estabelecidos. Para todos indivíduos identificou-se o nome científico das espécies, contou-se os indivíduos por espécie e registou-se o número de plantas mortas e causas da morte (Anexo 2C).

iii. Cobertura graminal e do dossel florestal

Para o levantamento da componente herbácea e graminal, foi utilizado o disco medidor de pasto (DPM), que consiste numa haste metálica graduada, que corre num disco de alumínio que é colocado solto sobre a vegetação do estrato herbáceo (Sonto, 2020). Este instrumento foi utilizado de modo a evitar a remoção física de material herbáceo. A medição da densidade da cobertura do dossel florestal foi feita utilizando um densiómetro esférico.

Para isso, em cada parcela circular de 30 m de raio, foram realizadas 50 leituras em cada diagonal (ver esquema na Figura 4). Estas leituras foram realizadas em pontos equidistantes a fim de garantir representatividade durante a medição, resultando em 100 leituras para cada parcela (Anexo 2D).

3.3. Processamento e análise de dados

3.3.1. Suficiência amostral

A suficiência amostral é um indicador estatístico e quantitativo que informa se a amostra utilizada foi suficiente para representar a diversidade da comunidade vegetal em estudo (Mueller-Dombois & Ellenberg, 1974). Para avaliar a representatividade do esforço de amostragem e comparar a riqueza e diversidade de espécies das áreas de produção tradicional de mel foram geradas curvas de rarefação com auxílio do pacote iNext (Chao *et al.*, 2014).

3.3.2. Composição florística

O levantamento da composição florística constitui um dos passos iniciais para a caracterização florestal duma determinada área e, implica a produção de uma lista de espécies vegetais presentes (Filho, 2014). A composição florística é avaliada através da riqueza e diversidade por meio dos índices de diversidades de espécies e, para efeitos de comparação da semelhança entre as comunidades, usa-se o índice de similaridade de espécies (Filho, 2014).

A riqueza representa o número total de espécies numa dada área geográfica e determinado tempo, descreve a frequência da mesma, não sendo robusta acerca dos padrões espaciais de distribuição das espécies na comunidade florestal (Guedes, 2004).

a) Diversidade e similaridade de espécies

Os índices de diversidade de espécie são parâmetros que avaliam a diversidade e o estado do ecossistema, e resultam das diversas combinações entre a riqueza e uniformidades das espécies (equitabilidade), sendo aplicados para efeitos de comparações (Ribeiro *et al.*, 2002; Melo, 2008). Existem muitos índices de diversidade, sendo o índice de diversidade de *Shannon-Wiener*, o mais usado em estudos de ecologia (Chaves *et al.*, 2013). O cálculo dos índices que se seguem (Equação 1; 2 e 3) foi efectuado com auxílio do pacote Microsoft Office Excel 2016, usando as funcionalidades das planilhas eletrónicas para organizar os dados e aplicar as suas respectivas fórmulas.

i. Índice de *Shannon-Wiener* (H')

O índice de *Shannon-Wiener* (H') é um índice que expressa a riqueza florística de uma amostra ou comunidade e, fornece uma ideia do grau de incerteza em prever a qual espécie pertenceria um indivíduo retirado aleatoriamente da população. A fórmula é a seguinte:

$$H' = - \sum_{i=1}^s p_i \ln(p_i) \quad (1)$$

Onde:

p_i = proporção do número total de indivíduos a que pertence a espécie i ($p_i = n_i/N$).

n_i = número total de indivíduos que pertencem à espécie i .

N = número total de indivíduos na área.

Os valores do índice de H' variam de 1,5 a 3,5 (excedendo os 4,5 em casos excepcionais), onde quanto maior for o valor de H' , maior será a diversidade florística da área de estudo (Chave *et al.*, 2013). Este índice atribui um peso maior às espécies raras e, atinge seu valor máximo quando todas as espécies se encontram regularmente distribuídas (Freitas e Magalhães, 2012). Este índice baseia-se na abundância proporcional das espécies e considera uma amostragem ao acaso das amostras duma população infinita (Durigan, 1999).

ii. Índice de *Simpson* (D)

Uramoto *et al.* (2005) define índice de *Simpson* (D) como um índice de dominância que reflecte a probabilidade de dois indivíduos escolhidos ao acaso na comunidade pertencerem à mesma espécie, e refere que com base neste índice, considera-se uma comunidade vegetal diversa se tiver um valor acima de 0,5.

$$D = 1 - \sum_{i=1}^s p_i^2 \quad (2)$$

Onde:

1 = constante usada para converter o índice de Dominância de *Simpson* (D) em um índice de diversidade.

p_i = proporção do número total de indivíduos a que pertence a espécie i ($p_i = n_i/N$).

iii. Índice de similaridade de *Jaccard* (J)

O índice de similaridade de *Jaccard* (J) constitui uma expressão matemática utilizada para comparar duas ou mais comunidades vegetais, indicando o grau de semelhança entre elas em termos florísticos em diferentes períodos de tempo, relacionando o número de espécies comuns com o número total de espécies encontradas nas duas amostras que se comparam. (Vaccaro, 1997; Guedes, 2004). A similaridade das comunidades pode ser calculada através de diversos índices, sendo o índice de similaridade *Jaccard* o que foi usado para este estudo, através da seguinte fórmula:

$$J = \frac{c}{a+b+c} \quad (3)$$

Onde:

a= número de espécies exclusivas da comunidade a

b= número de espécies exclusivas da comunidade b

c= número de espécies comuns nas duas comunidades

O índice de Similaridade de *Jaccard* (J) baseia-se na presença e ausência de espécies, e seus valores variam de 0 (espécies completamente distintas) a 1 (espécies completamente comuns) (Durigan, 1999; Filho, 2014).

iv. Similaridade e ordenação na composição de espécies entre as áreas

Foi feita uma análise de escala multidimensional não métrica (NMDS) para determinar os padrões de similaridade ou dissimilaridade da composição de espécies para as áreas de apicultura tradicional, usando o índice de similaridade de *Bray-Curtis* com auxílio do software R Studio (versão 4.3). A adequabilidade do gráfico de ordenação foi medida pelo valor do Stress, em que valores de Stress inferiores a 0,05 representam um ajustamento perfeito entre as distâncias reais e as distâncias nos eixos, superiores a 0,2 são críticos, devendo ser usada alguma cautela na interpretação dos resultados, enquanto os valores superiores a 0,3 não podem ser interpretados (Clarke, 2005).

O teste de similaridade (ANOSIM) foi usado para avaliar as diferenças na composição de espécies entre os grupos, através do valor R que foi analisado pelas seguintes escalas:

- $0,75 < R < 1$: Altamente diferente
- $0,5 < R < 0,75$: Diferente
- $0,25 < R < 0,5$: Diferente com alguma sobreposição
- $0,1 < R < 0,25$: Semelhante com algumas diferenças (ou alta sobreposição)
- $R < 0,1$: Semelhante

3.3.3. Estrutura florestal

3.3.3.1. Estrutura horizontal

A estrutura horizontal quantifica a participação e distribuição espacial de cada espécie em relação às outras numa determinada área. A estrutura horizontal é avaliada através da abundância, dominância, frequência, índice de valor de importância e distribuição diamétrica (Lamprecht, 1990). A partir dos dados colhidos no campo, foram determinados os seguintes parâmetros:

a) Densidade/Abundância

Segundo Guedes (2004), a abundância avalia a participação das espécies de uma comunidade numa determinada área geográfica, e pode ser expressa em termos absolutos ou relativos. Chave *et al.* (2013) aponta que a abundância absoluta representa o número médio de árvores de uma determinada espécie, por unidade de área (hectares), como se pode observar pela equação 4 proposta por Guedes (2004), e abundância relativa como o número de indivíduos de uma determinada espécie em relação ao total de indivíduos amostrados, e expressa-se em percentagem considerando o número total de árvores igual a 100 %. Estes indicadores foram determinados a partir da equação 4 e 5 para a abundância absoluta e relativa, respectivamente:

$$\text{Abi}_{\text{abs.}} = \frac{ni}{ha} \quad (4)$$

$$\text{Abi}_{\text{rel.}} (\%) = \frac{\frac{ni}{ha}}{\frac{N}{ha}} * 100 \quad (5)$$

Onde:

Abi_{abs.} – abundância absoluta (N/ha)

Abi_{rel.} – abundância relativa (%)

ni/ha – número de indivíduos da espécie *i* por unidade de área

N/ha – número total de indivíduos de todas espécies por unidade de área

b) Dominância

Chaves *et al.* (2013) definem a dominância como a taxa de ocupação do ambiente pelos indivíduos de uma espécie. Os mesmos autores acrescentam, para comunidades florestais, a dominância geralmente é obtida através da área basal que expressa quantos metros quadrados a espécie ocupa numa unidade de área.

Os valores individuais de área basal (g_i) podem ser calculados a partir do perímetro ou do diâmetro, mas para este trabalho foi por diâmetro. A dominância pode ser expressa em termos absolutos ou relativos. Chaves *et al.* (2013) afirmam que a dominância absoluta resulta do somatório da área basal dos indivíduos pertencentes a uma determinada espécie (equação 6), enquanto, que a relativa representa a relação entre a área basal total de uma espécie e a área basal total de todas as espécies amostradas (equação 7) .

$$D_{\text{abs}} = \frac{g_i}{ha} \quad (6)$$

$$D_{\text{rel}} = \frac{\frac{g_i}{ha}}{\frac{G}{ha}} * 100 \quad (7)$$

Onde:

D_{abs} = dominância absoluta (m²/ha)

D_{rel} = dominância relativa (%)

g_i/ha = área basal da espécie i por unidade de área (m²/ha)

G/ha = área basal de todas as espécies por unidade de área (m²/ha).

c) Frequência

A frequência mede a presença ou ausência de uma espécie nas diversas parcelas alocadas em determinada área e, constitui a primeira expressão aproximada da homogeneidade de uma floresta, indicando a regularidade da distribuição horizontal de cada espécie sobre a área (Vaccaro, 1997; Lamprecht, 1990).

A frequência é determinada através do simples controlo da presença ou ausência da espécie em uma série de amostras de tamanho uniforme, independentemente do número de indivíduos. A frequência é expressa em termos absolutos (equação 8) e relativos (equação 9). Os valores da frequência relativa variam 0-100%, sendo que valores altos (61-100%) indicam uma composição florística homogénea e, valores baixos (1-40%) indicam alta heterogeneidade florística (Ribeiro *et al.*, 2002).

$$F_{\text{abs}} = \frac{ni}{N} \quad (8)$$

$$F_{\text{rel}} = \frac{F_{\text{abs}}}{\sum F_{\text{abs}}} \quad (9)$$

Onde:

F_{abs} – frequência absoluta

F_{rel} – frequência relativa (%)

ni – número de parcelas onde ocorreu a espécie i (n)

N – número total de parcelas da amostra (N)

d) Índice de valor de importância (IVI)

Segundo Lamprecht (1990), este índice indica os “pesos ecológicos” das espécies dentro de um determinado tipo florestal, indicando a diferença ou semelhança entre povoamentos quanto a estrutura e composição, características do sítio e a dinâmica dos povoamentos. É dado pelo somatório dos parâmetros de frequência relativa, densidade/abundância relativa e dominância relativa de uma determinada espécie. A equação 10 serviu de base para o cálculo do IVI neste estudo:

$$IVI = Ab_{\text{rel}} + D_{\text{rel}} + F_{\text{rel}} \quad (10)$$

Onde:

IVI = Índice de valor de importância (%)

Ab_{rel} = abundância relativa (%)

D_{rel} = dominância relativa (%)

F_{rel} = frequência relativa (%)

e) Distribuição diamétrica

A distribuição diamétrica corresponde à distribuição do número de árvores por unidade de área por classe de diâmetro (tamanho), e essa distribuição por classe de tamanho é um parâmetro utilizado para caracterizar tipos florestais, estágios sucessionais, estado de conservação, regimes de manejo, processos de dinâmica, crescimento e produção e grupos ecológicos de espécies (Lima e Leão, 2013).

As distribuições diamétricas podem ser dos tipos: uni-modal, multi-modal, normal e decrescente (J-invertido), sendo o modelo decrescente (maior quantidade de indivíduos nas classes de tamanhos menores, decrescendo com aumento das classes) o característico de florestas naturais multiâneas (Longhi, 1980). Uma distribuição decrescente quando comparado com a uni-modal e multimodal garante a perpetuação da floresta com o tempo.

Com base nos dados de DAP foram elaborados histogramas das classes diamétricas no pacote Microsoft Office Excel 2016, para facilitar a análise da distribuição diamétrica das comunidades, permitindo assim visualizar a frequência dos indivíduos em diferentes classes de diâmetro, comparar e interpretar os padrões de recrutamento e mortalidade dessas áreas.

Para avaliar o nível de distúrbio nas classes diamétricas, foi calculado o Coeficiente de *Liocourt* (q), que expressa a relação entre o número de árvores em classes diamétricas sucessivas, e é um importante indicador da estrutura de uma floresta e de sua dinâmica populacional. O cálculo foi efectuado no pacote Excel 2016, onde os dados de frequência de árvores por classe diamétrica foram organizados e a relação " q " foi determinada para cada intervalo através da fórmula a seguir:

$$q = \frac{N_i}{N_{i+1}} \quad (11)$$

Onde:

q = Coeficiente de *Liocourt*

N_i = Numero de individuos na classe diametrica "i"

N_{i+1} = Numero de individuos na classe diametrica subsequente "i+1"

A interpretação do coeficiente de *Liocourt* é crucial para inferir sobre o estado de equilíbrio da floresta. Um valor de "q" constante ao longo das classes diamétricas pode indicar uma floresta em equilíbrio dinâmico com regeneração contínua, enquanto flutuações podem sugerir distúrbios passados ou pressões ambientais actuais (Montgomery, 2017).

Para uma análise mais robusta do coeficiente de *Liocourt* e para comparação das distribuições diamétricas entre diferentes áreas, foram calculados parâmetros da estatística descritiva (média e coeficiente de variação), para avaliar a variabilidade e comportamento do coeficiente "q" entre as classes de diâmetro e inferir com certeza sobre o grau de saúde ou distúrbio dessas florestas. (Montgomery, 2017).

3.3.3.2. Estrutura vertical

A estrutura vertical da floresta foi analisada com auxílio do pacote Microsoft Office Excel 2016, através da estratificação dos indivíduos arbóreos ($DAP \geq 5$ cm) em classes de altura, seguindo a metodologia adaptada para florestas de Miombo em Moçambique (Massango *et al.*, 2020; Ribeiro *et al.*, 2013), a vegetação foi classificada em três estratos verticais, definidos da seguinte forma:

- Estrato Inferior (EI): Indivíduos com altura total $5 \text{ m} \leq HT < 8 \text{ m}$. Este estrato compreende a regeneração jovem e espécies de sub-bosque tolerantes à sombra.
- Estrato Médio (EM): Indivíduos com altura total $8 \text{ m} \leq HT < 12 \text{ m}$. Este estrato representa as árvores que compõem o dossel contínuo da floresta.
- Estrato Superior (ES): Indivíduos com altura total $HT \geq 12 \text{ m}$. Estrato constituído pelas árvores emergentes e dominantes do dossel superior.

A análise comparativa foi realizada calculando a percentagem de indivíduos em cada estrato para as áreas controle e áreas de apicultura tradicional. A estratificação vertical é um indicador crucial da complexidade estrutural e do estado de conservação da floresta, e este método permitiu inferir sobre o impacto do abate e descascamento selectivo de árvores adultas na distribuição vertical.

3.3.4. Regeneração natural arbórea

Os dados de regeneração natural foram organizados e analisados no pacote Excel 2016, através do cálculo da densidade de indivíduos por espécie, o que permitiu identificar as espécies que estão se estabelecendo com maior sucesso no sub-boque das áreas de apicultura.

Para análise e comparação da mortalidade na regeneração de indivíduos nessas áreas, foi calculada a mortalidade (equação 12) que serviu como um indicador dos desafios enfrentados pelos regenerantes durante o processo do seu estabelecimento.

$$M = \frac{ni}{N} * 100\% \quad (12)$$

Onde:

M = mortalidade (%)

ni = número de regenerantes mortos

N = número total de regenerantes

Essas análises foram cruciais para entender a dinâmica de sucessão ecológica e a capacidade de resiliência da floresta frente a distúrbios causados pelo fogo e outros factores. Segundo Camara *et al.* (2024), ao relacionar os dados da regeneração natural com a estrutura da vegetação adulta, é possível inferir sobre o futuro da composição florística e a sustentabilidade do ecossistema a médio e longo prazo.

3.3.5. Estimativa da biomassa herbácea e análise da cobertura do dossel florestal

A estimativa da carga de biomassa herbácea foi realizada através de um método indirecto e não destrutivo, utilizando os dados da altura de compactação da vegetação graminal colectados na época húmida (Abril de 2025) através do disco medidor de pasto (DPM). Para a conversão da altura graminal em biomassa seca, utilizou-se a equação de regressão linear calibrada especificamente para as florestas de Miombo por Sonto (2020), descrita a seguir:

$$B = 0,005639 \times H + 0,11679 \quad (13)$$

Onde:

B = Biomassa herbácea seca (estimada em kg/m² e convertida posteriormente para ton/ha)

H = Altura média do disco medidor (cm)

Antes da aplicação dos testes inferenciais, os dados de biomassa herbácea calculada (ton/ha) foram inicialmente submetidos a uma análise de distribuição normal, utilizando o teste estatístico de normalidade de Shapiro-Wilk no software Stata 14.0, onde constatou-se que os dados seguem uma distribuição normal. Deste modo, com auxílio pacote Excel 2016 recorreu-se ao teste paramétrico t de Student que permitiu comparar as médias de biomassa herbácea entre as áreas de apicultura (casca e tronco) e as áreas controle em cada comunidade. Para comparar se existiam diferenças significativas na biomassa herbácea média entre as áreas controle e as áreas de apicultura tradicional, foram testadas as seguintes hipóteses estatísticas através do teste-t de Student, a um nível de significância de 5%:

- **Hipótese Nula (H_0):** Não existe diferença significativa na média de biomassa herbácea entre as áreas controle (não perturbadas) e as áreas exploradas para apicultura tradicional (casca e tronco). ($\mu_{\text{controle}} = \mu_{\text{explorada}}$)
- **Hipótese Alternativa (H_1):** Existe uma diferença significativa na média de biomassa herbácea entre as áreas controle e as áreas exploradas para apicultura. ($\mu_{\text{controle}} \neq \mu_{\text{explorada}}$).

Para avaliar a influência do estrato arbóreo sobre o estrato herbáceo, foi realizada uma análise de regressão linear simples e correlação (r) entre a variável independente (cobertura do dossel em %) e a variável dependente (biomassa herbácea calculada em ton/ha), conforme a metodologia aplicada por Sonto (2020) para verificar influências mútuas entre variáveis ambientais.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Diversidade e riqueza de espécies arbóreas e arbustivas

Em termos de diversidade de espécies os resultados revelaram diferenças significativas em Catique Nzaia (Figura 5A), onde a maior diversidade de espécies foi verificada nas áreas de produção de colmeia de tronco (tanto de árvores intactas assim como mortas), e a menor diversidade de espécies foi verificada nas áreas de árvores regeneradas que foram usadas para o fabrico de colmeias. Para a comunidade de Mussangadze (Figura 5B) as áreas de apicultura não apresentaram diferenças significativas em termos de diversidade de espécies.

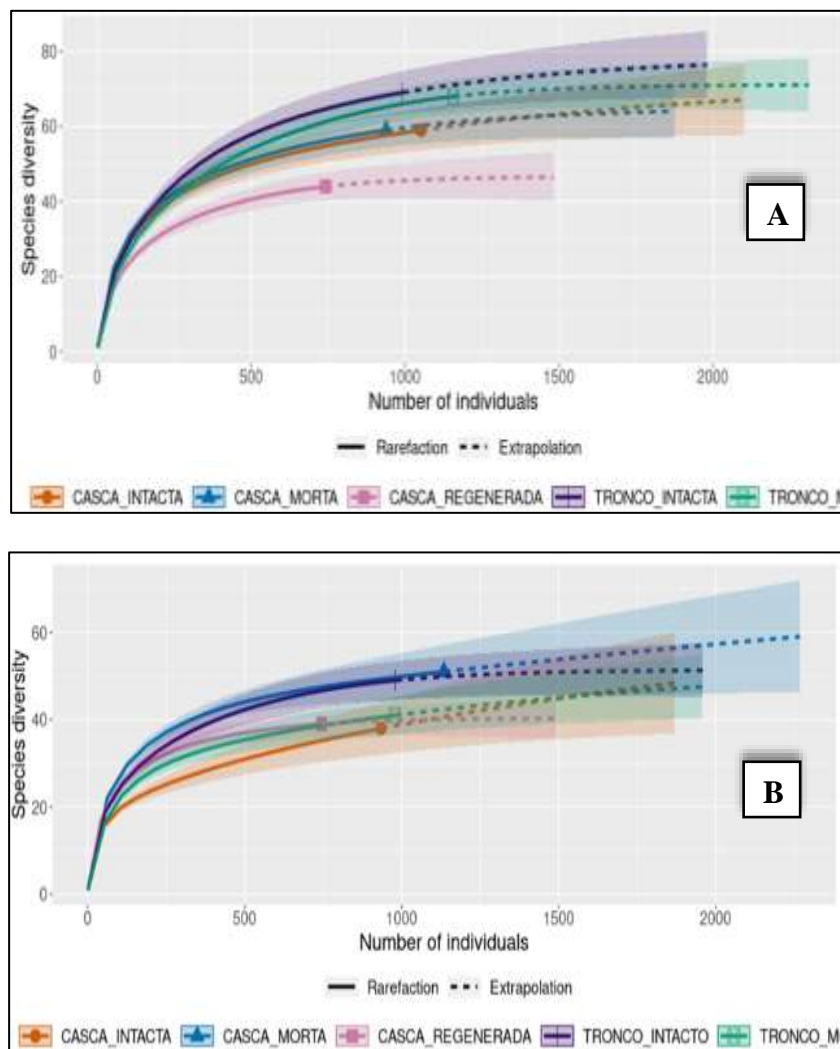


Figura 5: Curvas de rarefação mostrando a diversidade de espécies de vegetação adulta em Catique Nzaia (A) e Mussangadze (B) entre as áreas com árvores mortas, regeneradas e intactas para produção de colmeias de casca e tronco (intervalos de confiança de 95%).

As curvas de acumulação de espécies construídas para as áreas amostradas em Catique Nzaia e Mussangadze apresentam uma tendência clara de estabilização, com o achatamento progressivo das curvas à medida que o número de unidades amostrais aumenta. Este comportamento indica que o acréscimo de novas espécies foi diminuindo com o avanço da amostragem, sugerindo que o esforço realizado neste levantamento foi adequado para representar a diversidade florística presente nas áreas avaliadas.

A forma dessas curvas é um indicador confiável da eficiência do método de amostragem, pois aponta que a maior parte das espécies presentes nas comunidades estudadas foi registrada. Em termos estatísticos, tal estabilização significa que o número de parcelas amostradas foi suficiente para minimizar a probabilidade de omissão de espécies raras ou de ocorrência pontual. Portanto, os resultados obtidos para os índices de diversidade (*Shannon-Wiener* e *Simpson*) podem ser considerados representativos e confiáveis para inferências ecológicas e para orientar estratégias de manejo florestal e apícola sustentável.

4.2. Espécies usadas na produção de colmeias tradicionais

Na Tabela 1 são apresentadas as principais espécies usadas no processo de produção das colmeias de casca e colmeias de tronco nas comunidades avaliadas. *Sclerocarya birrea* (A. Rich.) Hochst., localmente conhecida como Mfula, foi identificada como a espécie preferida para a produção de colmeias tradicionais de casca em ambas as comunidades, devido a características físicas da sua casca como espessura, durabilidade e maleabilidade, que facilitam o processo de confecção das colmeias tradicionais. De acordo com Siteo (2000), *Sclerocarya birrea* é amplamente reconhecida pela sua importância no fabrico de colmeias artesanais.

Tabela 1. Principais espécies usadas na produção de colmeias tradicionais (casca e tronco) nas comunidades florestais avaliadas.

COMUNIDADE DE CATIQUE-NZAIA			
Colmeias de casca	Status de conservação (IUCN)	Colmeias de tronco	Status de conservação (IUCN)
<i>Sclerocarya birrea</i>	Pouco preocupante	<i>Burkea africana</i>	Pouco preocupante
<i>Julbernardia globiflora</i>	Pouco preocupante	<i>Albizia antunesiana</i>	Pouco preocupante
		<i>Albizia forbesii</i>	Pouco preocupante
		<i>Pseudolachnostylis maprouneifolia</i>	Pouco preocupante
COMUNIDADE DE MUSSANGADZE			
Colmeias de casca	Status de conservação (IUCN)	Colmeias de tronco	Status de conservação (IUCN)
<i>Sclerocarya birrea</i>	Pouco preocupante	<i>Pseudolachnostylis maprouneifolia</i>	Pouco preocupante
<i>Brachystegia spiciformis</i>	Pouco preocupante	<i>Terminalia brachystemma</i>	Pouco preocupante
		<i>Albizia antunesiana</i>	Pouco preocupante
		<i>Ozoroa obovata</i>	Pouco preocupante
		<i>Cordyla africana</i>	Pouco preocupante
		<i>Burkea africana</i>	Pouco preocupante

Secundariamente, para produção de colmeias de casca são usadas cascas de espécies-chave indicadoras de Miombo, como *Brachystegia spiciformis* Benth. em Mussangadze e *Julbernardia globiflora* (Benth.) Troupin em Catique Nzaia. Para a produção de colmeias de tronco, *Pseudolachnostylis maprouneifolia* Pax e *Burkea africana* Hook. são as espécies comumente usadas em ambas as comunidades.

De forma geral as espécies arbóreas usadas para a apicultura (Tabela 1) não se encontram sobre risco de extinção a nível global. A espécie mais usada para produção de colmeias de casca, *S. birrea* está classificada como "Pouco Preocupante" (LC - *Least Concern*) na Lista Vermelha da IUCN, reflectindo a sua vasta distribuição continental (IUCN, 2024). Similarmente, outras espécies usadas como *J. globiflora*, *B. Africana*, *B. spiciformis*, *P. maprouneifolia*, *Albizia antunesiana* Harms., *Cordyla africana* Lour., *Albizia forbesii* Benth., *Terminalia brachystemma* Welw. ex Hiern e *Ozoroa obovata* (Oliv.) R. Fern. & A. Fern. partilham esta mesma classificação de baixo risco global (IUCN, 2024).

Contudo, segundo Shackleton & Clarke (2021), em estudos de ecologia o estatuto de conservação de uma espécie deve ser interpretado com cautela, visto que a sustentabilidade do uso de uma espécie a nível local depende de pressões específicas que nem sempre uma classificação global captura. Além disso, para estas espécies a prática do abate e descascamento selectivo para a produção de colmeias tradicionais concentra a pressão sobre as suas populações locais. A remoção contínua de indivíduos pode levar ao esgotamento do recurso numa área específica, independentemente da sua abundância noutras regiões (Shackleton & Clarke, 2021). Assim, a avaliação do impacto ecológico local é crucial para identificar as práticas de manejo sustentáveis para conservar estas espécies, garantindo a viabilidade futura tanto do ecossistema como da própria apicultura.

4.3. Fitossociologia da vegetação adulta (DAP ≥ 5 cm)

4.3.1. Estrutura horizontal

Neste capítulo são apresentados os resultados referentes a distribuição horizontal das espécies arbóreas nas comunidades avaliadas.

4.3.1.1 Estrutura horizontal das áreas de apicultura tradicional em Mussangadze

Os valores de abundância e dominância das espécies em cada área de produção de mel na comunidade de Mussangadze estão apresentados na Tabela 2.

Tabela 2. Valores totais de densidade/abundância e dominância das áreas de apicultura tradicional (casca e tronco) e áreas controle em Mussangadze.

COMUNIDADE DE MUSSANGADZE			
ÁREAS	Área amostrada (ha)	Parâmetro	
		<i>N (ind/ha)</i>	<i>G (m²/ha)</i>
Colmeias de casca	4,8	204	3,3
Colmeias de tronco	2,8	179	3,2
Controle	5,3	195	3,5

Nas áreas de produção de colmeias de casca as espécies mais abundantes foram a *Combretum collinum* e *Diplorhynchus condylocarpon* com 37 e 35 ind/ha respectivamente, seguidas da *Pterocarpus rotundifolius* (20 ind/ha), as 3 espécies perfazendo cerca de 45% da abundância total (vide Anexo 4E). As espécies dominantes foram a *C. collinum* (10%) e *Sclerocarya birrea* (9%), seguido da *D. condylocarpon* (8%), que contribuíram com cerca de 30% da dominância total nessas áreas.

Os resultados mostram que nas áreas de produção de mel com base em colmeias de tronco, em termos de abundância a espécie que mais se destacou foi *C. collinum* (28,5%), seguida da *D. condylocarpon* (26,3%) e *P. rotundifolius* (16,6%) (Anexo 4F). As espécies *D. condylocarpon* (20,6%) e *C. collinum* (19,2%) foram também as espécies dominantes nestas áreas.

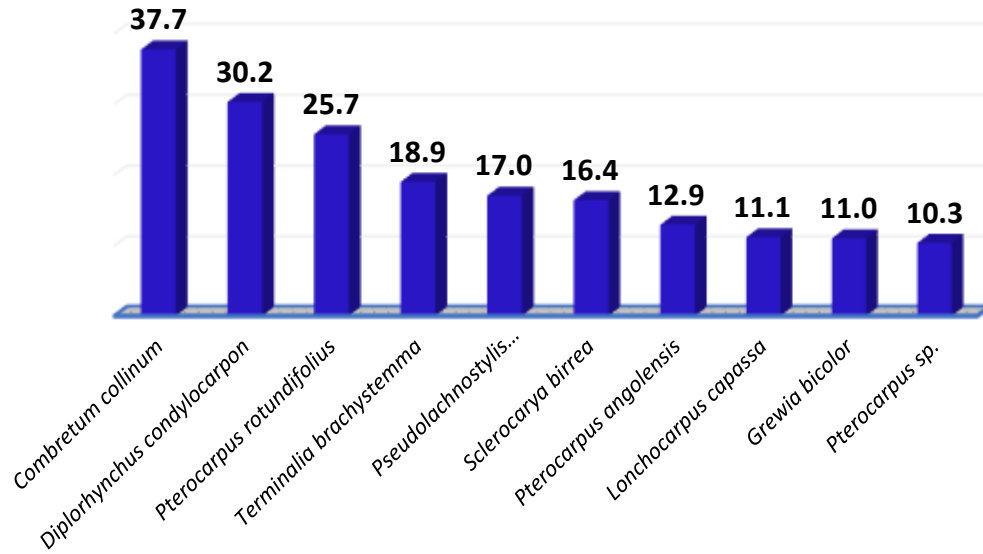
C. collinum e *D. condylocarpon* foram as espécies abundantes e dominantes nas áreas controle (Anexo 4D). Em termos de frequência, as espécies que se destacaram nas áreas de apicultura, assim como nas áreas controle foram a *C. collinum*, *P. rotundifolius* e *D. condylocarpon*.

Alguns estudos sobre a estrutura horizontal realizados em ecossistemas de Miombo em Moçambique revelaram uma variação dos valores dos parâmetros calculados, como o de Siteo (1999) numa floresta perturbada no distrito de Barué (Manica), que encontrou uma densidade de 185 árvores/ha, todavia, Williams *et al.* (2008) em Nhambita (Sofala), encontraram uma densidade de 373 árvores/ha na área intacta, enquanto na área perturbada encontraram uma densidade de 574 árvores/ha. Assim sendo os valores encontrados para abundância e dominância encontram-se na faixa aceitável dos valores que geralmente são registados nas florestas de Miombo.

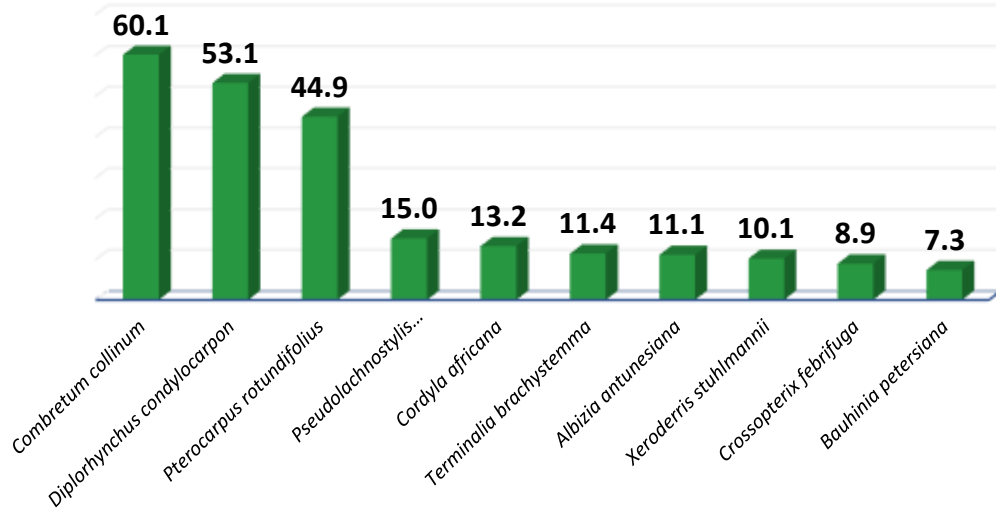
A análise do Índice de Valor de Importância (IVI) em Mussangadze revela que a hierarquia ecológica das espécies dominantes nas áreas de apicultura (Figura 6A e 6B) não difere drasticamente das áreas controle (Figura 6C).

A

ÍNDICE DE VALOR DE IMPORTÂNCIA (IVI) CASCA - MUSSANGADZE

**B**

ÍNDICE DE VALOR DE IMPORTÂNCIA (IVI) TRONCO - MUSSANGADZE



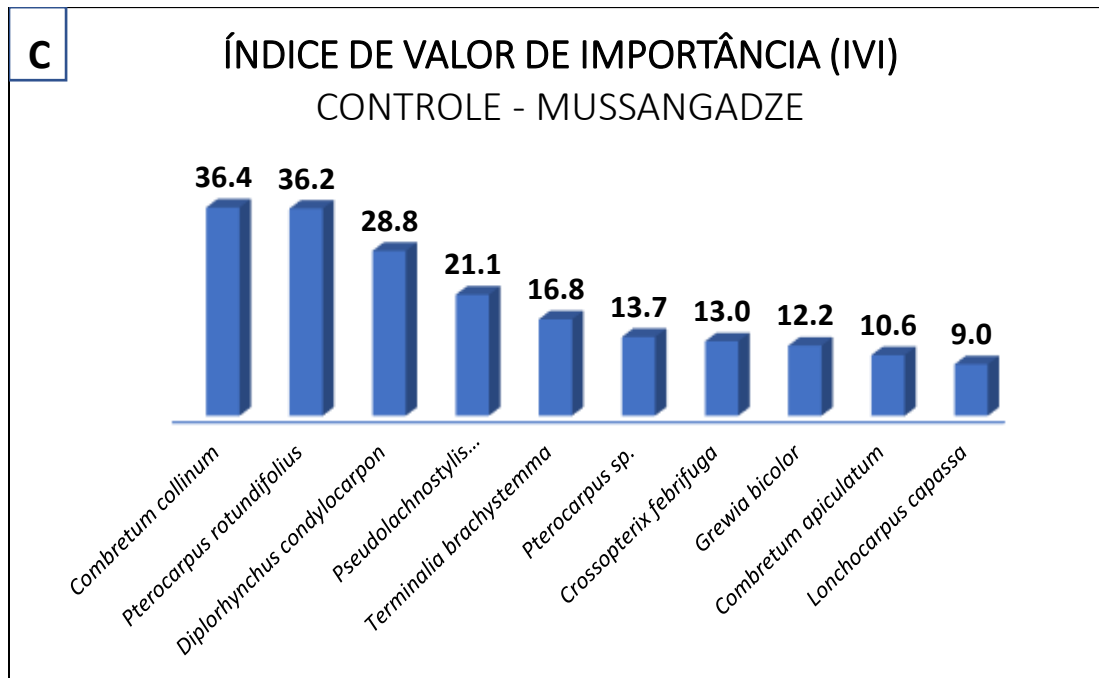


Figura 6: Escala das 10 espécies com maiores IVI's nas áreas de produção de colmeias de casca (A), áreas de produção de colmeias de tronco (B) e áreas controle (C) em Mussangadze.

Nas áreas controle as espécies com maior peso ecológico foram *Combretum collinum* (IVI = 36,4), *Pterocarpus rotundifolius* (IVI = 36,2) e *Diplorhynchus condylocarpon* (IVI = 28,8). É notável que as 3 espécies mantêm a sua dominância nas áreas de colmeias de casca e tronco (conforme as tabelas do Anexo 4), evidenciando a estabilidade da matriz florestal e indicando que são espécies amplamente distribuídas ao longo das áreas. As 10 espécies de árvores mais importantes nestas áreas consistiram em espécies típicas de Miombo.

Contudo, observa-se uma dinâmica particular em relação às espécies-alvo. A *Sclerocarya birrea*, preferida para colmeias de casca, ocupa a 6ª posição em importância nas áreas exploradas para produção de colmeias de casca (Figura 6A) com um IVI igual a 16,4. A sua elevada importância nestas áreas, mesmo sob pressão de descascamento, sugere que a sua população se encontra em níveis aceitáveis, corroborada pela sua capacidade de regeneração da casca e resiliência. Por outro lado, *Brachystegia spiciformis*, outra espécie usada, apresenta uma expressão residual nestas áreas, o que, comparado com a sua ocorrência habitual em áreas intactas de Miombo, pode indicar uma sobre-exploração localizada desta espécie.

A situação verificada sublinha a urgência de promover e implementar práticas de apicultura sustentáveis que garantam tanto os meios de subsistência das comunidades quanto a conservação da biodiversidade e da estrutura florestal (Chilundo *et al.*, 2005). Nas áreas de produção de colmeias de tronco (Figura 6B), as espécies ecologicamente mais importantes foram a *C. collinum* (IVI = 60,1) e *D. condylocarpon* (IVI = 53,1).

No contexto da apicultura tradicional com base em tronco de árvores (Figura 6B) vale ressaltar que algumas das espécies preferidas para o fabrico de colmeias de tronco, encontram-se entre as 10 ecologicamente mais importantes, nomeadamente a *P. maprouneifolia* (IVI = 15), *C. africana* (IVI = 13,2), *T. brachystemma* (IVI = 11,4) e *A. antunesiana* (IVI = 8,8), e embora com IVI's intermédios, estas espécies encontram-se estabelecidas nestas áreas. Os apicultores destas áreas associaram a preferência do uso destas espécies a sua disponibilidade, mas também referenciaram a durabilidade da madeira como uma característica chave, pois dependendo da resistência da madeira, uma colmeia de tronco chega a durar entre 20-25 anos, conforme relatado.

4.3.1.2. Estrutura horizontal das áreas de apicultura tradicional em Catique Nzaia

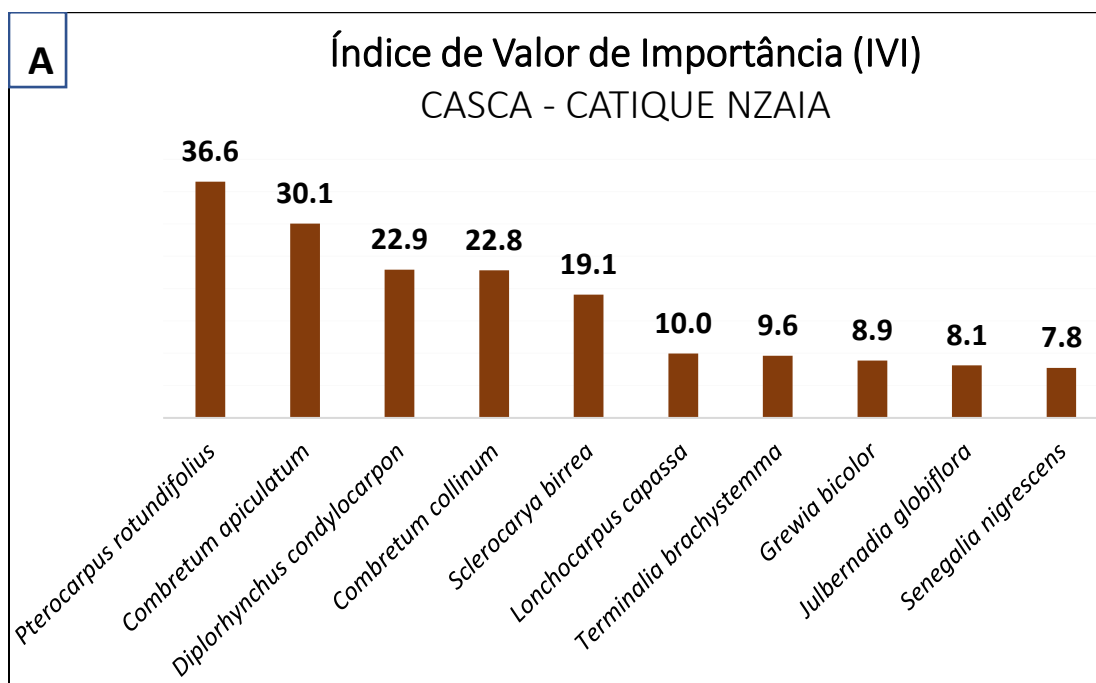
Os resultados de abundância e dominância total de espécies nas áreas de produção de mel e áreas controle para a comunidade de Catique Nzaia são apresentados na Tabela 3.

Tabela 3. Valores totais de densidade/abundância e dominância das áreas de apicultura tradicional (casca e tronco) e áreas controle em Catique Nzaia.

COMUNIDADE DE CATIQUE NZAIA			
ÁREAS	Área amostrada (ha)	Parâmetro	
		<i>N</i> (ind/ha)	<i>G</i> (m ² /ha)
Colmeias de casca	3,9	240	4,3
Colmeias de tronco	2,2	280	4,7
Controle	4,5	237	4,1

As espécies *P. rotundifolius* e *D. condylocarpon* destacaram-se como as mais abundantes nas áreas de produção de colmeias de casca e tronco (Anexo 4B e 4C) com abundância relativa de 18,4% e 26,8% respectivamente, sugerindo boas condições de regeneração e adaptação ao local

enquanto que para as áreas controle (Anexo 4A), *P. rotundifolius* (15,4%) e *D. condylocarpon* (14,4%) foram as mais destacadas. Em termos de dominância, para as áreas de colmeias de casca e tronco destacaram-se a *P. rotundifolius* e *D. condylocarpon*. Nas áreas controle a espécie com a maior dominância relativa foi *P. rotundifolius* (16,6%). Para a comunidade de Catique Nzaia, o ordenamento das 10 espécies ecologicamente importantes das áreas de produção de colmeias de casca e de tronco e áreas controle estão apresentados nos gráficos a seguir:



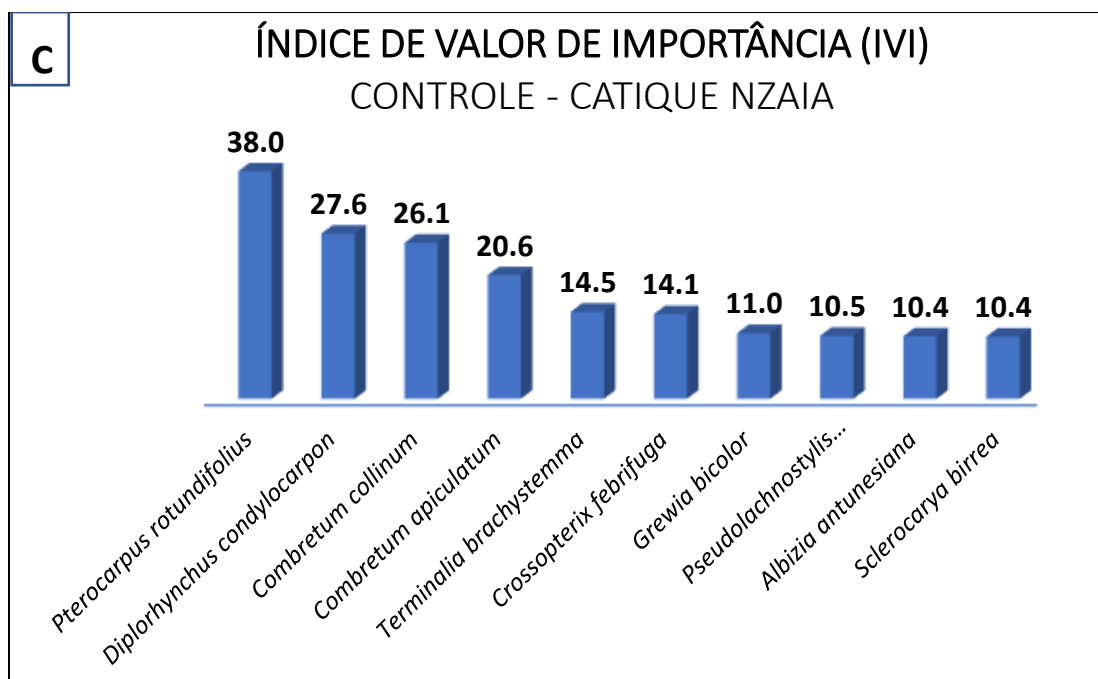
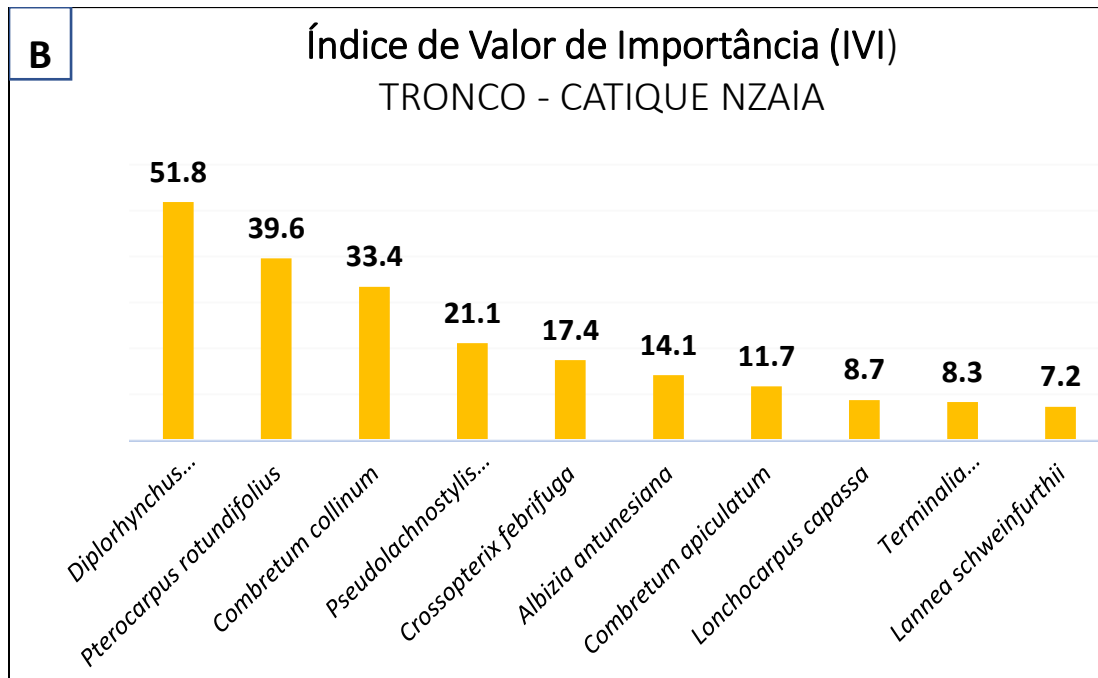


Figura 7: Escala das 10 espécies com maiores IVI's nas áreas de produção de colmeias de casca (A), áreas de produção de colmeias de tronco (B) e áreas controle (C) em Catique Nzaia.

Como ilustrado pelos gráficos acima, a espécie *P. rotundifolius* apresentou o maior IVI (36,6 e 38), consolidando-se como a espécie ecologicamente mais importante nas áreas de produção de

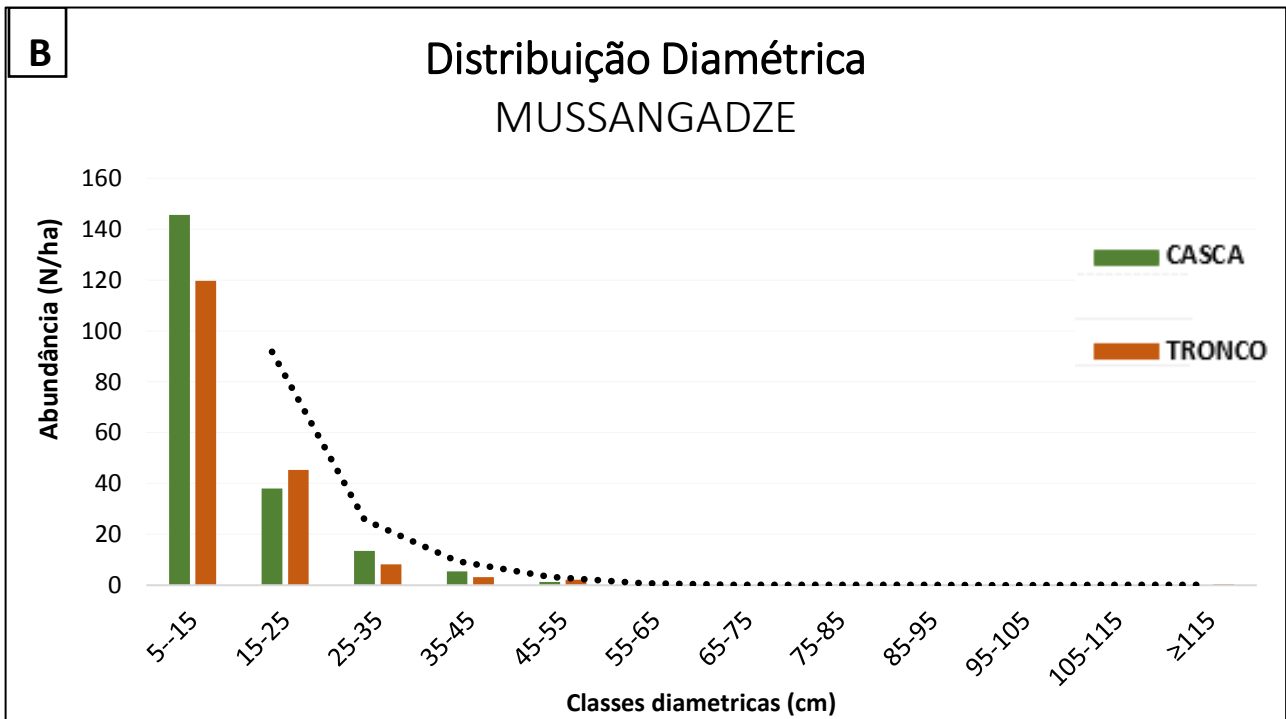
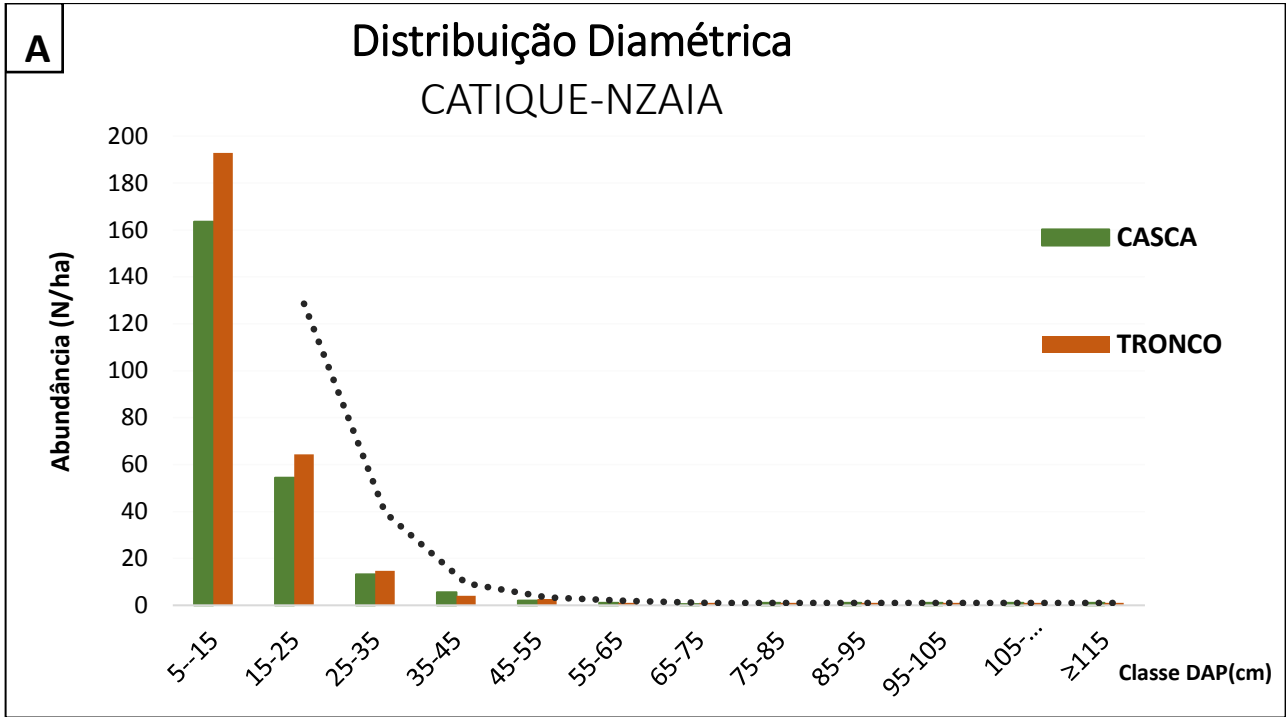
colmeias de casca e áreas controle respectivamente (Figura 7A e 7C). O seu alto IVI nessas áreas é impulsionado pela sua elevada abundância, como referido anteriormente, e este resultado é consistente com outros estudos em ecossistemas florestais em Moçambique, onde espécies do género *Pterocarpus* são frequentemente dominantes (MICOA, 2007). Nas áreas avaliadas é possível verificar que espécies como *D. condylocarpon* e *C. collinum* mantêm também posições de destaque tanto nas áreas conservadas como nas exploradas.

Um facto bastante notável é a presença das espécies comumente usadas para produzir colmeias de casca nesta comunidade (Figura 7A), *S. birrea* (IVI = 19,1) e *Julbernardia globiflora* (IVI = 8,1), que ocupam o 5º e 9º lugar na escala do IVI, respectivamente, o que sugere que actualmente, o nível de exploração destas espécies parece não afectar significativamente as suas estruturas populacionais e não comprometer a representatividade ecológica das mesmas, embora seja necessária a realização de uma monitorização contínua.

Vale ressaltar que 2 das 4 espécies usadas nas áreas de produção de colmeias de tronco (Figura 7B), encontram-se posicionadas entre as 10 ecologicamente mais importantes, nomeadamente *P. maprouneifolia* na 4ª posição (IVI = 21,1) e *A. antunesiana* na 6ª posição (IVI = 14,1).

4.4.1.3. Distribuição diamétrica da abundância das áreas de apicultura tradicional em Mussangadze e Catique Nzaia

A Figura 8 apresenta a distribuição da abundância dos indivíduos arbóreos das áreas de apicultura tradicional e áreas controle para ambas as comunidades.



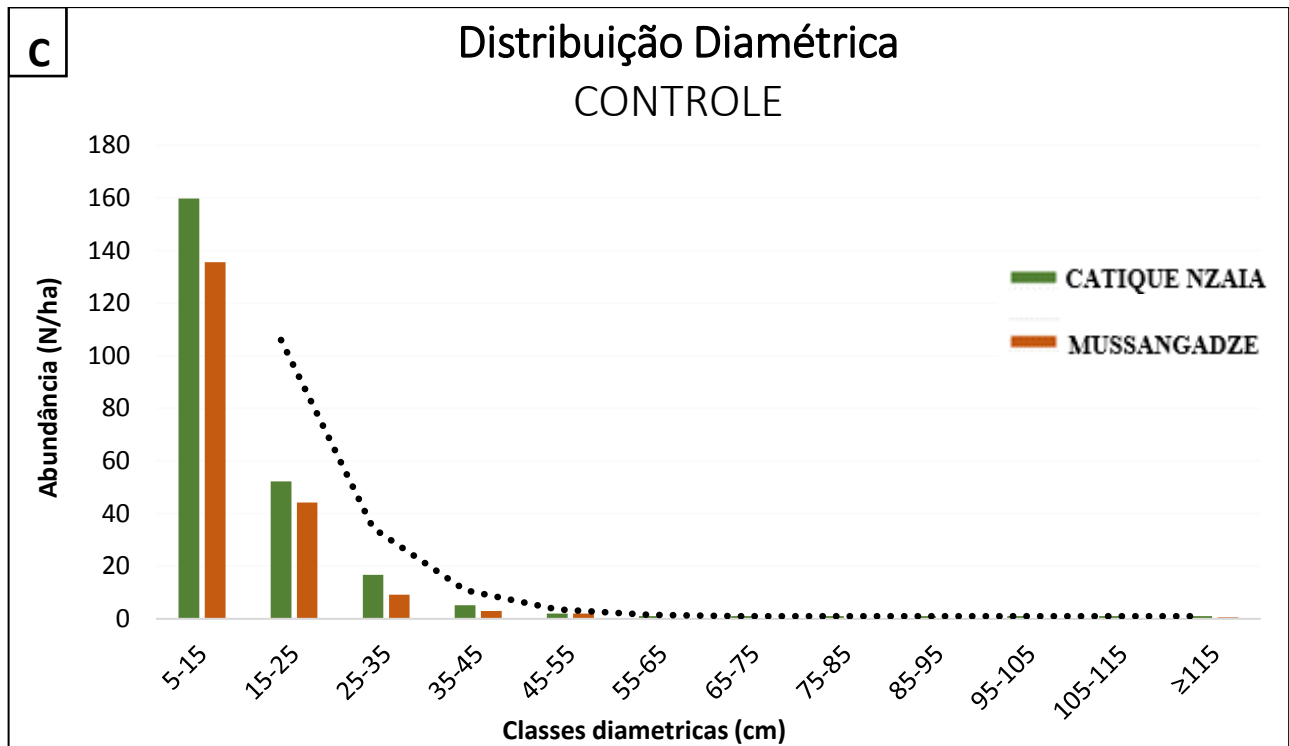


Figura 8: Distribuição diamétrica das áreas de produção de colmeias de casca, áreas de colmeias de tronco e áreas controle (C), em Catique Nzaia (A) e Mussangadze (B).

A análise da distribuição diamétrica revelou que tanto as áreas de apicultura (Figuras 8A e 8B) como as áreas controle (Figura 8C) seguem o padrão de "J-invertido", característico de florestas naturais com regeneração activa, onde há uma maior concentração de indivíduos nas classes de menor diâmetro. Nas áreas avaliadas a maior abundância concentra-se nas classes de menor diâmetro (5-15 e 15-25 cm). Este padrão de distribuição também foi encontrado por Ribeiro *et al.* (2013), num estudo na Reserva Nacional do Niassa. Outros estudos em florestas de Miombo, como os de Chidumayo & Gumbo (2010) e Ryan *et al.* (2013), relacionam este padrão de distribuição (J-invertido) a florestas dinâmicas com regeneração activa e sustentabilidade, visto que garante a substituição das árvores mais velhas por árvores novas.

No entanto, a comparação das áreas de apicultura com as áreas controle evidencia poucas, mas importantes diferenças. As áreas controle (Figura 8C) apresentaram uma curva de distribuição mais suave e contínua, com um recrutamento regular entre as classes. Em contraste, as áreas de apicultura, especialmente as de colmeias de tronco em Mussangadze e Catique Nzaia, mostram irregularidades e descontinuidades nas classes diamétricas intermédias e superiores (acima de 45

cm). Estas reduções na densidade de árvores de grande porte nas áreas exploradas são indicadores directos da remoção selectiva de indivíduos adultos para a produção de colmeias, confirmando o impacto da actividade na estrutura diamétrica.

Ribeiro *et al.* (2019), no seu estudo constataram que o abate e descascamento de árvores para confecção de colmeias de mel é uma das principais causas de mortalidade de indivíduos arbóreos na Reserva Nacional do Niassa, visando principalmente árvores maiores ($26,1 \pm 1,2$ cm para árvores descascadas e $30,4 \pm 2,4$ cm para árvores derrubadas), e que estas práticas destrutivas podem reduzir drasticamente a população de árvores de grande porte, afectando entre 40-100% das espécies preferidas para colmeias e néctar.

Philip (1998), refere que florestas naturais equilibradas apresentam uma taxa de indivíduos (q) que tende a permanecer constante ao longo das classes diamétricas sucessivas. Na Tabela 4 são apresentados os coeficientes de *Liocourt* (q) das áreas de apicultuta e áreas controle em estudo, e o respectivos coeficientes de variação (CV).

Tabela 4. Distribuição diamétrica da abundância e coeficiente de *Liocourt* das áreas em estudo.

Onde: CZ- Catique Nzaia; MG- Mussangadze.

COMUNIDADE	DISTRIBUIÇÃO DIAMÉTRICA (CM)												Média (q)	CV (%)
	5-15	15-25	25-35	35-45	45-55	55-65	65-75	75-85	85-95	95-105	105-115	≥115		
MG_Casca	146	38	13	5	1	1	1	1	1	1	1	1	-	-
C. de Liocourt (q)	-	3,8	2,9	2,6	5	1	1	1	1	1	1	1	1,9	73,8
MG_Tronco	120	46	9	4	3	1	1	1	1	1	1	1	-	-
C. de Liocourt (q)	-	2,6	5,1	2,3	1,3	3	1	1	1	1	1	1	1,8	71,3
CZ_Casca	146	38	13	5	1	1	1	1	1	1	1	1	-	-
C. de Liocourt (q)	-	3,8	2,8	2,5	4,3	1,3	1	1	1	1	1	1	1,9	67,4
CZ_Tronco	120	45	8	3	2	1	1	1	1	1	1	1	-	-
C. de Liocourt (q)	-	2,6	5,5	2,6	1,5	2,1	1	1	1	1	1	1	1,9	74,8
MG_Controlo	136	44	9	3	2	1	1	1	1	1	1	1	-	-
C. de Liocourt (q)		3,1	4,8	3,1	1,5	2,1	1	1	1	1	1	1,8	1,9	64,3
CZ_Controlo	160	52	17	5	2	1	1	1	1	1	1	1	-	-
C. de Liocourt (q)		3,1	3,1	3,3	2,6	2	1	1	1	1	1	1	1,8	54,7

As áreas controle em Catique Nzaia e Mussangadze apresentaram os valores de CV mais baixos (54,7% e 64,3%, respectivamente) e médias de 'q' próximas de 3,1. Estes valores indicam uma floresta próxima do equilíbrio dinâmico, onde a mortalidade e recrutamento entre as classes diamétricas é relativamente constante (Philip, 1998). Em forte contraste, todas as áreas sujeitas à exploração apícola apresentaram uma variabilidade superior. As áreas de produção de colmeias de tronco em Catique Nzaia registaram um CV de 74,8%, enquanto que as áreas de colmeias de casca em Mussangadze apresentaram um CV de 73,8%. Esta elevada oscilação no valor de 'q' entre as classes demonstra que a estrutura pode estar em via de degradação, caso não sejam tomadas medidas de manejo que garantam a viabilidade da actividade a médio e longo prazo.

Guambe *et al.* (2004), referem que em florestas de Miombo com baixa ou moderada perturbação, o coeficiente de *Liocourt* 'q' tende a ser mais estável e com valores que geralmente variam entre 1,3 e 2,5. A média de 'q' para as áreas de apicultura e áreas controle encontram-se dentro da faixa aceitável. Um estudo de Ribeiro *et al.* (2008), sobre a dinâmica de florestas de Miombo na RNN, revelou um padrão estrutural de "J-invertido" em áreas menos perturbadas, o que implicitamente

sugere um coeficiente de *Liocourt* 'q' constante (CV% mais baixo) do que os valores encontrados nas áreas em análise.

Outra pesquisa relevante, conduzida por Siteo *et al.* (2012), ao avaliar o impacto da produção de carvão na província de Tete, também demonstrou alterações significativas na estrutura diamétrica, com a remoção selectiva de espécies e tamanhos preferidos, e tal como a produção de carvão, a produção tradicional de mel através do uso de troncos e cascas de árvores actua como um agente de degradação selectiva. Portanto estes resultados mostram uma distribuição diamétrica com ausência de árvores adultas, o que indica uma floresta em via de degradação.

4.3.2. Estrutura vertical

4.3.2.1. Estrutura vertical das áreas de apicultura tradicional em Mussangadze

Para as áreas florestais em estudo, a análise da estrutura vertical baseou-se na estratificação dos indivíduos arbóreos em três classes de altura (inferior, médio e superior). O estrato superior das áreas controle (ES), alcançou em torno de 25 m e é formado principalmente por indivíduos de *P. rotundifolius* e *P. maprouneifolia*. No estrato médio (EM), são também predominantes indivíduos de *P. rotundifolius*, *P. maprouneifolia* e *D. condylocarpon*, enquanto que no estrato inferior (EI) as espécies predominantes são *D. condylocarpon* e *C. collinum*.

Para as áreas de produção de colmeias de casca, o estrato superior, em torno de uma altura igual a 23 m é formado principalmente por indivíduos de *P. rotundifolius* e *P. angolensis* e *B. africana*. O estrato intermédio e o inferior são dominados por árvores como, *D. condylocarpon*, *P. rotundifolius* e *C. collinum*. Para o estrato superior das áreas de produção de colmeias de tronco, a *P. rotundifolius* foi a espécie predominante, enquanto para os estratos médio e inferior as espécies *C. collinum* e *D. condylocarpon*.

A distribuição dos indivíduos arbóreos pelas classes de altura revelou padrões semelhantes entre as áreas conservadas (controle) e as áreas sujeitas à produção apícola nas comunidade de Mussangadze (Figura 9).

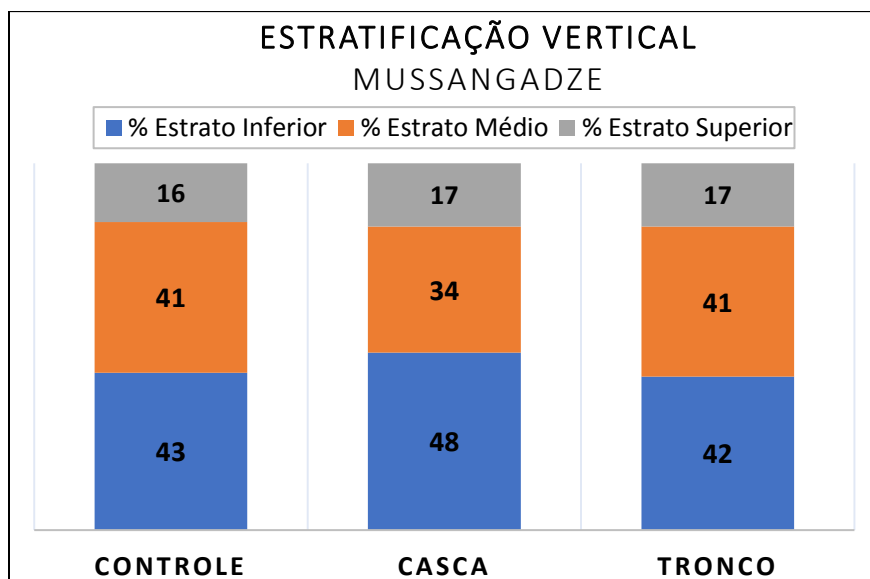


Figura 9: Percentagem de indivíduos por estrato vertical em Mussangadze.

A análise dos gráficos de percentagem mostra que a organização vertical da floresta se mantém estável. Ao comparar as áreas controle (floresta intacta) com as áreas de produção de colmeias de casca e tronco, não se observaram alterações expressivas nas proporções dos estratos.

O estrato inferior ($5 \text{ m} \leq \text{HT} < 8 \text{ m}$) continua a ser a matriz dominante em todas as categorias, abrigando a maior percentagem de indivíduos (43% nas áreas controle, 48 e 42% nas áreas de apicultura). O estrato superior ($\text{HT} \geq 12 \text{ m}$), que representa as árvores emergentes, manteve a sua representatividade percentual tanto nas áreas de apicultura assim como nas áreas controle. Este resultado indica que a apicultura tradicional nesta comunidade, mantém o padrão estrutural da floresta, selecionando indivíduos de forma dispersa, o que minimiza a abertura de clareiras significativas que alterariam o perfil vertical. A presença contínua do estrato superior é fundamental, pois, segundo Ribeiro *et al.* (2013), a manutenção das árvores de grande porte assegura a continuidade dos processos ecológicos.

4.3.2.2. Estrutura vertical das áreas de apicultura tradicional em Catique Nzaia

Em Catique Nzaia, o estrato superior das áreas controle (ES) atingiu 25 m, e é formado principalmente por indivíduos de *P. rotundifolius* e *J. globiflora*, enquanto que no estrato médio e inferior, são predominantes indivíduos de *P. rotundifolius*, e *D. condylocarpon*. Para as áreas de produção de colmeias de casca, o estrato superior, em torno de uma altura igual a 26 m é

formado igualmente por indivíduos de *P. rotundifolius* e *Senegalia nigrescens* e os estratos médio e inferior são dominados por árvores de *P. rotundifolius* e *C. apiculatum*. Para o estrato superior das áreas de produção de colmeias de tronco, *P. rotundifolius* foi a espécie mais predominante, enquanto para os estratos médio e inferior as espécies *P. rotundifolius* e *D. condylocarpon* foram as que mais se destacaram.

Em Catique Nzaia, os resultados reforçam a tendência de estabilidade estrutural observada anteriormente em Mussangadze. A comparação do gráfico percentual (Figura 10) demonstra que não existem diferenças expressivas na estrutura vertical entre as áreas intactas e as áreas de produção de mel (casca e tronco).

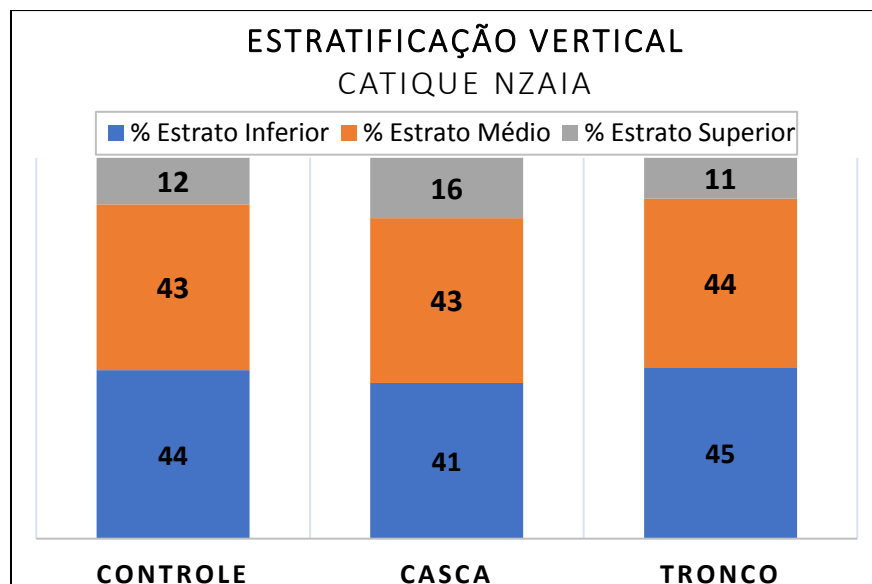


Figura 10: Percentagem de indivíduos por estrato vertical em Catique Nzaia.

Tanto nas áreas de produção de colmeias de casca como nas de tronco, a distribuição percentual dos indivíduos entre os estratos segue o mesmo padrão das áreas intactas (controle). Isto sugere que a floresta possui uma elevada capacidade de filtrar os danos causados pelo abate selectivo. A proporção de regeneração avançada (estrato inferior) e de árvores do dossel (estrato médio) permanece equilibrada, indicando que a actividade apícola, nos níveis actuais, não compromete o estado da floresta e nem elimina desproporcionalmente as classes de altura superiores, preservando os diferentes estratos necessários para a biodiversidade e regulação microclimática (Massango *et al.*, 2020). A ausência de diferenças marcantes entre os estratos pode também ser

atribuída à natureza selectiva e dispersa da actividade, bem como à resiliência intrínseca deste ecossistema.

Estudos em florestas de Miombo, como o de Frost (1996), destacam que estas formações vegetais evoluíram sob regimes de distúrbio frequentes (fogo, herbivoria, abate selectivo), desenvolvendo mecanismos de persistência que lhes permitem manter a sua estrutura funcional mesmo sob pressão. O notável facto das proporções entre os estratos se manterem constantes apoia a hipótese de que a matriz florestal permanece íntegra. Além disso, Chidumayo (2013) refere que a regeneração vegetativa (rebentação de toiça) em espécies de Miombo é vigorosa após o corte. Isto pode explicar por que razão, mesmo nas áreas em foram abatidas árvores para produção de colmeias de tronco, a estrutura vertical não colapsou, visto que o rápido crescimento de novas toiças e a persistência de outras árvores não afectadas compensaram as lacunas no dossel, mantendo a distribuição vertical da floresta inalterada.

4.3.3. Composição e diversidade de espécies arbóreas e arbustivas

Neste estudo foram inventariados um total de 9.382 indivíduos considerados adultos ($DAP \geq 5$ cm), sendo 8.478 vivos (10% mortos), distribuídos entre espécies arbóreas e arbustivas. Destes, 4.606 indivíduos (7% mortos) foram registados na comunidade de Catique Nzaia e 4.776 indivíduos (13% mortos) em Mussangadze. Globalmente foram encontradas um total de 113 espécies arbóreas e arbustivas (Anexo 3A e 3B), pertencentes a 31 famílias em ambas as comunidades, sendo que na comunidade de Catique Nzaia foram encontradas 90 espécies de 26 famílias botânicas, enquanto que em Mussangadze foram encontradas 82 espécies pertencentes a 25 famílias.

As famílias que apresentaram maior riqueza de espécies neste estudo foram a Fabaceae (40 spp.), seguida da Combretaceae (10 spp.), Annonaceae (7 spp.), Euphorbiaceae (5 spp.) e Bignoniaceae (4 spp.), correspondendo a 58% do total das espécies arbóreas e arbustivas registadas nas áreas de estudo. Estas famílias aparecem em destaque entre as mais representadas em termos de número de espécies, em alguns estudos realizados nos ecossistemas florestais de Moçambique, como são os casos de florestas de Galeria (Ribeiro et al., 2002) e florestas de Miombo (Cuambe

et al., 2023), significando que são famílias comumente bem representadas a nível de espécies arbóreas e arbustivas em diversos ecossistemas do país.

A análise comparativa da composição e diversidade florística (Tabela 5) revela que as áreas de controle (floresta intacta) apresentam, de forma geral, uma maior riqueza de espécies (S) quando comparadas com as áreas sujeitas à exploração para apicultura tradicional, especialmente na comunidade de Catique Nzaia

Tabela 5. Riqueza de espécies, índices de diversidade (*Shannon* e *Simpson*) e similaridade (*Jaccard*) de espécies das áreas de estudo. Onde: CZ- Catique Nzaia; MG- Mussangadze

COMUNIDADE	CATIQUE NZAIA			MUSSANGADZE		
	CZ_Casca	CZ_Tronco	CZ_Controlo	MG_Casca	MG_Tronco	MG_Controlo
RIQUEZA DE ESPÉCIES (S)	51	47	57	50	31	54
SHANNON (H')	2,98	2,60	3,04	2,96	2,22	2,88
SIMPSON (D)	0,91	0,86	0,92	0,91	0,82	0,91
JACCARD (J)	0,61			0,5		

Em Catique Nzaia, as áreas controle registaram a maior riqueza ($S = 57$) e o maior índice de *Shannon* ($H' = 3,04$), comparativamente as áreas de produção de colmeias de casca ($S = 51$; $H' = 2,98$) e, notavelmente, as áreas de colmeias de tronco ($S = 47$; $H' = 2,60$), porém sem diferenças muito expressivas. Estes resultados podem estar associados ao facto da maioria das áreas nesta comunidade encontrarem-se no interior da coutada 13, estando sobre uma forte fiscalização durante todo ano. Na comunidade de Mussangadze, observou-se um padrão distinto. Embora as áreas controle tenham apresentado uma elevada riqueza ($S = 54$), as áreas de produção de colmeias de casca revelaram um índice de *Shannon* ligeiramente superior ($H' = 2,96$) ao das áreas controle ($H' = 2,88$). Este fenómeno pode ser explicado pela hipótese do distúrbio intermédio, onde perturbações moderadas (como a abertura de pequenas clareiras pela remoção de árvores) podem favorecer a coexistência de espécies pioneiras e tardias, aumentando momentaneamente a diversidade local (Ribeiro *et al.*, 2002). Em contrapartida, as áreas de colmeias de tronco em Mussangadze apresentaram os valores mais baixos de riqueza ($S = 31$) e

diversidade ($H' = 2,22$) de todo o estudo, alertando para um possível empobrecimento localizado da flora nestas áreas específicas.

A literatura reporta que a riqueza de espécies arbóreas em áreas típicas de Miombo varia geralmente entre 30 a 60 espécies, por área de amostragem representativa (Ryan & Ndemera, 2007), assim sendo os resultados encontrados situam-se dentro da faixa aceitável quando comparados a de outros estudos realizados em florestas de Miombo. Por exemplo, Massango *et al.* (2018), em Chicomo, registaram apenas 31 espécies arbóreas, enquanto Bandeira & Macamo (2007), num inventário florestal em Inhamitanga, identificaram 58 espécies arbóreo-arbustivas, sendo este um dos valores mais próximos aos observados neste estudo. Estes resultados indicam que, apesar da actividade apícola, as áreas avaliadas ainda mantêm uma diversidade significativa de espécies vegetais, o que demonstra o potencial para compatibilizar a produção de mel com a conservação da diversidade florística, desde que sejam adoptadas práticas sustentáveis de manejo.

Os valores do Índice de *Shannon* (H') das áreas avaliadas se encontram dentro da faixa aceitável comparativamente aos valores tipicamente encontrados em estudos de diversidade arbóreas em florestas de Miombo (Tabela 5), como por exemplo o estudo de Guedes (2004), que encontrou valores variando entre 3,1 a 4,09, quando comparava a diversidade de espécies de 3 Reservas Florestais em Manica. Mabunda *et al.* (2014) num estudo realizado em Niassa, encontraram um valor de *Shannon* de 2,19, enquanto que Massango *et al.* (2018) relataram valores de H' entre 2,80 e 3,10 em Chicomo, Inhambane. Estes valores são indicativos de uma alta diversidade e uniformidade da distribuição dos indivíduos entre as espécies (equitabilidade) nestas áreas e sugerem que as áreas avaliadas (especialmente as de casca e controle) mantêm uma riqueza específica em que as espécies menos abundantes (raras) ainda estão bem representadas e não foram afectadas pela perturbação antrópica.

O índice de *Simpson* mantém-se elevado e estável em todas as áreas ($D > 0,86$), e estes valores encontram-se em consonância com os valores encontrados por Botão *et al.* (2017), num inventário florestal em Manica, que reportaram valores de *Simpson* entre 0,85 a 0,92,

dependendo do tipo específico de Miombo e do grau de perturbação, indicando que a dominância ecológica das áreas não foi alterada e que as mesmas mantêm um bom estado de conservação em relação a sua estrutura e diversidade vegetal. Sendo os valores do índice próximos de 1 (máxima diversidade), isto revela que a probabilidade de selecionar aleatoriamente dois indivíduos e eles serem de espécies diferentes é muito alta (acima de 80%).

A similaridade de *Jaccard* entre as áreas de apicultura e as áreas controle (0,61 ou 61% em Catique Nzaia e 0,50 ou 50% em Mussangadze) indica uma sobreposição de espécies moderadamente similar e aceitável, demonstrando que, apesar da pressão antrópica, as áreas de apicultura mantêm uma base florística característica do Miombo, partilhando mais de 50% das espécies com as áreas conservadas. Estes resultados encontram-se em consonância com o estudo realizado por Chidumayo e Gumbo (2010) em florestas de Miombo, no qual foram encontrados valores de similaridade de *Jaccard* variando entre 0,50 e 0,70.

4.3.4. Similaridade e ordenação na composição de espécies (NMDS)

4.3.4.1. Áreas de produção de colmeias tradicionais em Catique Nzaia

A análise de ordenação NMDS tem sido amplamente utilizada para visualizar padrões de similaridade e dissimilaridade na composição florística entre diferentes comunidades vegetais (Legendre & Legendre, 2012). Os resultados da escala multidimensional não métrica (NMDS) mostraram que a composição de espécies arbóreas para indivíduos adultos em áreas de produção de colmeias de casca (Figura 11A) e tronco (Figura 11B) foi semelhante, indicando que não existem diferenças estatisticamente significativas na composição de espécies entre áreas de produção de colmeias na comunidade de Catique Nzaia.

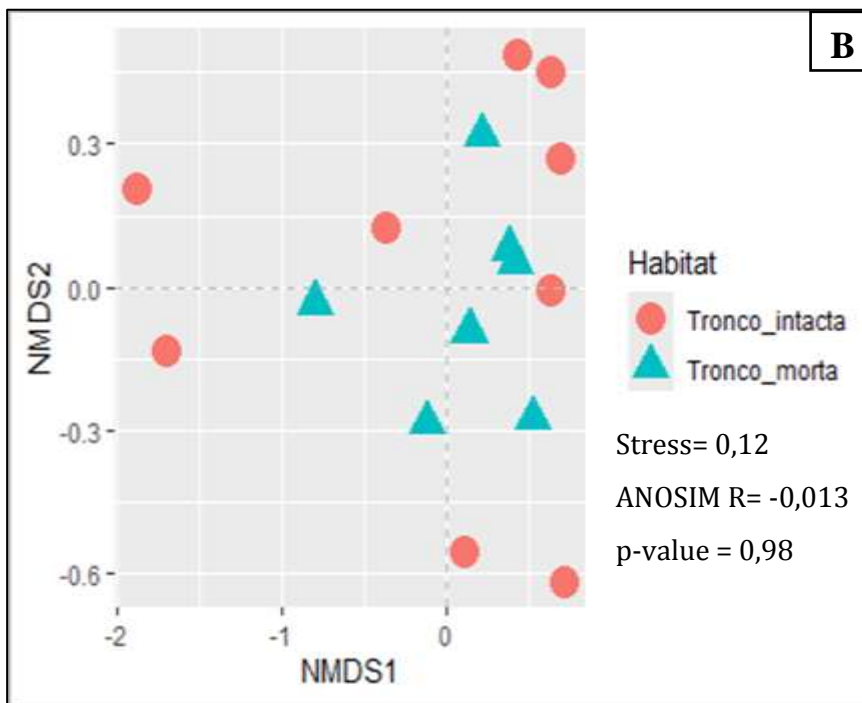
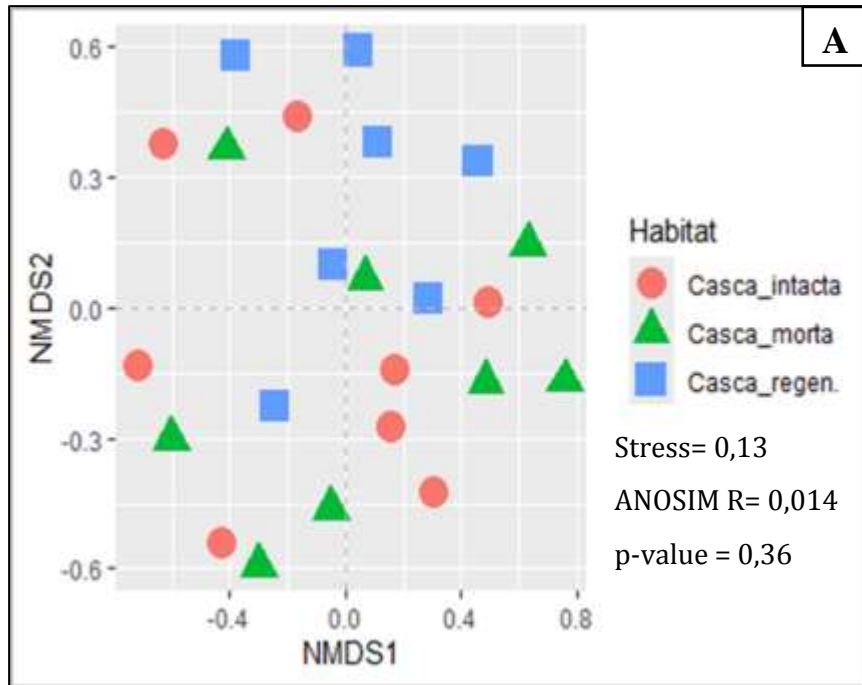


Figura 11: Escala multidimensional não métrica (NMDS) baseada na composição de espécies para árvores adultas em áreas de produção de colmeias tradicionais de casca (A) e tronco (B) em Catique Nzaia, usando o índice de *Bray-Curtis*.

A análise visual dos gráficos revela uma sobreposição considerável para áreas de colmeias de casca e acentuada para áreas de colmeias de tronco entre os pontos que representam as áreas, indicando assim que as comunidades arbóreas de cada área não formam agrupamentos distintos no espaço multidimensional, e essa observação é confirmada pelo resultado da análise de similaridade (ANOSIM), que apresentou valores de R de 0,014 em áreas de colmeias de casca e -0,013 em áreas de colmeias de tronco. Segundo Chapman & Underwood (2010), valores muito próximos de 0, indicam que a variabilidade dentro dos grupos é maior que a variabilidade entre os grupos, reforçando a ideia de que não existe distinção clara entre estes.

Valores de Stress abaixo de 0,2, como os valores encontrados nas áreas de produção de colmeia de casca e tronco (0,13 e 0,12), são geralmente considerados aceitáveis para interpretar os padrões, sugerindo que a configuração espacial dos pontos nos gráficos reflete de forma adequada as dissimilaridades entre as áreas (Clarke, 2005).

4.3.4.2. Áreas de produção de colmeias tradicionais em Mussangadze

Neste estudo foram gerados dois gráficos de NMDS para avaliar a composição de espécies arbóreas entre as áreas de produção de colmeias de casca e tronco, na comunidade de Mussangadze, com base em dados florísticos.

A ordenação NMDS revelou que a composição de espécies arbóreas em áreas de produção de colmeias de casca (Figura 12A) e tronco (Figura 12B) foi semelhante, indicando que não há diferenças estatisticamente significativas na composição de espécies entre áreas de produção de colmeias tradicionais em Mussangadze.

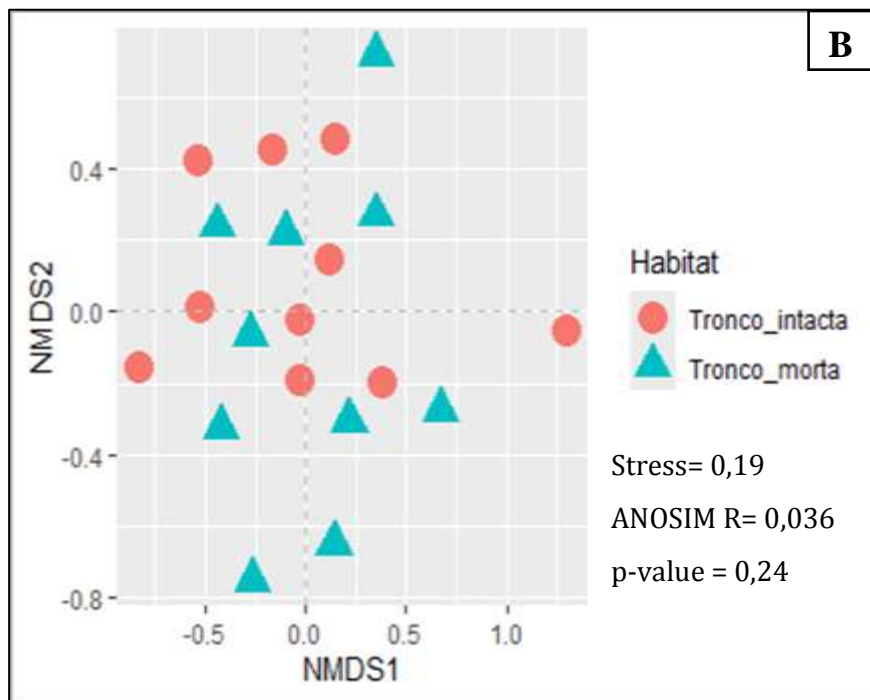
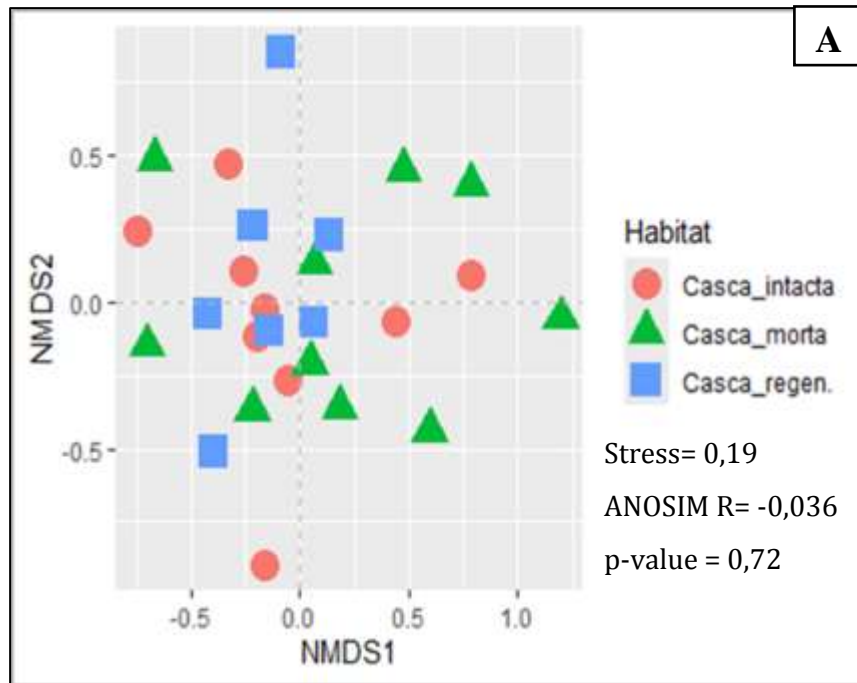


Figura 12: Escala multidimensional não métrica (NMDS) baseada na composição de espécies para árvores adultas em áreas de produção de colmeias tradicionais de casca (A) e tronco (B) em Mussangadze, usando o índice de *Bray-Curtis*.

Apesar de positivo, o valor do coeficiente R do teste ANOSIM obtido nas áreas de colmeias de tronco ($R = 0,036$) indica uma diferença muito fraca na composição florística entre os grupos amostrados. Este valor sugere que, embora haja alguma variação entre as comunidades, a separação entre os grupos não é estatisticamente robusta, apontando para uma alta semelhança florística entre as áreas comparadas. Assim, é possível que o abate selectivo de árvores para confecção colmeias esteja a exercer influência limitada sobre a composição de espécies nesta comunidade.

O valor de p encontrado em ambas as áreas de apicultura ($p > 0,05$) confirma que essas diferenças não são estatisticamente significativas. Comparando com o gráfico das áreas de colmeia de casca ($R = -0,036$; $p = 0,72$), observa-se que, embora o segundo conjunto de dados tenha um valor de R levemente positivo, nenhum dos dois apresenta evidência estatística de separação entre as áreas analisadas.

Nas áreas de apicultura tradicional, o valor de Stress obtido foi de 0,19, o que, segundo Clarke (2005), representa uma ordenação aceitável, embora esteja próximo do limite superior (0,2) geralmente considerado para interpretações confiáveis em dois eixos.

Essa ausência de diferenciação significativa em termos de composição florística pode estar relacionada a factores ecológicos locais, como o tipo de uso da terra, histórico de perturbação ou baixa heterogeneidade ambiental entre as áreas de produção de mel. Por exemplo Kasangaki *et al.* (2016) verificaram que a produção e colheita tradicional de mel não causam alterações marcantes na composição arbórea, já que os apicultores utilizam espécies abundantes para o fabrico de colmeias. Do mesmo modo, Nhantumbo *et al.* (2020) observaram que alterações na composição florística em estratos de florestas abertas de Muanza foram mínimas entre áreas com diferentes históricos de uso, sugerindo uma resiliência estrutural das comunidades vegetais, especialmente em florestas de Miombo.

4.3.5. Análise ecológica da *Sclerocarya birrea* (Mfula) no contexto da apicultura

A *Sclerocarya birrea*, conhecida localmente como Mfula ou Marula, é uma espécie arbórea multifuncional de grande importância ecológica e socioeconómica nas regiões tropicais e subtropicais da África, amplamente valorizada por ter frutos nutritivos, que são utilizados na alimentação, produção de bebidas e óleos, e por sua madeira (Shackleton *et al.*, 2005). Além disso, a floração da *Sclerocarya birrea* é uma importante fonte de néctar e pólen para as abelhas, contribuindo significativamente para a produção de mel em diversas regiões.

No contexto da produção tradicional de mel nas comunidades de Macossa, constatou-se que a casca desta espécie é tida como preferencial para a confecção de colmeias tradicionais, e que esta regenera após a sua remoção parcial. Por meio da auscultação aos apicultores locais e membros do Comité de Gestão de Recursos Naturais (CGRN), houve relatos de que as colmeias produzidas a partir da casca desta espécie chegam a durar ± 10 anos, sendo o descascamento realizado na época húmida devido a facilidade na remoção e a maleabilidade da casca neste período.

Nesta senda surgiu a necessidade de realizar uma análise ecológica voltada a essa espécie para aferir como encontra-se distribuída ao longo das áreas apícolas e aferir o grau de impacto destas práticas sobre a mesma. Na Tabela 6 são apresentados os resultados da estatística descritiva para o diâmetro médio e a extensão da remoção da casca de uma amostra de 39 árvores/colmeias de *S. birrea* (mortas, em regeneração e intactas), usadas para produção de colmeias tradicionais nas comunidades de Mussangdze e Catique Nzaia.

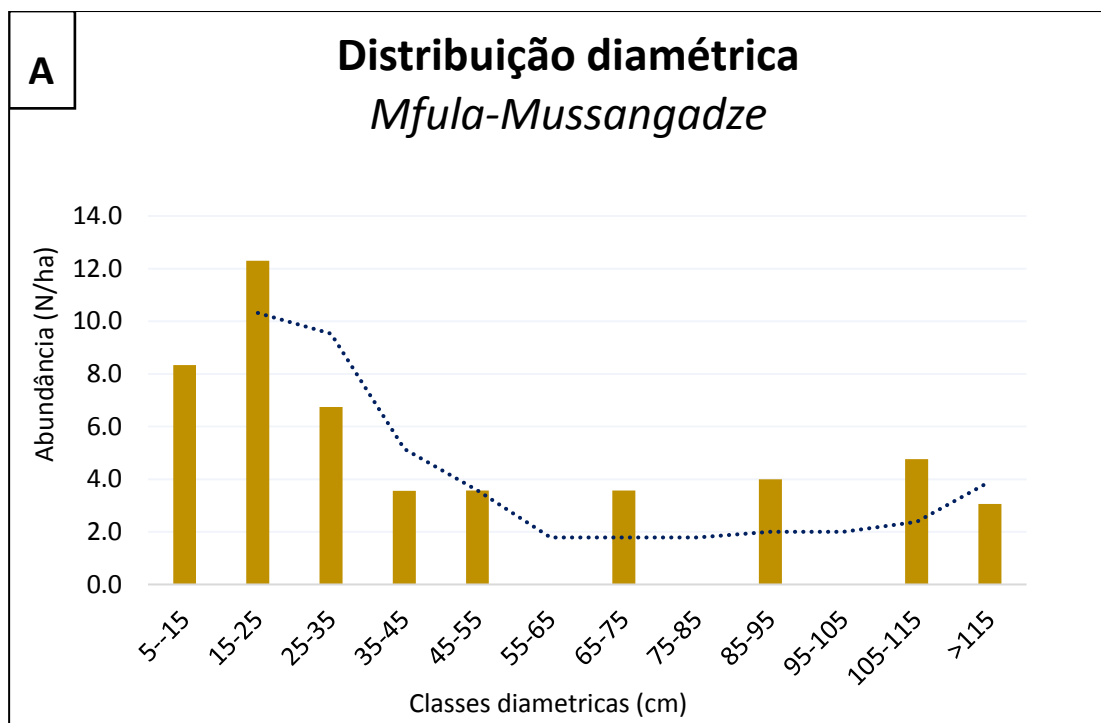
Tabela 6. Tamanho médio das árvores/colmeias de *Sclerocarya birrea* extensão da remoção da casca para produção de colmeias nas comunidades avaliadas.

Parâmetro	Estatísticas Descritivas				
	Média	Desvio Padrão	CV (%)	Min	Max
DAP (cm)	90,4	50,65	56,02	33,6	210
Comprimento da colmeia (cm)	1,3	0,2	15,4	1,2	1,7
Espessura da casca (mm)	2,9	2,1	72,4	1,4	8,5
Altura do descascamento (m)	1,2	3,5	-	1	2,5

O DAP das árvores de *Sclerocarya birrea* analisadas (somente das árvores intactas potenciais) apresentou uma amplitude notável, variando de 33,6 a 210 cm (ver tabela 6), com um desvio padrão de 50,7 indicando que embora a preferência seja maioritariamente por árvores com diâmetros maiores, na realidade, um pouco de todos tamanhos dentro da amplitude verificada é explorada, o que contribui para diminuição da disponibilidade dos indivíduos das classes de diâmetros superiores (Figura 13).

A remoção de casca dessas árvores de grande porte, como evidenciado pela média (90,4 cm), é, segundo Martins (2021), uma das formas mais prejudiciais de degradação florestal, pois estas árvores são ecologicamente cruciais, sendo as maiores produtoras de sementes e, portanto, fundamentais para a regeneração e manutenção da variabilidade genética ao nível da população dessa espécie. O estudo de Ribeiro *et al.* (2019), na RNN documentou como a confecção de colmeias a partir do abate e descascamento de árvores contribui para a degradação florestal e para o declínio de espécies melíferas indicadoras de Miombo.

As colmeias produzidas com base nesta espécie apresentaram em média 1,3 cm de comprimento enquanto que o descascamento tem sido feito entre 1 a 2,5 m de altura das árvores. A Figura 13 mostra a distribuição diamétrica da abundância de indivíduos arbóreos da espécie *Sclerocarya birrea* em ambas as comunidades.



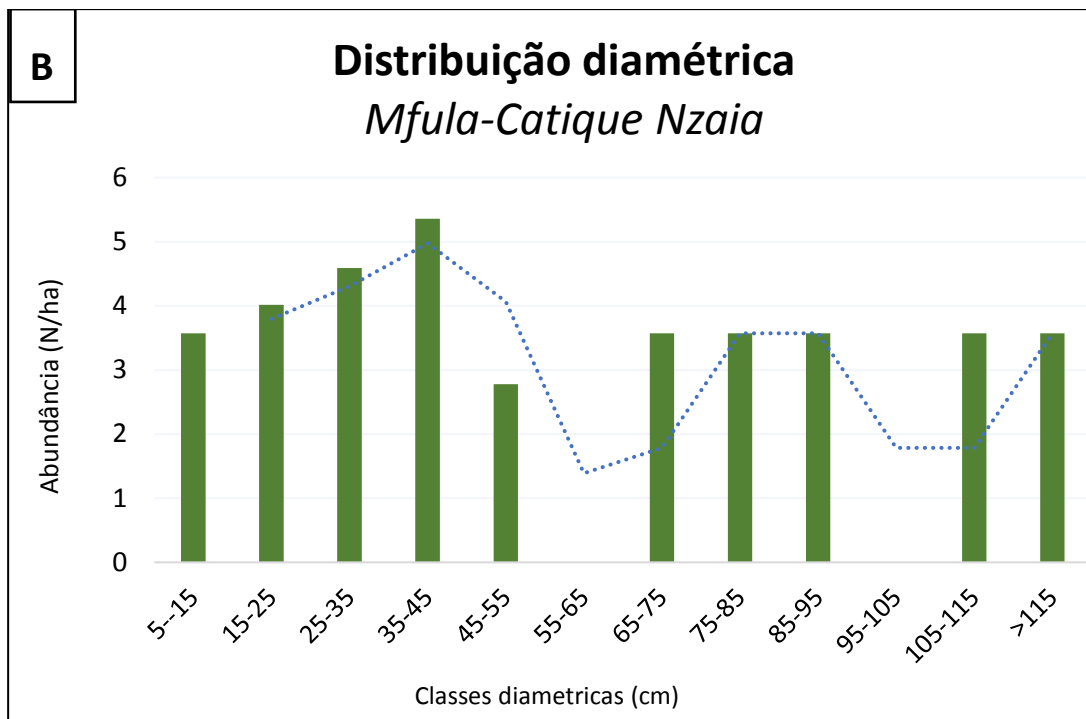


Figura 13: Distribuição diamétrica da *Sclerocarya birrea* nas áreas de produção de tradicional de mel em Mussangadze (A) e Catique Nzaia (B).

O gráfico para a comunidade de Mussangadze (Figura 13A) aproxima-se da curva de "J-invertido". A maior abundância de indivíduos desta espécie encontra-se nas classes de diâmetro mais baixas (5-15 cm e, especialmente, 15-25 cm), com um decréscimo gradual no número de árvores à medida que o diâmetro aumenta, sendo este, segundo Campbell (1998), um forte indicador de uma população com regeneração natural contínua, onde os indivíduos jovens são numerosos e garantem a substituição dos mais velhos que são removidos ou morrem.

Todavia, o cenário é ligeiramente diferente na comunidade de Catique Nzaia (Figura 13B), pois observa-se uma baixa abundância de indivíduos nas classes de diâmetro mais jovens (5-15 cm e 15-25 cm) e uma concentração de árvores em classes de diâmetro intermediárias e superiores (especialmente 65-75 cm e 95-105 cm), e essa escassez de árvores jovens sugere um distúrbio na regeneração natural desta espécie (Shackleton *et al.*, 2005).

Em termos de sustentabilidade para a apicultura tradicional a situação da *S. birrea* em Mussangadze é favorável, apresentando uma estrutura ecologicamente estável nessa região, visto

que a alta densidade de árvores nas classes pré-exploração (15-25 cm) assegura um estoque futuro para substituir as árvores maiores, enquanto que em Catique Nzaia, embora haja uma aparente abundância de árvores de grande porte (as mais procuradas para colmeias), a situação é insustentável e a exploração contínua destes indivíduos, sem que haja o recrutamento de novos para as classes de diâmetro superiores, levará ao esgotamento do recurso num futuro próximo. Os resultados mostram que a população de *S. birrea* em Catique Nzaia corre o risco de um colapso se não forem tomadas medidas de manejo que visam proteger e fomentar a regeneração da mesma.

4.4. Regeneração natural arbórea das comunidades em estudo

A composição florística da regeneração natural arbórea é representada por um total de 14.362 indivíduos (27% mortos), distribuídos em 119 espécies (Anexo 5) pertencentes a um total de 33 famílias botânicas. Destes foram registados 5.877 indivíduos distribuídos em 91 espécies de 29 famílias em Mussangadze, enquanto que em Catique Nzaia foram registados 8.485 indivíduos distribuídos em 90 espécies pertencentes a 30 famílias.

Na Tabela 7 estão apresentados os resultados sobre a dinâmica da regeneração natural arbórea nas duas comunidades em estudo, Catique Nzaia e Mussangadze. A análise focou-se na densidade de indivíduos, na riqueza de espécies e na mortalidade, dividindo a regeneração em duas classes de altura: não estabelecida (indivíduos com $HT < 1$ m) e estabelecida (indivíduos com $HT \geq 1$ m), ambas com diâmetro à altura do peito (DAP) inferior a 5 cm.

Para a regeneração estabelecida, os resultados mostram que as espécies abundantes foram a *Friesodielsia obovata*, *Artabotrys monteiroae* e a *P. rotundifolius*, com uma contribuição conjunta de cerca de 47% e 35% para a densidade total nas comunidades de Catique Nzaia e Mussangadze respectivamente. Para a regeneração não estabelecida em Catique Nzaia, as espécies que mais se destacaram foram a *F. obovata* (13%) e a *D. condylocarpon* (10%), enquanto que em Mussangadze a *C. apiculatum* (25%) expressou o maior valor de abundância relativa.

Tabela 7. Densidade, riqueza de espécies e mortalidade da regeneração natural arbórea (estabelecida e não estabelecida) nas comunidades em estudo; onde: N= Densidade; S= Riqueza de espécies; HT= Altura total.

COMUNIDADE	REGENERAÇÃO NATURAL (DAP < 5 cm)					
	Estabelecida- (HT ≥ 1 m)			Não Estabelecida- (HT < 1 m)		
	S	N (ind/ha)	Mortalidade (%)	S	N (ind/ha)	Mortalidade (%)
CATIQUE NZAIA	82	11 533	49	74	16 753	16
MUSSANGADZE	79	6 678	47	70	9 653	7

Em termos comparativos a comunidade de Catique Nzaia apresentou uma capacidade de regeneração quantitativamente superior à de Mussangadze, apresentando maior riqueza de espécies (S) e uma densidade (ind/ha) significativamente maior em ambas as fases de regeneração. Por exemplo, na regeneração estabelecida, Catique Nzaia possui 11.533 ind/ha, enquanto Mussangadze tem 6.678 ind/ha. Em ambas as comunidades, a densidade de indivíduos foi maior na classe não estabelecida ($H < 1$ m) do que na estabelecida ($H \geq 1$ m), representando um padrão ecológico comum em florestas, conhecido como curva de sobrevivência, em que um grande número de plântulas germina, porém poucas destas sobrevivem e transitam para as classes de tamanho seguintes devido à competição por recursos (luz, água e nutrientes) e outros factores (Lamprecht, 1990).

Os valores de densidade encontrados, especialmente os da regeneração não estabelecida (16.753 e 9.653 ind/ha), são consideravelmente elevados. No entanto, mais do que um indicador de recuperação pós-distúrbio, esta alta densidade pode ser interpretada como uma característica intrínseca da dinâmica natural e da elevada resiliência das florestas de Miombo, visto que este ecossistema, por natureza é adaptado a aberturas periódicas do dossel, seja pelo fogo ou pela queda e remoção das árvores. A alta densidade observada é, portanto, a resposta ecológica esperada à redução da competição por luz, que impulsiona o recrutamento.

O estudo de Ribeiro *et al.* (2008) na província de Manica corrobora com este facto, ao encontrar densidades de 2.000 a mais de 10.000 indivíduos/ha em áreas sujeitas a diferentes regimes de

fogo e uso da terra. Assim, os valores deste estudo indicam um ecossistema funcional. Pelo contrário, densidades muito mais baixas (inferiores a 1.000 indivíduos/ha), como as reportadas por Marzoli (2007), é que representariam um ecossistema degradado em que a dinâmica natural de regeneração estaria comprometida.

A riqueza de espécies (entre 70 e 82 espécies) é alta e indica uma boa diversidade estrutural, pois as florestas de Miombo, embora dominadas por poucas espécies no dossel superior, podem albergar uma diversidade considerável no sub-bosque e na camada de regeneração. Estes valores são comparáveis aos de florestas de Miombo bem conservadas em Moçambique, por exemplo, Guedes (2011), numa análise de florestas comunitárias na província da Zambézia, encontrou uma riqueza de espécies na regeneração (entre 60 á 75 espécies) que se equipara com os valores observados, reforçando que estas áreas mantêm um banco de sementes típico das florestas de Miombo.

Em termos de mortalidade Catique Nzaia registou percentagens comparativamente altas em ambas as fases de regeneração, sendo a diferença notável na regeneração não estabelecida, onde a mortalidade em Catique Nzaia (16%) é mais do que o dobro da registada em Mussangadze (7%). Na fase estabelecida, os valores são elevados e muito próximos (49% e 47%, respectivamente).

Conforme observado e registado nas parcelas um dos factores de mortalidade da regeneração natural é o fogo, normalmente usado para abertura e revitalização de campos agrícolas, afugentamento de animais e renovação de pastos. Além do fogo, a competição por recursos, como mencionado anteriormente, é um factor determinante, pois a alta densidade observada em Catique Nzaia (11.533 ind/ha), confirma inevitavelmente uma mortalidade dependente da densidade, em que os indivíduos mais fracos são eliminados (Ribeiro *et al.*, 2008). Estes resultados sugerem a necessidade de uma investigação aprofundada sobre as causas adjacentes a esta mortalidade.

4.5. Biomassa herbácea

A análise da biomassa herbácea é fundamental em ecossistemas de Miombo, pois este estrato constitui o principal combustível fino que regula a intensidade e o regime de fogo (Frost, 1996; Ribeiro *et al.*, 2008). No contexto específico das áreas apícolas, a quantificação desta biomassa permite avaliar o risco de incêndios que podem comprometer a regeneração natural (Mickels-Kokwe, 2006; Sonto, 2020). Além disso, a produtividade herbácea funciona como um indicador da estrutura florestal, revelando o impacto da abertura do dossel resultante da exploração de árvores para o fabrico de colmeias ou outras causas (Sonto, 2020).

4.5.1. Quantificação da biomassa herbácea combustível

Os resultados da estimativa de biomassa herbácea nas comunidades de Catique Nzaia e Mussangadze, distribuídos pelas áreas controle e as áreas de apicultura (casca e tronco), são apresentados na Tabela 8.

Tabela 8. Valores médios de biomassa herbácea (ton/ha) nas áreas controle e áreas de apicultura nas comunidades de Catique Nzaia e Mussangadze.

Áreas	Biomassa herbácea média (ton/ha)		
	Controle	Casca	Tronco
Catique Nzaia	1,94	1,90	1,95
Mussangadze	1,83	1,83	1,82

Observa-se que a biomassa média variou entre 1,82 e 1,95 ton/ha entre todas as categorias e comunidades analisadas. Na comunidade de Catique Nzaia, as áreas de tronco apresentaram ligeiramente maior biomassa (1,95 ton/ha), enquanto as áreas de casca apresentaram o menor valor (1,90 ton/ha). Um padrão semelhante de variação foi observado em Mussangadze.

Estes valores situam-se dentro dos intervalos documentados para ecossistemas de Miombo e savanas da África Austral. Os valores encontrados são similares aos obtidos por Nhamussua (2015) (0,58 a 2,04 ton/ha de biomassa herbácea), na floresta de Miombo nos distritos de Gondola e Manica, e na floresta de Mopane no distrito de Tambara.

Frost (1996) indica que a biomassa herbácea nestes ecossistemas pode variar de 0,5 a 6,0 ton/ha, dependendo da pluviosidade e da densidade do dossel arbóreo. Estes valores podem ser explicados pela relação inversa entre a cobertura arbórea e a biomassa herbácea, amplamente descrita na literatura (Frost, 1996; Sonto, 2020). A presença de um estrato herbáceo moderado nas áreas de estudo sugere a existência de um dossel florestal que exerce supressão sobre as gramíneas por competição de luz e nutrientes, indicando que as áreas amostradas mantêm características florestais típicas e não são áreas abertas ou degradadas (pradarias).

4.5.1.1. Análise comparativa da biomassa herbácea entre as áreas de estudo

A comparação estatística das médias de biomassa entre as áreas não perturbadas (controle) e as áreas sujeitas a exploração (casca e tronco) é apresentada na Tabela 9.

Tabela 9. Resultados do teste-t de Student para comparação de médias de biomassa herbácea entre áreas controle e áreas exploradas (casca e tronco) em Mussangadze e Catique Nzaia.

<i>Teste-t: duas amostras presumindo variâncias diferentes</i>		
MUSSANGADZE	<i>biomassa (controle)</i>	<i>biomassa (casca)</i>
Média	1,83	1,83
Gl	2778	
Stat t	0,03	
p-value(T<=t)	0,98	

<i>Teste-t: duas amostras presumindo variâncias diferentes</i>		
MUSSANGADZE	<i>biomassa (controle)</i>	<i>biomassa (tronco)</i>
Média	1,83	1,82
gl	2155	
Stat t	0,25	
p-value(T<=t)	0,80	

<i>Teste-t: duas amostras presumindo variâncias diferentes</i>		
CATIQUE NZAIA	<i>biomassa (controle)</i>	<i>biomassa (casca)</i>
Média	1,94	1,90
Gl	2329	
Stat t	1,96	
p-value(T<=t)	0,06	

<i>Teste-t: duas amostras presumindo variâncias diferentes</i>		
CATIQUE NZAIA	<i>biomassa (controle)</i>	<i>biomassa (tronco)</i>
Média	1,94	1,95
gl	1887	
Stat t	-0,22	
p-value(T<=t)	0,83	

A análise estatística demonstrou que não existem diferenças significativas ($p > 0,05$) na carga de combustível herbáceo entre as áreas controle e as áreas de apicultura, tanto de casca como de tronco, em ambas as comunidades.

- Áreas controle x Áreas de produção de colmeias de casca: Em Mussangadze ($p = 0,98$) e Catique Nzaia ($p = 0,06$), as médias revelaram-se estatisticamente iguais.

- Áreas controle x Áreas de produção de colmeias de tronco: Em Mussangadze ($p = 0,80$) e Catique Nzaia ($p = 0,83$), também não houve diferenças estatisticamente significativas.

Esta similaridade estatística sugere que as áreas de apicultura tradicional possuem características estruturais do sub-bosque semelhantes às áreas controle ou não perturbadas. Ao contrário do que se poderia esperar em cenários onde a exploração florestal cria clareiras excessivas, o que levaria a um aumento da biomassa de gramíneas devido à maior entrada de luz, os dados indicam que as áreas de apicultura mantêm um equilíbrio de biomassa equivalente ao das áreas controle. Portanto, em termos de acumulação de combustível fino, as áreas onde são extraídas cascas e troncos de árvores para confecção de colmeias não diferem das áreas de referência (áreas controle) na floresta, sugerindo uma homogeneidade na estrutura do ecossistema entre os locais amostrados.

4.5.2. Composição e caracterização florística herbácea

A composição florística da componente herbácea é representada por um total 18 espécies, das quais 15 destas espécies ocorrem em Catique Nzaia, enquanto que em Mussangadze foram registadas 16 espécies. A análise da composição e da contribuição de biomassa por espécie herbácea nas comunidades de estudo (Figura 14) revelou padrões distintos de dominância ecológica entre as áreas de Catique Nzaia e Mussangadze, embora ambas partilhem uma base florística típica de ecossistemas de savana arborizada e florestas de Miombo.

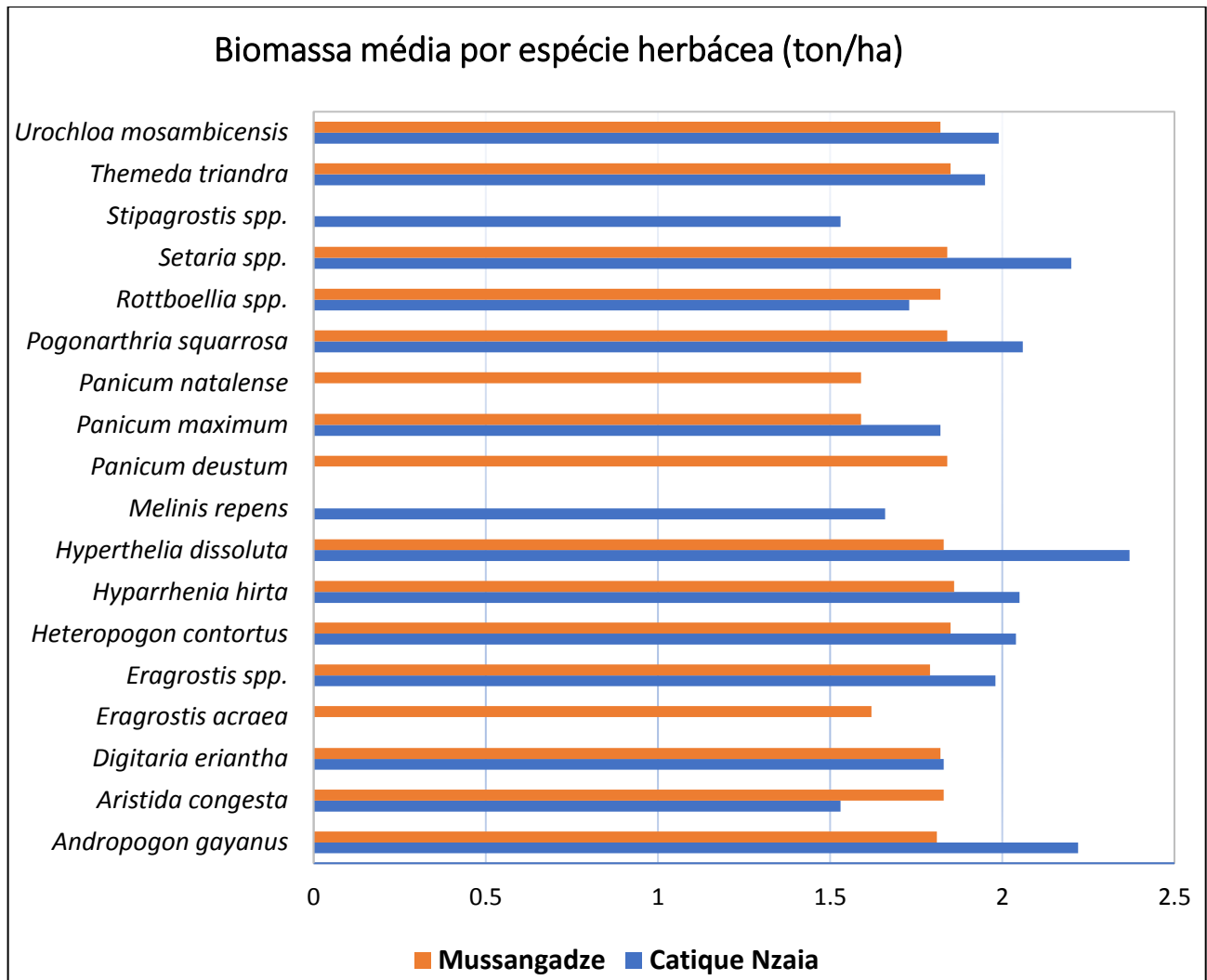


Figura 14: Composição específica e biomassa média por espécie herbácea nas comunidades em estudo.

Em termos médios, a comunidade de Catique Nzaia é fortemente dominada por *Hyperthelia dissoluta* (2,37 ton/ha) e *Andropogon gayanus* (2,22 ton/ha), seguidas por *Pogonarthria squarrosa* (2,06 ton/ha). A dominância destas espécies, particularmente da *H. dissoluta* e *A. gayanus*, sugere um estrato herbáceo vigoroso. Segundo Chidumayo (1997), *Andropogon gayanus* (capim-gamba) é uma gramínea perene de alto porte, altamente competitiva e adaptada a solos ácidos e de baixa fertilidade, características edáficas comuns em muitas manchas de Miombo. A presença expressiva de *Hyperthelia dissoluta* (capim-amarelo), é frequentemente associada a áreas de clareira ou bordaduras de floresta, podendo indicar um dossel mais aberto

nesta comunidade, o que permite maior incidência de luz solar e estimula a sua actividade fotossintética.

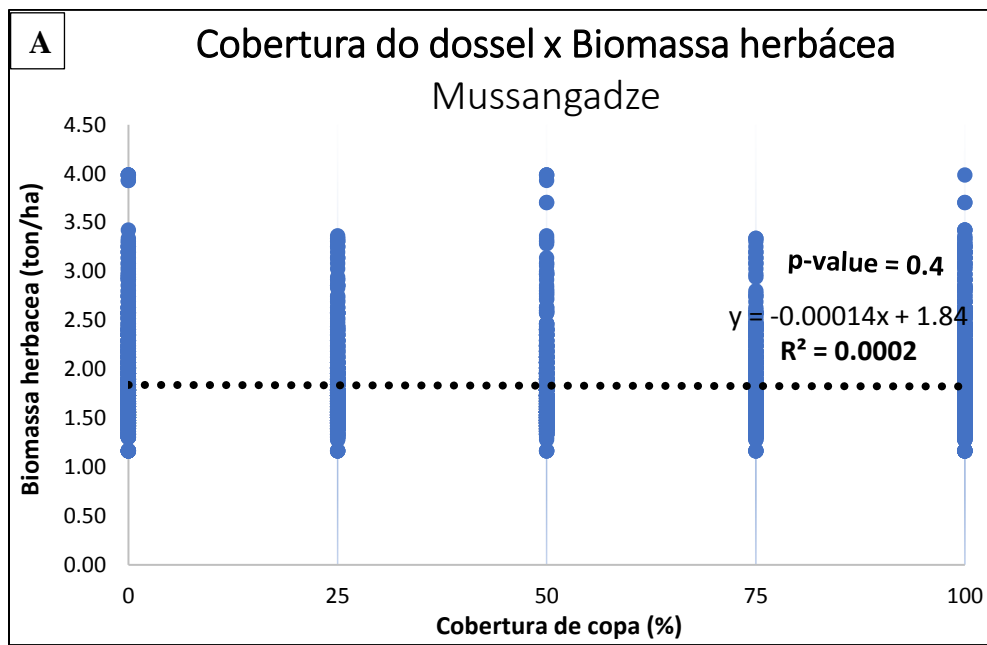
Em contraste, a comunidade de Mussangadze apresentou uma distribuição de biomassa mais homogénea entre as espécies, sem picos tão acentuados quanto em Catique Nzaia. As espécies dominantes foram *Hyparrhenia hirta* (1,86 ton/ha) e *Heteropogon contortus* (1,85 ton/ha), com valores muito próximos de *Panicum maximum* e *Pogonarthria squarrosa*. A dominância de *Heteropogon contortus* (capim-lança) é ecologicamente significativa, pois de acordo com Frost (1996), esta espécie é frequentemente um indicador de regimes de fogo frequentes ou de pressão de pastoreio, sendo uma espécie adaptada que responde vigorosamente após a passagem do fogo.

A composição florística registada em ambas as comunidades confirma que o estrato herbáceo é constituído por espécies típicas das florestas de Miombo da África Austral. De acordo com White (1983) e Chidumayo (1997), o sub-bosque do Miombo é caracteristicamente dominado por gramíneas das tribos Andropogoneae (géneros *Andropogon*, *Hyparrhenia*, *Hyperthelia*, *Heteropogon*) e Paniceae (géneros *Panicum*, *Digitaria*, *Setaria*). Os resultados obtidos corroboram com os estudos de Ribeiro *et al.* (2012) em Moçambique e de Campbell (1996) no Zimbabué, que identificaram os géneros *Hyparrhenia* e *Andropogon* como os principais constituintes da biomassa de combustível fino nestes ecossistemas. A presença de *P. squarrosa* e *Eragrostis* spp. em ambas as áreas é também consistente com a literatura, sendo estas espécies frequentemente associadas a solos arenosos e pobres em nutrientes, típicos da paisagem do Miombo (WWF, 2012).

É importante notar que a biomassa herbácea média tende a ser inversamente proporcional à cobertura do dossel arbóreo devido à competição por luz e nutrientes. As espécies aqui identificadas, sendo maioritariamente gramíneas C4, dependem de alta luminosidade. Portanto, a elevada biomassa de *H. dissoluta*, assim como de *A. gayanus* em Catique Nzaia sugere não apenas a aptidão ecológica destas espécies, mas também a integridade do regime de perturbações (fogo e herbivoria) que mantém o estrato herbáceo funcional e produtivo, essencial para a ciclagem de nutrientes no ecossistema de Miombo.

4.5.3. Influência da cobertura do dossel florestal sobre a biomassa herbácea

A relação entre o estrato arbóreo (dossel) e o sub-bosque herbáceo é uma componente fundamental na dinâmica das florestas de Miombo. Teoricamente, em ecossistemas de savana, espera-se uma relação inversa entre estas variáveis, em que o aumento da densidade do dossel suprime o crescimento de gramíneas através da competição por luz solar, nutrientes e água. No entanto, os resultados deste estudo revelaram que essa interação é complexa e varia nas comunidades, sugerindo que outros factores podem estar a sobrepor-se à influência directa da cobertura arbórea. Os resultados da regressão linear estão apresentados na Figura 15 e Anexo 6.



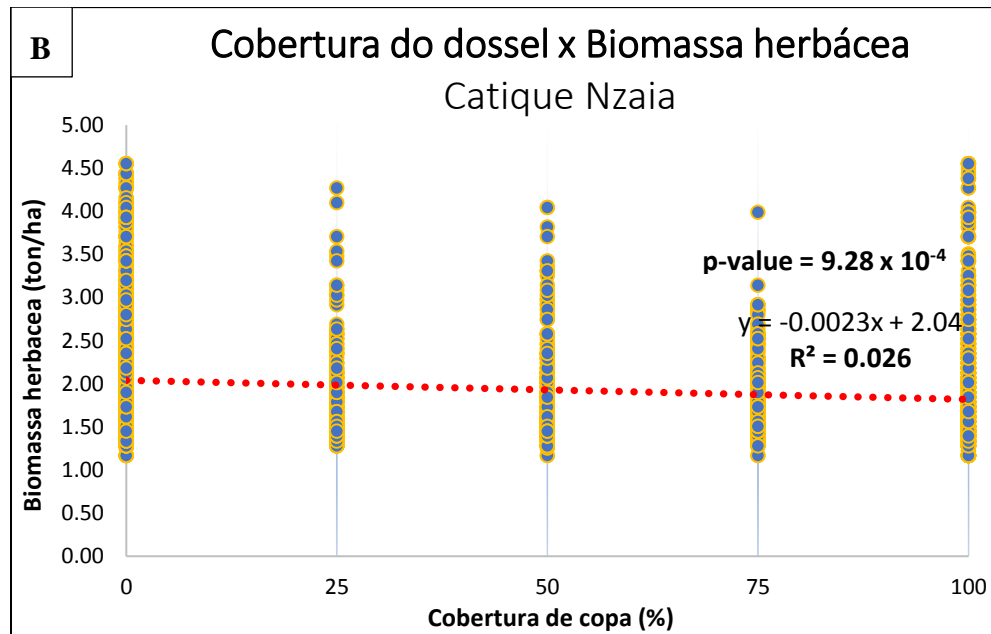


Figura 15: Relação entre a cobertura de copa (%) e a biomassa herbácea (ton/há) em Mussangadze (A) e Catiqye Nzaia (B).

Na comunidade de Mussangadze, a análise de regressão linear não demonstrou uma relação significativa entre a cobertura de copa e a biomassa herbácea (Figura 15A). O coeficiente de determinação obtido ($R^2 = 0,0002$) indica que a variação na cobertura do dossel explica uma fracção negligenciável da variação na biomassa herbácea. Adicionalmente, o valor-p de 0,40 ($p > 0,05$) confirma a ausência de uma tendência linear estatisticamente significativa.

Contudo, estes resultados podem ser explicados pelo histórico de perturbações na área, pois conforme observado na análise da regeneração natural (secção 4.6), a ocorrência de queimadas é frequente nesta região, portanto, a biomassa herbácea registada no momento do levantamento pode não reflectir o potencial produtivo imposto pela luz (cobertura), mas sim a carga de combustível remanescente após a passagem do fogo.

Na comunidade de Catiqye Nzaia a análise de regressão apresentou um coeficiente de correlação negativo ($r = -0,16$) e um valor-p extremamente baixo ($9,28 \times 10^{-4}$), indicando que existe uma relação inversa real, em que áreas com maior cobertura de copa tendem a ter menor biomassa herbácea (Anexo 6). Apesar da significância estatística, o coeficiente de determinação foi baixo ($R^2 = 0,026$), significando que apenas cerca de 2,6% da variação da biomassa é explicada pela

cobertura arbórea, o que é comum em sistemas ecológicos complexos onde múltiplos factores actuam simultaneamente (Figura 15B).

A existência desta correlação negativa em Catique Nzaia, ao contrário de Mussangadze, pode também ser atribuída à composição florística do seu estrato herbáceo. Como apresentado anteriormente, esta comunidade é dominada por *H. dissoluta* e *A. gayanus*, gramíneas altas que são heliófitas obrigatórias. Estas espécies dependem de alta incidência luminosa para maximizar a sua produção de biomassa, conseqüentemente, o fechamento do dossel exerce um efeito supressor mais perceptível sobre estas espécies do que sobre as encontradas em Mussangadze.

Ainda que sutil, essa correlação aproxima-se dos resultados encontrados por Ribeiro *et al.* (2013) e Sonto (2020), onde áreas com maior densidade arbórea apresentavam menor carga de combustível fino. Contudo, o baixo valor de R^2 em ambas as comunidades alerta para o facto de que a cobertura do dossel florestal não deve ser utilizada como preditor único da biomassa herbácea. A variabilidade edáfica e a disponibilidade de água no solo são, provavelmente, factores limitantes que actuam em conjunto com a luz para determinar a produtividade herbácea nesta comunidade.

Os resultados encontrados em ambas as comunidades sugerem que nas comunidades avaliadas a relação entre árvores e gramíneas não é linear nem uniforme. A biomassa herbácea disponível (essencial tanto para o pastoreio animal como para a dinâmica do fogo) é resultante de uma interação em que o regime de fogo e as características específicas das gramíneas dominantes podem sobrepor-se ao efeito de sombreamento do dossel florestal.

5. CONCLUSÕES

Com base no levantamento ecológico realizado nas comunidades de Catique Nzaia e Mussangadze, e em resposta aos objectivos traçados para este estudo, conclui-se que:

- i. A apicultura tradicional assenta na utilização selectiva de diversas espécies, com preferência para *Sclerocarya birrea* (Mfula), devido a qualidades da sua casca, porém a mesma demonstra capacidade de regenerar após extracção parcial da sua casca. Para as colmeias de tronco, as espécies comumente usadas nestas comunidades são a *Pseudolachnostylis maprouneifolia* e a *Burkea africana*.
- ii. A avaliação da estrutura horizontal indicou em parte um baixo impacto das práticas da apicultura tradicional, visto que as espécies-alvo: *Sclerocarya birrea*, *Burkea africana*, *Pseudolachnostylis maprouneifolia* e *Albizia antunesiana* mantêm-se entre as 10 espécies com elevado valor ecológico nas áreas avaliadas. Porém detectou-se um desequilíbrio nas classes de indivíduos adultos de *Sclerocarya birrea*, o que alerta para um risco de insustentabilidade local desta espécie. A estrutura vertical manteve-se estável.
- iii. A apicultura, nos níveis actuais, não altera a composição e diversidade florística, como confirmado pelas análises de riqueza, diversidade, similaridade e ordenação (NMDS), que demonstraram não existirem diferenças na composição de espécies entre as áreas de apicultura e as áreas controle, e estes resultados sugerem que o ecossistema possui, até ao momento, capacidade de suportar a pressão causada pela remoção selectiva de indivíduos.
- iv. A floresta demonstrou uma notável capacidade regenerativa, evidenciada por uma regeneração abundante e diversificada em ambas as comunidades, reforçando a ideia de que o potencial regenerativo das florestas de Miombo continua sendo robusto.
- v. O resultado demonstrou que não houve diferenças significativas na quantidade de material combustível (biomassa herbácea) entre as áreas de apicultura e as áreas controle, sugerindo que as áreas apresentam características homogêneas.

6. RECOMENDAÇÕES

Embora a apicultura tradicional nos níveis actuais não impacte significativamente, o abate e descascamento desenfreado de árvores para a produção de colmeias pode representar um risco futuro para a sustentabilidade da floresta, daí que se recomenda:

- i. Elaboração de um plano de manejo sustentável de colmeias tradicionais que integre práticas de colheita parcial da casca, definição de diâmetros mínimos de corte para produção de colmeias de tronco, assim como a monitoria contínua da população de *Sclerocarya birrea* e outras espécies, com enfoque a regeneração das mesmas, garantindo assim a preservação da base de recursos florestais pela qual a própria apicultura depende e conciliando o desenvolvimento económico com a conservação da biodiversidade.
- ii. À comunidade académica, sugere-se a realização de estudos focados ao regime de fogo e a sua relação com a sobrevivência de plântulas das espécies, de modo aprofundar a investigação sobre as causas da elevada mortalidade na regeneração natural nesta região.
- iii. Ao governo, recomenda-se a criação de incentivos a certificação da origem do mel (selo), agregando valor ao produto dos apicultores que adoptam as boas práticas de manejo de colmeias tradicionais e gerando assim um incentivo económico para a conservação da biodiversidade local.
- iv. Implementar programas de educação ambiental que associem a conservação da biodiversidade à apicultura, e de forma integrada procurar promover outras alternativas de rendimento sustentável que possam complementar a apicultura, de forma a minimizar a necessidade de expansão da apicultura através de métodos destrutivos.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ✓ Bandeira, S. O., & Macamo, C. M. (2007). Vegetação e flora lenhosa de Inhamitanga, Sofala, Moçambique. Cahiers Agricultures, 16(3), 163-172.
- ✓ Berkes, F. (2008). Ecologia Sagrada: Conhecimento Ecológico Tradicional e Gestão de Recursos. Taylor e Francis.
- ✓ Bila, A., & Mondlane, F. (2019). Análise da cadeia de valor do mel em Moçambique: Desafios e oportunidades para o sector familiar. Maputo: Publicações Académicas UEM.
- ✓ Botão, G. M., Siteo, A. A., & Mavie, H. (2017). Avaliação da diversidade e estrutura florística em diferentes tipologias de Miombo na Província de Manica, Moçambique. Revista Moçambicana de Ciências Florestais, 12(1), 1-15.
- ✓ Bradbear, N. (2009). Bees and their role in forest livelihoods: A guide to the services provided by bees and the sustainable harvesting, processing and marketing of their products. FAO.
- ✓ Camara, A. S., Costa, E. M., & Zandamela, P. S. (2024). Padrões de Regeneração Natural e Sucessão Florestal em Ecossistemas Tropicais de Moçambique. Revista Moçambicana de Ciências Florestais, 12(1), 1-15.
- ✓ Campbell, I. M. (1996). The Miombo in transition: Woodlands and welfare in Africa. Center for International Forestry Research (CIFOR).
- ✓ Campbell, I. M., Grundy, B. M., & Balslev, H. (1998). Effects of tree cutting and herbivory on Sclerocarya birrea (Anacardiaceae) population structure in a communal area in Zimbabwe. AETFAT, Wageningen, Netherlands.
- ✓ Carroll, T. (2010). The ecological impact of traditional beekeeping in the North West province of Zambia. Forest Department, Ndola.
- ✓ Chao, A., Gotelli, N., Hsieh, T. C., 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.
- ✓ Chapman, M. G., & Underwood, A. J. (2010). Ecological patterns in multivariate analyses: searching for causes in complex systems. Marine Ecology Progress Series. 187.
- ✓ Chave, J., Andalo, C., Brown, S., Cairns, M. A., Chambers, J. Q., Eamus D., Folster H., e Yamakura T. (2013). Tree Allometry and Improved Estimation of Carbon Stocks and Balance in Tropical Forests. Ecosystem Ecology. 145, 87–99.

- ✓ Chaves, A. G., Santos, R. M. S., Dos Santos, J. O., Fernandes, A. A., & Maracajá, P. B. (2013). A importância dos levantamentos florístico e fitossociológico para a conservação e preservação das florestas. Revista ACSA. V, 9, n, 2, p, 42-48.
- ✓ Chidumayo, E. N. (2013). Forest degradation and recovery in a Miombo woodland landscape. Forest Ecology and Management. 300, 123-132.
- ✓ Chidumayo, E. N., & Gumbo, D. J. (2010). The Ecology and management of Miombo woodlands: Status and change. Earthscan.
- ✓ Chidumayo, E. N., & Gumbo, D. J. (2022). The Ecology and Management of African Savannas. Springer.
- ✓ Chilundo, C., Nhantumbo, I., & Gujur, A. (2005). The value of Miombo woodlands to rural livelihoods in Mozambique. Southern African Forestry Journal, 205(1), 1-8.
- ✓ Clarke, J. M., Makuku S. J., Mukwenhu, P., & Ncube, J., (1996). Apoiar iniciativas locais na regeneração florestal: um estudo de caso da terra comunal de Ntabazinduna no Zimbabué. Programa de Silvicultura e Uso da Terra, IIED Londres.
- ✓ Clarke, K. R. (2005). Non-parametric multivariate analyses of changes in community structure. Australian Journal of Ecology. 18(1), 117-143.
- ✓ Clauss, B. (1991). Abelhas e apicultura na província Noroeste da Zâmbia. Departamento Florestal e Programa de Desenvolvimento Rural Integrado (IRDP), Levantamento da Apicultura, Ndola, Zâmbia.
- ✓ Cuambe, M. V., Bandeira, R. & Siteo, S. (2023). Estrutura e composição de espécies arbóreas nativas em Taratibu, Parque Nacional das Quirimbas, no norte de Moçambique. Revista de Ciências Ambientais (Online). (62), 1-13.
- ✓ Dewees, P. A., Campbell, B. M., Katerere, Y., Siteo, A., Cunningham, A. B., Angelsen, A. e Wunder, S. (2010). Gestão das Florestas de Miombo da África Austral, Jornal de Pesquisa sobre Política de Recursos Naturais. 2: 1, 57-73.
- ✓ Durigan, M. E. (1999). Florística, Dinâmica e Análise Proteica de uma Floresta Ombrófila Mista em São João do Triunfo – Tese de Mestrado. Curitiba, Brasil: Universidade Federal do Paraná. 138pp.
- ✓ FAO. (2005). Global Forest Resources Assessment: Desk reference. Rome, Italy, Food and Agriculture Organization of the United Nations. 253 pp.

- ✓ FAO. (2009). Apiculture in the Tropics. Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- ✓ Filho, E. O. (2014). Fitossociologia, Diversidade e Similaridade entre Fragmentos de Cerrado Stricto Sensu sobre Neossolos Quartzarênicos Órticos, nos Municípios de Cuiamá e Chapada dos Guimarães, Estado de Mato Grosso, Brasil - Dissertação de Mestrado. Mato Grosso, Brasil: Universidade Federal de Mato Grosso. 86p.
- ✓ Freitas, W. K., & Magalhães, L. M. S. (2012). Métodos Paramétricos para Estudos da Vegetação com Ênfase no Estrato Arbóreo. Floresta e Ambiente, 19 (4), 520-540.
- ✓ Frost, P. (1996). The ecology of Miombo woodlands. In B, Campbell (Ed.), The Miombo in Transition: Woodlands and Welfare in Africa (pp. 11-57), CIFOR.
- ✓ Frost, P. (2020). Regimes de incêndio e a estrutura das florestas de Miombo. African Journal of Ecology. 58(3), 203-215.
- ✓ Guambe, S., Manjate, F., & Sousa, J. (2004). Dinâmica de florestas densas de Miombo na África Central. CIRAD.
- ✓ Guedes, S. B. (2011). Análise da sustentabilidade do manejo comunitário de florestas na Província da Zambézia, Tese de Mestrado. Universidade Eduardo Mondlane, Maputo, Moçambique.
- ✓ Guedes, S. B. (2004). Caracterização silvicultural e comparação das reservas florestais de Maronga, Moribane e Zomba, Província de Manica. Universidade Eduardo Mondlane-Faculdade de Agronomia e Engenharia Florestal, Tese de licenciatura.
- ✓ Husselmann, M. (2008). Geração de rendimentos a partir de produtos florestais secos: estudos de caso dos distritos de Kapiri e Chongwe. Stellenbosch, África do Sul.
- ✓ Illgner, P. M., Nel, E. L., Robertson, M. P. (1999). Beekeeping and local self-reliance in rural Southern Africa. Geogr Rev 88(3):349–362.
- ✓ IUCN. (2024). The IUCN Red List of Threatened Species, Version 2024-1. <https://www.iucnredlist.org>.
- ✓ Kajobe, R. e Roubik, D. W. (2006). Abundância e predação de colônias de abelhas produtoras de mel por macacos e humanos em uma reserva florestal de Uganda. Biotropica, 38(2), 210-218.

- ✓ Kasangaki, A., Bitariho, R., & Babaasa, D. (2016). Impact of traditional beekeeping on forest resources in tropical forests of Uganda. Journal of Environmental Management, 172, 103–110.
- ✓ Kingman, A. (2024). Avoiding degradation through sustainable honey production in the Miombo: DARWIN Initiative Main Annual Report 1 (April 2023 – March 2024). Micaia Foundation.
- ✓ Klein, A. M., Cunningham, S. A., & Kremen, C., (2020). Impacts of traditional beekeeping practices on forest trees:a review. Journal of Forest Ecology, 15(3), 45-58.
- ✓ Klein, A. M., Vaissière, B. E., Cane, J. H., Steffan-Dewenter, I., Cunningham, S. A., Kremen, C., & Tscharntke, T. (2007). Importance of pollinators in changing landscapes for world crops. Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences. 303-313.
- ✓ Lamprecht, H. (1990). Silvicultura nos Trópicos. Alemanha: GTZ, 343pp.
- ✓ Legendre, P., & Legendre, L. (2012). Numerical Ecology. (3rd ed.), Elsevier.
- ✓ Lima, J. P., & Leão, J. R. (2013). Dinâmica de Crescimento e Distribuição Diamétrica de Fragmentos de Florestas Nativas e Plantadas na Amazônia Sul Ocidental. Floresta e Ambiente. 20 (1), 70-79.
- ✓ Longhi, S. J. (1980). A estrutura de uma floresta natural de Araucaria angustifolia (Bert.) no Sul do Brasil - Tese de Mestrado. Brasil: Universidade Federal do Paraná. 220pp.
- ✓ Mabunda, F. D., Siteo, A. A., & Nhantumbo, M. M. (2014). Impacto da extracção de madeira sobre a diversidade e estrutura de florestas de Miombo na Província de Niassa, Moçambique. Journal of Tropical Forest Science (Online). (52), 1-20.
- ✓ MADER. (2021). Relatório Anual de Estatísticas Agrárias e Florestais. Ministério da Agricultura e Desenvolvimento Rural, República de Moçambique.
- ✓ MAE. (2011). Relatório do seminário de troca de experiência sobre desenvolvimento da apicultura e mercado de mel. Maputo, Moçambique.
- ✓ MAE. (2014). Perfil do Distrito de Macossa, Província de Manica. Ministério de Administração Estatal.
- ✓ Martins, E. G. (2021). The role of mother trees in the regeneration of a logged tropical forest. Journal of Applied Ecology. v, 58, n, 2, p, 450-460.
- ✓ Marzoli, A. (2007). Inventário Florestal Nacional. Direcção Nacional de Terras e Florestas, Ministério da Agricultura, Maputo, Moçambique.

- ✓ Massango, C. B., & Buanzela, J. S. L. (2020). Structure, composition and diversity of Miombo woodland in dilute to distinct soil gradients in Niassa Reserve, Mozambique. Journal of Forestry Research.
- ✓ Massango, C. B., Buanzela, J. S. L., & Mulhovo, V. (2018). Estrutura, diversidade e uso das espécies lenhosas das florestas de Miombo em Chicomo, Inhambane, Moçambique. Revista Agronômica Moçambicana, 1(1), 1-10.
- ✓ Melo, A. S. (2008). O que Ganhamos “Confundindo” Riqueza de Espécies e Equabilidade em um Índice de Diversidade. Biota Neotropica. 8 (3), 21-27.
- ✓ Mickels-Kokwe, G. (2006). Small-scale woodland-based enterprises with a bearing on Miombo woodland conservation. Miombo Woodlands in Transition: Research and Development for Sustainable Management, CIFOR.
- ✓ MICOA (Ministério para a Coordenação da Acção Ambiental). (2007). Relatório do Estado do Ambiente de Moçambique. Maputo.
- ✓ Montgomery, D. C. (2017). Design and Analysis of Experiments, John Wiley & Sons,
- ✓ Mueller-Dombois, D., Ellenberg, H. (1974), Aims and methods of vegetation ecology, New York: John Wiley & Sons.
- ✓ Munthali, M. G., & Mughogho, D. E. (2012). Traditional beekeeping and its potential to support rural livelihoods in Malawi, International Journal of Biodiversity and Conservation, 4(14), 588–596.
- ✓ Munthali, M. G., e Mughogho, D. E. (1992). Incentivos económicos para a conservação: Apicultura e utilização de lagartas Saturniidae pelas comunidades rurais, Biodiversidade e Conservação, 1, 143-154.
- ✓ Munyuli, T. (2012). Biodiversidade de polinizadores em Uganda e na África Subsaariana: Estratégias de gestão de paisagens e habitats para sua conservação. Jornal Internacional de Biodiversidade e Conservação. 4(10), 592-606.
- ✓ Nhamussua, R. R. (2015). Avaliação das Emissões de Gases de Efeito Estufa a a partir de Queimadas Florestais nos Ecossistemas de Mopane e Miombo na Província de Manica. Maputo. Universidade Eduardo Mondlane.
- ✓ Nhantumbo, V., Ribeiro, N. S., & Mubai, M. (2020). Effects of land use and harvesting practices on the diversity of woody species in Miombo woodlands: The case of Muanza Sofala. Southern Forests: A Journal of Forest Science. 82(3), 222–229.

- ✓ Nogueira, R. H., & Couto, L. A. (2006). Apicultura: manejo e produtos. FUNEP.
- ✓ Ntenga, G., Mugongo, B. (1991). Caçadores de mel e apicultores: um estudo da apicultura tradicional no distrito de Babbati, Tanzânia. Universidade Sueca, Ciências Agrárias, Centro Rural Internacional, p, 84.
- ✓ Philip, M. S. (1998). Measuring Trees and Forests. CABI Publishing, USA, 310 p.
- ✓ Ribeiro, N. S., Cangela, A. A., Chauque, A., Bandeira, R. R. & Ribeiro-Barros, A. (2017). Caracterização da distribuição espacial e temporal do regime de fogos na Reserva Nacional do Niassa, Norte de Moçambique. *Internacional Wildland Fire* 26(12):1021–1029.
- ✓ Ribeiro, N. S., Kairo, M., & Chivhandikwa, T. (2008). Structure and regeneration of Miombo woodland in the Manica province of Mozambique. *Southern Forests: a Journal of Forest Science*, 70(2), 119-127.
- ✓ Ribeiro, N. S., Katerere, Y., Chirwa, P. W., & Grundy, I. M. (2020). Florestas de Miombo num Ambiente em Mudança: Garantir a Resiliência e a Sustentabilidade das Pessoas e Florestas. Springer Natureza.
- ✓ Ribeiro, N. S., Matos, C., I. R., Washington-Allen, R. A., & Ribeiro, A. (2013). Monitoring vegetation dynamics and carbon stock density in Miombo woodland. *Carbon Balance and Management*, 8 (11), 1-9.
- ✓ Ribeiro, N. S., Mushove, P., Awasse, A., e Simango, S. (2002). Caracterização Ecológica da Floresta de Galeria do Rio Mecubúri na Reserva Florestal de Mecubúri, Província de Nampula. Maputo, Moçambique: UICN, 56 pp.
- ✓ Ribeiro, N. S., Siteo, A. A., & Guedes, B. S. (2008). Estrutura e composição florística de um povoamento de *Brachystegia spiciformis* (Benth) na Reserva Nacional do Niassa, Moçambique. *Boletim da Sociedade Broteriana, Série 2*, 70, 85-102.
- ✓ Ribeiro, N. S., Siteo, A. A., Guedes, B. S., & Staiss, C. (2002). Manual de Silvicultura Tropical, Maputo: UEM/FAEF/DEF.
- ✓ Ribeiro, N. S., Snook, L. K., & Alves, T. (2019). Recolha de mel de colmeias selvagens e tradicionais nas florestas de Miombo da Reserva Nacional do Niassa, Moçambique: Quais são os impactos nas populações de árvores?. *Global Ecology Conservation*.
- ✓ Ryan, C. M., & Ndemera, T. (2007). Species diversity and stand structure of Miombo woodlands in selected areas of Zimbabwe. *Forest Ecology and Management*, 1-10.

- ✓ Ryan, C. M., Williams, M., & Grace, J. (2013). Above- and Belowground Carbon Stocks in a Miombo Woodland Landscape of Mozambique. *Biotropica*, 43(4), 423–432.
- ✓ Shackleton, C. M., & Clarke, J. (2021). The importance of local-level monitoring for the sustainable use of non-timber forest products. *Forests, Trees and Livelihoods*, 75-90.
- ✓ Shackleton, C. M., Thompson, E. S., & Netshiluvhi, T. R. (2005). Growth and fruit production of Sclerocarya birrea in the South African lowveld. *Agroforestry Systems and Livelihoods*, 55(3), 175-180, South Africa.
- ✓ Silva, J., & Sousa, T. (2021). Effects of bark removal on tree physiology and health. *Tree Physiology Journal*, 41(2), 123-132.
- ✓ Silva, J. (2022). Tecnologias para o manejo sustentável da apicultura em Miombo. *African Journal of Sustainable Development*, 14(3), 178-192.
- ✓ Silva, J. (2023). Impactos da apicultura e agricultura em florestas de Miombo. *Biodiversity and Conservation*, 32(3), 587-603.
- ✓ Siteo, A. (1999). Estrutura, Composição e Dinâmica de uma Floresta Natural em Barué, Província de Manica. Relatório Final do Projecto de Investigação Florestal, UEM, 25 p.
- ✓ Siteo, A. (2000). Recursos Florestais Não-Madeireiros em Moçambique: Um Olhar Sobre o seu Potencial. Centro de Investigação Florestal, UEM, Maputo.
- ✓ Siteo, A. A., Mandlate, L. J. C., & Guedes, B. S. (2012). Biomass and carbon stocks of Brachystegia spiciformis Benth, woodlands in the Tete province, Mozambique. In *Proceedings of the First World Congress on Agroforestry* (pp, 1-6), Nairobi, KE.
- ✓ Siteo, A., Guedes, B. S., & Ribeiro, N. S. (2020). O papel dos Produtos Florestais Não-Madeireiros (PFNM) na resiliência das comunidades de Manica e Sofala. *Revista de Ecologia Tropical*.
- ✓ Snook, L., Alves, T., Sousa, C., Loo, J., Gratzner, G., Duguma, L., Schrotter, C., Ribeiro, N., Mazuze, F., Cuco, E., Elias, M. (2015). Reaprender o conhecimento tradicional para alcançar a sustentabilidade: recolha de mel no Miombo floresta do norte de Moçambique. In: XIV Congresso Florestal Mundial, África do Sul, 7–11 de Setembro de 2015.
- ✓ Soares, C. P. B., Paula-Neto, F., & Souza, A. L. (2012). Dendrometria e Inventário Florestal (2ª ed.). Viçosa, MG: Editora UFV.

- ✓ Sonto, E. P. (2020). Comportamento do fogo e sua relação com as florestas de Miombo na Reserva Nacional do Niassa. Mestrado em Maneio e Conservação da Biodiversidade, Universidade Eduardo Mondlane.
- ✓ Timberlake, J., Chidumayo, E. (2011). Miombo ecoregion vision report. Occasional publications in biodiversity no. 20. Biodiversity Foundation for Africa, Bulawayo.
- ✓ Uramoto, K., Walder, J. M. M., & Zucchi, R. A. (2005). Ecology, Behavior And Bionomics - Análise Quantitativa e Distribuição de Populações de Espécies de Anastrepha (Diptera: Tephritidae) no Campus Luiz de Queiroz, Piracicaba, São Paulo. Rev, Bras, Neotropical Entomology 34: 33-039.
- ✓ Vaccaro, S. (1997). Caracterização Fitossociológica de Três Fases Sucessionais de uma Floresta Estacional Decidual, no Município de Santa Tereza - Tese de Mestrado. Santa Maria, Brasil: Universidade Federal de Santa Maria, 104pp.
- ✓ Vermeulen, S. J. (1996). Corte de árvores por residentes locais numa área comunitária e numa floresta estatal adjacente no Zimbabwé. Ecol Manage 81:101–111,
- ✓ White, F. (1983). The Vegetation of África, Natural Resources Research 20. UNESCO, Paris.
- ✓ Williams, M., Ryan, C. M., Rees, R. M., Sembane, E., Fernando, J., & Grace, J. (2008). Carbon cycling in a tropical savanna woodland in Mozambique. Biogeosciences, 5(6), 1507-1521.
- ✓ Wilssone, A. (2020). Autenticidade do mel produzido por Apis mellifera L. no Parque Nacional da Gorongosa. Mestrado em Biologia de Conservação Parque Nacional da Gorongosa.
- ✓ World Wide Fund For Nature (WWF). (2012). Miombo Ecoregion Report “Home of the Zambezi” Conservation Strategy: 2011-2020. Harare, 36p.

8. ANEXOS

Anexo 1. Imagens de árvores mortas descascadas/abatidas, e colmeias produzidas.



Árvore morta de *Sclerocarya birrea* (A)



Árvore descascada de *Sclerocarya birrea* (B)

Fonte: (Projecto DARWIN, 2024)



Colmeias de casca (C)



Colmeia de Tronco (D)

Fonte: (Projecto DARWIN, 2024)

Anexo 2A. Distribuição das parcelas por comunidade.

PARCELAS - CATIQUE_NZAIA				
TIPO DE COLMEIA	ÁREAS			ESPÉCIE (ÁRVORE CENTRAL DA PARCELA)
	CONTROLE	APICULTURA		
	ÁRV. INTACTA	ÁRV. MORTA	ÁRV. REGENERADA	
CASCA	PCCSI-1	PCCSM-1	PCCSR-1	<i>Sclerocarya birrea</i>
	PCCSI-2	PCCSM-2	PCCSR-2	<i>Sclerocarya birrea</i>
	PCCSI-3	PCCSM-3	PCCSR-3	<i>Sclerocarya birrea</i>
	PCCSI-4	PCCSM-4	PCCSR-4	<i>Sclerocarya birrea</i>
	PCCJI-5	PCCJM-5	-----	<i>Julbernardia globiflora</i>
	PCCSI-6	PCCSM-6	PCCSR-6	<i>Sclerocarya birrea</i>
	PCCSI-7	PCCSM-7	PCCSR-6	<i>Sclerocarya birrea</i>
	PCCSI-8	PCCSM-8	PCCSR-6	<i>Sclerocarya birrea</i>
TRONCO	PCTI-1	PCTM-1	-----	<i>Burkea africana</i>
	PCTI-2	PCTM-2	-----	<i>Burkea africana</i>
	PCTI-3	PCTM-3	-----	<i>Albizia antunesiana</i>
	PCTI-4	PCTM-4	-----	<i>Albizia forbesii</i>
	PCTI-5	PCTM-5	-----	<i>Pseudolachnostylis maprouneifolia</i>
	PCTI-6	PCTM-6	-----	<i>Albizia antunesiana</i>
	PCTI-7	PCTM-7	-----	<i>Albizia antunesiana</i>
	PCTI-8	PCTM-8	-----	<i>Albizia antunesiana</i>

PARCELAS - MUSSANGADZE				
TIPO DE COLMEIA	ÁREAS			ESPÉCIE (ÁRVORE CENTRAL DA PARCELA)
	CONTROLE	APICULTURA		
	ÁRV. INTACTA	ÁRV. MORTA	ÁRV. REGENERADA	
CASCA	PMCBM-1	PMCBM-1	-----	<i>Brachystegia spiciformis</i>
	-----	PMCBM-2	-----	<i>Brachystegia spiciformis</i>
	PMCSI-3	PMCSM-3	PMCSR-3	<i>Sclerocarya birrea</i>
	PMCSI-4	PMCSM-4	PMCSR-4	<i>Sclerocarya birrea</i>
	PMCSI-5	-----	-----	<i>Sclerocarya birrea</i>
	PMCSI-6	PMCSM-6	PMCSR-6	<i>Sclerocarya birrea</i>
	PMCSI-7	PMCSM-7	PMCSR-7	<i>Sclerocarya birrea</i>
	PMCSI-8	PMCSM-8	PMCSR-8	<i>Sclerocarya birrea</i>
	PMCSI-9	PMCSM-9	PMCSR-9	<i>Sclerocarya birrea</i>
	-----	PMCSM-10	-----	<i>Sclerocarya birrea</i>
TRONCO	PMCSI-11	PMCSM-11	PMCSR-11	<i>Sclerocarya birrea</i>
	PMTI-1	PMTM-1	-----	<i>Pseudolachnostylis maprouneifolia</i>
	PMTI-2	PMTM-2	-----	<i>Terminalia brachystemma</i>
	PMTI-3	PMTM-3	-----	<i>Terminalia brachystemma</i>
	PMTI-4	PMTM-4	-----	<i>Albizia antunesiana</i>
	PMTI-5	PMTM-5	-----	<i>Ozoroa obovata</i>
	PMTI-6	PMTM-6	-----	<i>Burkea africana</i>
	PMTI-7	PMTM-7	-----	<i>Pseudolachnostylis maprouneifolia</i>
	PMTI-8	PMTM-8	-----	<i>Cordyla africana</i>
	PMTI-9	PMTM-9	-----	<i>Terminalia brachystemma</i>
PMTI-10	PMTM-10	-----	<i>Pseudolachnostylis maprouneifolia</i>	

Anexo 2B. Ficha de campo para colecta de dados sobre vegetação adulta (DAP \geq 5 cm).

Comunidade **Colector** **Data** **Tipo**
de vegetação **Parcela** **Queimada** **Coordenadas**

N°	Nome científico	Nome vernacular	DAP (cm)	HT(m)	FT	ES	Vigor	Obs,
1								
2								
3								
4								
5								
6								
7								
8								
9								
10								
11								
12								
13								
14								
15								
16								
17								
18								
19								
20								
21								
22								
23								
24								
25								

Anexo 2C. Ficha de campo para colecta de dados sobre regeneração natural (DAP < 5 cm).

Comunidade **Colector** **Data** **Tipo**
de vegetação **Parcela** **Queimada** **Coordenadas**

Nº	Nome científico	Nome vernacular	Freq	Vivos	Mortos	Semente	Broto	Causa morte
1								
2								
3								
4								
5								
6								
7								
8								
9								
10								
11								
12								
13								
14								
15								
16								
17								
18								
19								
20								
21								
22								
23								

Anexo 2D. Ficha de campo para colecta de dados sobre cobertura graminal e do dossel.

Comunidade **Colector** **Data** **Tipo de vegetação** **Parcela** **Queimada** **Coordenadas**

Nº	Nome científico	Nome vernacular	Altura do disco (cm)	Cobertura de copa (%)
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16				
17				
18				
19				
20				
21				
22				
23				
24				
25				
26				
27				
28				
29				
30				

Anexo 3A. Lista de espécies identificadas nas áreas de apicultura em Catique Nzaia, sendo: X= Ocorre

NOME CIENTIFICO	CASCA	TRONCO	NOME CIENTIFICO	CASCA	TRONCO
<i>Afzelia quanzensis</i>	X	X	<i>Kigelia africana</i>	X	X
<i>Albizia antunesiana</i>	X	X	<i>Kirkia acuminata</i>	X	X
<i>Albizia forbesii</i>		X	<i>Lannea schweinfurthii</i>	X	X
<i>Albizia harveyi</i>	X	X	<i>Lonchocarpus bussei</i>	X	X
<i>Albizia sp</i>		X	<i>Lonchocarpus capassa</i>	X	X
<i>Annona senegalensis</i>	X	X	<i>Manilkara mochisia</i>		X
<i>Artabotrys sp,</i>	X		<i>Markhamia zanzibarica</i>	X	X
<i>Bauhinia petersiana</i>	X	X	<i>Melanodiscus oblongus</i>		X
<i>Berchemia discolor</i>	X	X	<i>Millettia sp,</i>	X	X
<i>Boscia salicifolia</i>	X		<i>Millettia stuhlmannii</i>	X	X
<i>Brachystegia bussei</i>	X		<i>Monodora junodii</i>		X
<i>Brachystegia spiciformis</i>	X		<i>Morella pilulifera</i>	X	X
<i>Bridelia cathartica</i>		X	<i>Ormocarpum kirkii</i>	X	
<i>Bridelia micranta</i>	X		<i>Ozoroa obovata</i>	X	
<i>Burkea africana</i>	X	X	<i>Phyllanthus discoideus</i>		X
<i>Cassia abbreviata</i>	X	X	<i>Piliostigma thonningii</i>	X	X
<i>Cissus integrifolia</i>	X	X	<i>Pseudolachnostylis maprouneifolia</i>	X	X
<i>Cleistochlamys kirkii</i>	X	X	<i>Pterocarpus angolensis</i>		X
<i>Combretum apiculatum</i>	X	X	<i>Pterocarpus rotundifolius</i>	X	X
<i>Combretum collinum</i>	X	X	<i>Pterocarpus sp,</i>	X	X
<i>Combretum hereroense</i>	X	X	<i>Rhoicissus sp,</i>	X	X
<i>Combretum imberbe</i>	X		<i>Schrebera trichoclada</i>	X	X
<i>Combretum mossambicense</i>		X	<i>Sclerocarya birrea</i>	X	X
<i>Combretum paniculatum</i>	X		<i>Senegalia burkei</i>		X
<i>Commiphora pyracanthoide</i>	X	X	<i>Senegalia nigrescens</i>	X	X
<i>Commiphora sp,</i>		X	<i>Spirostachys africana</i>	X	X
<i>Crossopterix febrifuga</i>	X	X	<i>Sterculia africana</i>	X	X
<i>Dalbergia melanoxyton</i>	X	X	<i>Stereospermum kunthianum</i>	X	X
<i>Dalbergia nitidula</i>	X	X	<i>Strophantus sp,</i>	X	
<i>Dalbergia sp</i>		X	<i>Strychnos cocculoides</i>	X	X
<i>Deinbollia xanthocarpa</i>	X	X	<i>Strychnos spinosa</i>	X	X
<i>Dichrostachys cinerea</i>	X	X	<i>Tamarindus indica</i>	X	X
<i>Diospyros kirkii</i>		X	<i>Terminalia brachystemma</i>	X	X
<i>Diospyros quiloensis</i>	X	X	<i>Terminalia sp</i>		X
<i>Diospyros usambarensis</i>	X	X	<i>Terminalia stenostachya</i>	X	X
<i>Diplorhynchus condylocarpon</i>	X	X	<i>Vachellia nilotica</i>	X	
<i>Dombeya rotundifolia</i>		X	<i>Vachellia robusta</i>		X
<i>Ehretia sp,</i>	X		<i>Vachellia sp</i>	X	X
<i>Erythrina abyssinica</i>	X	X	<i>Vangueria infausta</i>		X
<i>Euphorbia sp</i>		X	<i>Vitex ferruginea</i>		X
<i>Friesodielsia obovata</i>	X	X	<i>Vitex harveana</i>		X
<i>Garcinia livingstonei</i>		X	<i>Xeroderris stuhlmannii</i>	X	X
<i>Grewia bicolor</i>	X	X	<i>Xylopia parviflora</i>	X	
<i>Holarrhena pubescens</i>	X	X	<i>Zanha africana</i>	X	X
<i>Julbernardia globiflora</i>	X		<i>Ziziphus mucronata</i>	X	X
Total Geral				69	76

Anexo 3B. Lista de espécies identificadas nas áreas de apicultura em Mussangadze.

NOME CIENTIFICO	CASCA	TRONCO	NOME CIENTIFICO	CASCA	TRONCO
<i>Azelia quanzensis</i>		X	<i>Lannea schweinfurthii</i>	X	X
<i>Albizia antunesiana</i>	X	X	<i>Lonchocarpus bussei</i>	X	X
<i>Albizia harveyi</i>	X	X	<i>Lonchocarpus capassa</i>	X	X
<i>Albizia sp</i>		X	<i>Maerua angolensis</i>		X
<i>Albizia versicolor</i>	X		<i>Markhamia obtusifolia</i>	X	X
<i>Annona senegalensis</i>		X	<i>Markhamia zanzibarica</i>		X
<i>Antidesma venosum</i>	X		<i>Millettia stuhlmannii</i>	X	
<i>Artabotrys brachypeta</i>	X		<i>Ozoroa obovata</i>	X	X
<i>Artabotrys monteiroae</i>	X		<i>Peltophorum africanum</i>	X	
<i>Bauhinia petersiana</i>		X	<i>Piliostigma thomningii</i>	X	X
<i>Boscia salicifolia</i>	X	X	<i>Pseudolachnostylis maprouneifolia</i>	X	X
<i>Brachystegia spiciformis</i>	X		<i>Pterocarpus angolensis</i>	X	X
<i>Burkea africana</i>	X	X	<i>Pterocarpus angolensis</i>	X	
<i>Cassia abbreviata</i>	X	X	<i>Pterocarpus rotundifolius</i>	X	X
<i>Cissus integrifolia</i>	X		<i>Pterocarpus sp</i>	X	X
<i>Combretum apiculatum</i>	X	X	<i>Ricinodendron rautanenii</i>	X	X
<i>Combretum collinum</i>	X	X	<i>Sclerocarya birrea</i>	X	X
<i>Combretum hereroense</i>	X	X	<i>Securidaca longepedunculata</i>		X
<i>Combretum imberbe</i>	X	X	<i>Senegalia burkei</i>		X
<i>Commiphora africana</i>	X		<i>Senegalia nigrescens</i>	X	X
<i>Commiphora pyracanthoide</i>		X	<i>Senna petersiana</i>	X	
<i>Commiphora sp</i>	X	X	<i>Sterculia quinquiloba</i>		X
<i>Cordyla africana</i>		X	<i>Stereospermum kunthianum</i>	X	X
<i>Crossopterix febrifuga</i>	X	X	<i>Strychnos cocculoides</i>	X	X
<i>Dalbergia melanoxydon</i>	X	X	<i>Strychnos spinosa</i>	X	
<i>Dalbergia sp</i>	X		<i>Terminalia brachystemma</i>	X	X
<i>Dalbergia nitidula</i>	X	X	<i>Terminalia sp</i>	X	
<i>Dichrostachys cinerea</i>	X	X	<i>Turraea nilotica</i>	X	
<i>Diospyros kirkii</i>	X		<i>Vachellia burkei</i>	X	
<i>Diospyros usambarensis</i>	X	X	<i>Vachellia robusta</i>		X
<i>Diplorhynchus condylocarpon</i>	X	X	<i>Vachellia sp</i>	X	X
<i>Dombeya rotundifolia</i>	X		<i>Vangueria infausta</i>		X
<i>Flacourtia indica</i>		X	<i>Vitex ferruginea</i>	X	X
<i>Grewia bicolor</i>	X	X	<i>Vitex payo</i>	X	
<i>Grewia sp</i>		X	<i>Xeroderris stuhlmannii</i>	X	X
<i>Gymnosporia senegalensis</i>	X		<i>Ximenia caffra</i>	X	X
<i>Holarrhena pubescens</i>	X	X	<i>Ziziphus mucronata</i>	X	X
<i>Hymenocardia acida</i>	X	X	Total Geral	65	57
<i>Julbernardia globiflora</i>	X				
<i>Kigelia africana</i>	X	X			

Anexo 4A. Parâmetros fitossociológicos das espécies arbóreas amostradas nas áreas controle em Catique Nzaia, segundo a ordenação do IVI ($DAP \geq 5$ cm). Sendo: GA= Dominância absoluta, GR= Dominância relativa, ABi= Abundância absoluta, ABr= Abundância relativa, FA= Frequência absoluta, FR= Frequência relativa, IVI= índice de valor de importância.

Nome científico	ABi	ABr	GA	GR	FA	FR	IVI
<i>Pterocarpus rotundifolius</i>	37	15.4	0.68	16.56	0.7	6.0	38.0
<i>Diplorhynchus condylocarpon</i>	34	14.4	0.34	8.28	0.6	4.9	27.6
<i>Combretum collinum</i>	28	11.9	0.29	7.12	0.8	7.1	26.1
<i>Combretum apiculatum</i>	24	10.0	0.26	6.29	0.5	4.4	20.6
<i>Terminalia brachystemma</i>	11	4.7	0.22	5.46	0.5	4.4	14.5
<i>Crossopterix febrifuga</i>	9	3.7	0.23	5.56	0.6	4.9	14.1
<i>Grewia bicolor</i>	11	4.6	0.08	1.98	0.5	4.4	11.0
<i>Pseudolachnostylis maprouneifolia</i>	8	3.2	0.17	4.03	0.4	3.3	10.5
<i>Albizia antunesiana</i>	4	1.7	0.25	6.01	0.3	2.7	10.4
<i>Sclerocarya birrea</i>	3	1.1	0.27	6.52	0.3	2.7	10.4
<i>Strychnos cocculoides</i>	5	2.2	0.23	5.67	0.2	1.6	9.5
<i>Lonchocarpus capassa</i>	3	1.1	0.07	1.71	0.5	4.4	7.2
<i>Lannea schweinfurthii</i>	2	1.0	0.09	2.13	0.4	3.8	7.0
<i>Dalbergia melanoxylon</i>	5	2.1	0.03	0.78	0.4	3.3	6.1
<i>Julbernardia globiflora</i>	6	2.5	0.12	2.81	0.1	0.5	5.9
<i>Senegalia nigrescens</i>	2	0.7	0.10	2.50	0.3	2.7	5.9
<i>Pterocarpus sp.</i>	7	2.8	0.06	1.57	0.1	1.1	5.5
<i>Combretum hereroense</i>	3	1.3	0.06	1.41	0.3	2.2	4.9
<i>Xeroderris stuhlmannii</i>	2	0.8	0.06	1.58	0.3	2.2	4.5
<i>Burkea africana</i>	1	0.5	0.10	2.39	0.1	1.1	3.9
<i>Holarrhena pubescens</i>	3	1.2	0.01	0.30	0.3	2.2	3.7
<i>Kirkia acuminata</i>	0	0.2	0.09	2.31	0.1	1.1	3.6
<i>Morella pilulifera</i>	2	0.8	0.02	0.54	0.3	2.2	3.6
<i>Dalbergia nitidula</i>	3	1.4	0.04	0.86	0.1	1.1	3.4
<i>Bauhinia petersiana</i>	2	0.8	0.01	0.22	0.2	1.6	2.7
<i>Cleistochlamys kirkii</i>	3	1.1	0.02	0.40	0.1	1.1	2.6
<i>Diospyros usambarensis</i>	1	0.6	0.01	0.30	0.2	1.6	2.5
<i>Cissus integrifolia</i>	2	0.7	0.00	0.12	0.2	1.6	2.4
<i>Lonchocarpus bussei</i>	1	0.5	0.01	0.23	0.2	1.6	2.3
<i>Cassia abbreviata</i>	1	0.4	0.03	0.68	0.1	1.1	2.1
<i>Albizia harveyi</i>	2	0.7	0.02	0.61	0.1	0.5	1.8
<i>Markhamia zanzibarica</i>	1	0.5	0.01	0.17	0.1	1.1	1.7
<i>Azelia quanzensis</i>	1	0.3	0.01	0.32	0.1	1.1	1.7
<i>Annona senegalensis</i>	2	0.7	0.01	0.32	0.1	0.5	1.5
<i>Erythrina abyssinica</i>	1	0.3	0.01	0.14	0.1	1.1	1.5
<i>Ormocarpum kirkii</i>	1	0.6	0.01	0.34	0.1	0.5	1.5
<i>Dichrostachys cinerea</i>	0	0.2	0.00	0.09	0.1	1.1	1.4
<i>Dalbergia sp</i>	1	0.6	0.01	0.16	0.1	0.5	1.3
<i>Pterocarpus angolensis</i>	1	0.1	0.02	0.43	0.1	0.5	1.1
<i>Zanha africana</i>	1	0.4	0.00	0.12	0.1	0.5	1.0
<i>Combretum mossambicense</i>	1	0.4	0.00	0.07	0.1	0.5	1.0
<i>Combretum imberbe</i>	1	0.2	0.01	0.24	0.1	0.5	1.0
<i>Millettia sp.</i>	1	0.3	0.00	0.09	0.1	0.5	0.9
<i>Vangueria infausta</i>	1	0.3	0.00	0.07	0.1	0.5	0.9
<i>Schrebera trichoclada</i>	1	0.1	0.01	0.12	0.1	0.5	0.8
<i>Xylopia parviflora</i>	1	0.2	0.00	0.02	0.1	0.5	0.8
<i>Dombeya rotundifolia</i>	1	0.1	0.00	0.06	0.1	0.5	0.7
<i>Diospyros quiloensis</i>	1	0.1	0.00	0.06	0.1	0.5	0.7
<i>Senegalia burkei</i>	1	0.1	0.00	0.06	0.1	0.5	0.7
<i>Diospyros kirkii</i>	1	0.1	0.00	0.05	0.1	0.5	0.7

<i>Ziziphus mucronata</i>	1	0.1	0.00	0.05	0.1	0.5	0.7
<i>Friesodielsia obovata</i>	1	0.1	0.00	0.03	0.1	0.5	0.7
<i>Commiphora pyracanthoide</i>	1	0.1	0.00	0.02	0.1	0.5	0.7
<i>Rhoicissus sp.</i>	1	0.1	0.00	0.02	0.1	0.5	0.7
<i>Ehretia sp.</i>	1	0.1	0.00	0.02	0.1	0.5	0.7
<i>Tamarindus indica</i>	1	0.1	0.00	0.01	0.1	0.5	0.7
<i>Deinbollia xanthocarpa</i>	1	0.1	0.00	0.01	0.1	0.5	0.7
Total	237	100	4.11	100	11.4	100	300

Anexo 4B. Parâmetros fitossociológicos das espécies arbóreas amostradas nas áreas de produção de colmeias de casca em Catique Nzaia, segundo a ordenação do IVI (DAP \geq 5 cm). Sendo: GA= Dominância absoluta, GR= Dominância relativa, ABi= Abundância absoluta, ABr= Abundância relativa, FA= Frequência absoluta, FR= Frequência relativa, IVI= índice de valor de importância.

Nome científico	ABi	ABr	GA	GR	FA	FR	IVI
<i>Pterocarpus rotundifolius</i>	44	18.4	0.6	14.1	0.50	4.07	36.57
<i>Combretum apiculatum</i>	36	14.9	0.5	10.6	0.57	4.65	30.08
<i>Diplorhynchus condylocarpon</i>	26	10.9	0.3	6.2	0.71	5.81	22.92
<i>Combretum collinum</i>	26	10.6	0.2	5.2	0.86	6.98	22.82
<i>Sclerocarya birrea</i>	3	1.4	0.5	12.5	0.64	5.23	19.09
<i>Lonchocarpus capassa</i>	5	2.2	0.1	3.1	0.57	4.65	9.95
<i>Terminalia brachystemma</i>	6	2.6	0.1	1.8	0.64	5.23	9.62
<i>Grewia bicolor</i>	7	2.8	0.1	2.0	0.50	4.07	8.87
<i>Julbernardia globiflora</i>	9	3.9	0.2	3.6	0.07	0.58	8.14
<i>Senegalia nigrescens</i>	3	1.1	0.2	4.4	0.29	2.33	7.76
<i>Combretum hereroense</i>	5	1.9	0.0	1.0	0.57	4.65	7.56
<i>Terminalia stenostachya</i>	1	0.2	0.3	6.1	0.14	1.16	7.45
<i>Xeroderris stuhlmannii</i>	4	1.8	0.1	2.6	0.36	2.91	7.28
<i>Albizia harveyi</i>	4	1.5	0.1	2.7	0.36	2.91	7.13
<i>Diospyros usambarensis</i>	7	3.1	0.0	0.8	0.29	2.33	6.18
<i>Lannea schweinfurthii</i>	3	1.4	0.1	1.7	0.36	2.91	6.04
<i>Dalbergia melanoxylon</i>	4	1.7	0.1	2.2	0.21	1.74	5.62
<i>Crossopterix febrifuga</i>	4	1.7	0.1	2.8	0.14	1.16	5.62
<i>Strychnos cocculoides</i>	3	1.4	0.1	1.6	0.29	2.33	5.33
<i>Pseudolachnostylis maprouneifolia</i>	3	1.1	0.1	2.1	0.21	1.74	4.94
<i>Bauhinia petersiana</i>	6	2.6	0.0	0.6	0.21	1.74	4.92
<i>Markhamia zanzibarica</i>	2	1.0	0.0	0.3	0.43	3.49	4.76
<i>Morella pilulifera</i>	4	1.7	0.0	0.8	0.21	1.74	4.27
<i>Albizia antunesiana</i>	1	0.4	0.1	1.7	0.14	1.16	3.31
<i>Tamarindus indica</i>	3	1.1	0.0	1.1	0.14	1.16	3.29
<i>Strychnos spinosa</i>	2	0.7	0.0	0.2	0.21	1.74	2.68
<i>Ozoroa obovata</i>	1	0.3	0.0	1.1	0.14	1.16	2.62
<i>Boscea salicifolia</i>	1	0.3	0.0	1.1	0.14	1.16	2.59
<i>Burkea africana</i>	1	0.4	0.0	1.0	0.14	1.16	2.57
<i>Bridelia micranta</i>	2	0.9	0.0	0.9	0.07	0.58	2.38
<i>Dalbergia nitidula</i>	2	0.6	0.0	0.6	0.14	1.16	2.37
<i>Cleistochlamys kirkii</i>	2	0.7	0.0	0.2	0.14	1.16	2.11
<i>Lonchocarpus bussei</i>	1	0.5	0.0	0.3	0.14	1.16	2.01
<i>Piliostigma thonningii</i>	1	0.3	0.0	0.5	0.14	1.16	2.00
<i>Millettia stuhlmannii</i>	1	0.5	0.0	0.8	0.07	0.58	1.87
<i>Commiphora pyracanthoide</i>	1	0.4	0.0	0.1	0.14	1.16	1.69
<i>Holarrhena pubescens</i>	1	0.4	0.0	0.1	0.14	1.16	1.68
<i>Ziziphus mucronata</i>	1	0.2	0.0	0.2	0.14	1.16	1.55
<i>Dichrostachys cinerea</i>	1	0.3	0.0	0.1	0.14	1.16	1.55
<i>Brachystegia bussei</i>	1	0.4	0.0	0.5	0.07	0.58	1.51
<i>Cissus integrifolia</i>	1	0.2	0.0	0.1	0.14	1.16	1.45
<i>Brachystegia spiciformis</i>	1	0.2	0.0	0.3	0.07	0.58	1.07
<i>Combretum paniculatum</i>	1	0.2	0.0	0.1	0.07	0.58	0.88

<i>Zanha africana</i>	1	0.2	0.0	0.0	0.07	0.58	0.83
<i>Kigelia africana</i>	1	0.1	0.0	0.1	0.07	0.58	0.81
<i>Deinbollia xanthocarpa</i>	1	0.1	0.0	0.0	0.07	0.58	0.73
<i>Artabotrys sp.</i>	1	0.1	0.0	0.0	0.07	0.58	0.72
<i>Sterculia africana</i>	1	0.1	0.0	0.0	0.07	0.58	0.71
<i>Vachellia nilotica</i>	1	0.1	0.0	0.0	0.07	0.58	0.71
<i>Diospyros quiloensis</i>	1	0.1	0.0	0.0	0.07	0.58	0.70
<i>Friesodielsia obovata</i>	1	0.1	0.0	0.0	0.07	0.58	0.70
Total	240	100	4.3	100	12.3	100	300

Anexo 4C. Parâmetros fitossociológicos das espécies arbóreas amostradas nas áreas de produção de colmeias de tronco em Catique Nzaia, segundo a ordenação do IVI (DAP \geq 5 cm). Sendo: GA= Dominância absoluta, GR= Dominância relativa, ABi= Abundância absoluta, ABr= Abundância relativa, FA= Frequência absoluta, FR= Frequência relativa, IVI= índice de valor de importância.

Nome científico	Abi	Abr	GA	GR	Fabs	Frel	IVI
<i>Diplorhynchus condylocarpon</i>	75	26.8	0.83	17.86	1.0	7.1	51.8
<i>Pterocarpus rotundifolius</i>	44	15.8	0.82	17.49	0.9	6.3	39.6
<i>Combretum collinum</i>	47	16.8	0.44	9.48	1.0	7.1	33.4
<i>Pseudolachnostylis maprouneifolia</i>	15	5.3	0.53	11.36	0.6	4.5	21.1
<i>Crossopteryx febrifuga</i>	17	5.9	0.25	5.27	0.9	6.3	17.4
<i>Albizia antunesiana</i>	1	0.5	0.51	10.99	0.4	2.7	14.1
<i>Combretum apiculatum</i>	12	4.2	0.19	3.97	0.5	3.6	11.7
<i>Lonchocarpus capassa</i>	4	1.4	0.09	1.93	0.8	5.4	8.7
<i>Terminalia brachystemma</i>	5	1.9	0.09	1.90	0.6	4.5	8.3
<i>Lannea schweinfurthii</i>	4	1.4	0.15	3.13	0.4	2.7	7.2
<i>Xeroderris stuhlmannii</i>	3	1.0	0.12	2.54	0.5	3.6	7.1
<i>Burkea africana</i>	4	1.3	0.13	2.86	0.4	2.7	6.8
<i>Combretum hereroense</i>	5	1.9	0.07	1.42	0.3	1.8	5.1
<i>Holarrhena pubescens</i>	4	1.4	0.02	0.45	0.4	2.7	4.6
<i>Dalbergia melanoxylon</i>	2	0.6	0.02	0.48	0.4	2.7	3.8
<i>Ziziphus mucronata</i>	2	0.8	0.01	0.29	0.4	2.7	3.8
<i>Tamarindus indica</i>	1	0.5	0.07	1.42	0.3	1.8	3.7
<i>Strychnos spinosa</i>	2	0.8	0.01	0.25	0.3	1.8	2.8
<i>Dichrostachys cinerea</i>	4	1.4	0.02	0.46	0.1	0.9	2.8
<i>Strychnos cocculoides</i>	1	0.3	0.03	0.66	0.3	1.8	2.8
<i>Markhamia zanzibarica</i>	4	1.3	0.02	0.43	0.1	0.9	2.6
<i>Grewia bicolor</i>	1	0.3	0.02	0.43	0.3	1.8	2.5
<i>Pterocarpus sp.</i>	4	1.3	0.01	0.32	0.1	0.9	2.5
<i>Senegalia nigrescens</i>	1	0.3	0.01	0.30	0.3	1.8	2.4
<i>Cissus integrifolia</i>	1	0.3	0.01	0.22	0.3	1.8	2.3
<i>Friesodielsia obovata</i>	3	1.1	0.01	0.23	0.1	0.9	2.2
<i>Deinbollia xanthocarpa</i>	1	0.3	0.00	0.09	0.3	1.8	2.2
<i>Albizia forbesii</i>	1	0.2	0.05	1.00	0.1	0.9	2.1
<i>Stereospermum kunthianum</i>	2	0.6	0.02	0.42	0.1	0.9	2.0
<i>Cleistochlamys kirkii</i>	2	0.8	0.01	0.20	0.1	0.9	1.9
<i>Dalbergia nitidula</i>	1	0.5	0.01	0.32	0.1	0.9	1.7
<i>Albizia harveyi</i>	1	0.2	0.02	0.42	0.1	0.9	1.5
<i>Schrebera trichoclada</i>	1	0.3	0.01	0.23	0.1	0.9	1.4
<i>Vachellia sp</i>	1	0.2	0.01	0.25	0.1	0.9	1.3
<i>Dalbergia sp</i>	1	0.3	0.00	0.06	0.1	0.9	1.3
<i>Manilkara mochisia</i>	1	0.2	0.01	0.20	0.1	0.9	1.2
<i>Garcinia livingstonei</i>	1	0.2	0.01	0.16	0.1	0.9	1.2

<i>Kigelia africana</i>	1	0.2	0.01	0.12	0.1	0.9	1.2
<i>Lonchocarpus bussei</i>	1	0.2	0.00	0.08	0.1	0.9	1.1
<i>Vitex harveana</i>	1	0.2	0.00	0.07	0.1	0.9	1.1
<i>Vitex ferruginea</i>	1	0.2	0.00	0.04	0.1	0.9	1.1
<i>Sterculia africana</i>	1	0.2	0.00	0.04	0.1	0.9	1.1
<i>Dombeya rotundifolia</i>	1	0.2	0.00	0.04	0.1	0.9	1.1
<i>Euphorbia sp.</i>	1	0.2	0.00	0.03	0.1	0.9	1.1
<i>Commiphora pyracanthoide</i>	1	0.2	0.00	0.03	0.1	0.9	1.1
<i>Commiphora sp.</i>	1	0.2	0.00	0.03	0.1	0.9	1.1
<i>Millettia stuhlmannii</i>	1	0.2	0.00	0.02	0.1	0.9	1.1
Total	280	100	4.7	100	14	100	300

Anexo 4D. Parâmetros fitossociológicos das espécies arbóreas amostradas nas áreas controle em Mussangadze segundo a ordenação do IVI (DAP \geq 5 cm). Sendo: GA= Dominância absoluta, GR= Dominância relativa, ABi= Abundância absoluta, ABr= Abundância relativa, FA= Frequência absoluta, FR= Frequência relativa, IVI= índice de valor de importância.

Nome científico	Abi	Abr	Domabs	Domrel	Fabs	Frel	IVI
<i>Combretum collinum</i>	32	16.57	0.34	9.67	1.00	10.11	36.35
<i>Pterocarpus rotundifolius</i>	28	14.45	0.46	13.19	0.84	8.51	36.16
<i>Diplorhynchus condylocarpon</i>	27	13.58	0.38	10.95	0.42	4.26	28.79
<i>Pseudolachnostylis maprouneifolia</i>	12	5.97	0.34	9.84	0.53	5.32	21.13
<i>Terminalia brachystemma</i>	8	4.34	0.19	5.58	0.68	6.91	16.83
<i>Pterocarpus sp.</i>	17	8.96	0.15	4.25	0.05	0.53	13.74
<i>Crossopterix febrifuga</i>	7	3.37	0.13	3.76	0.58	5.85	12.99
<i>Grewia bicolor</i>	9	4.72	0.11	3.26	0.42	4.26	12.23
<i>Combretum apiculatum</i>	7	3.47	0.08	2.31	0.47	4.79	10.57
<i>Lonchocarpus capassa</i>	4	2.12	0.09	2.60	0.42	4.26	8.97
<i>Sclerocarya birrea</i>	2	1.06	0.17	4.85	0.26	2.66	8.57
<i>Lannea schweinfurthii</i>	5	2.41	0.06	1.83	0.42	4.26	8.49
<i>Cordyla africana</i>	1	0.10	0.27	7.76	0.05	0.53	8.39
<i>Dalbergia nitidula</i>	5	2.60	0.05	1.39	0.42	4.26	8.25
<i>Commiphora sp.</i>	6	2.99	0.05	1.36	0.11	1.06	5.41
<i>Burkea africana</i>	2	1.25	0.03	0.79	0.32	3.19	5.23
<i>Holarrhena pubescens</i>	3	1.64	0.04	1.15	0.21	2.13	4.92
<i>Xeroderris stuhlmannii</i>	1	0.67	0.07	2.03	0.21	2.13	4.83
<i>Desconhecido</i>	1	0.19	0.12	3.47	0.05	0.53	4.19
<i>Boscia salicifolia</i>	1	0.39	0.02	0.57	0.21	2.13	3.08
<i>Piliostigma thonningii</i>	1	0.67	0.03	0.75	0.16	1.60	3.02
<i>Albizia antunesiana</i>	1	0.48	0.04	1.08	0.11	1.06	2.63
<i>Senegalia nigrescens</i>	1	0.39	0.03	0.95	0.11	1.06	2.40
<i>Bauhinia petersiana</i>	2	1.25	0.01	0.31	0.05	0.53	2.09

<i>Albizia harveyi</i>	1	0.10	0.04	1.08	0.05	0.53	1.71
<i>Dichrostachys cinerea</i>	1	0.39	0.01	0.20	0.11	1.06	1.65
<i>Riciodendron rautanenii</i>	1	0.10	0.03	0.88	0.05	0.53	1.51
<i>Vachellia sp</i>	1	0.19	0.00	0.11	0.11	1.06	1.36
<i>Ziziphus mucronata</i>	1	0.19	0.00	0.07	0.11	1.06	1.33
<i>Cassia abbreviata</i>	1	0.19	0.00	0.06	0.11	1.06	1.32
<i>Markhamia zanzibarica</i>	1	0.48	0.01	0.25	0.05	0.53	1.26
<i>Ozoroa obovata</i>	1	0.10	0.02	0.62	0.05	0.53	1.24
<i>Vitex ferruginea</i>	1	0.48	0.00	0.14	0.05	0.53	1.15
<i>Strychnos cocculoides</i>	1	0.39	0.01	0.19	0.05	0.53	1.11
<i>Dalbergia melanoxylon</i>	1	0.29	0.01	0.29	0.05	0.53	1.11
<i>Flacourtia indica</i>	1	0.39	0.01	0.18	0.05	0.53	1.10
<i>Combretum imberbe</i>	1	0.29	0.01	0.27	0.05	0.53	1.09
<i>Combretum hereroense</i>	1	0.19	0.01	0.31	0.05	0.53	1.03
<i>Lonchocarpus bussei</i>	1	0.29	0.01	0.19	0.05	0.53	1.01
<i>Millettia stuhlmannii</i>	1	0.29	0.00	0.14	0.05	0.53	0.96
<i>Annona senegalensis</i>	1	0.29	0.00	0.13	0.05	0.53	0.95
<i>Kigelia africana</i>	1	0.19	0.01	0.22	0.05	0.53	0.95
<i>Securidaca longepedunculata</i>	1	0.19	0.01	0.17	0.05	0.53	0.89
<i>Markhamia obtusifolia</i>	1	0.10	0.01	0.22	0.05	0.53	0.85
<i>Grewia sp</i>	1	0.19	0.00	0.11	0.05	0.53	0.84
<i>Hymenocardia acida</i>	1	0.19	0.00	0.07	0.05	0.53	0.80
<i>Vangueria infausta</i>	1	0.19	0.00	0.02	0.05	0.53	0.75
<i>Sterculia quinquiloba</i>	1	0.10	0.00	0.11	0.05	0.53	0.74
<i>Dombeya rotundifolia</i>	1	0.10	0.00	0.08	0.05	0.53	0.70
<i>Diospyros kirkii</i>	1	0.10	0.00	0.07	0.05	0.53	0.70
<i>Cissus sp</i>	1	0.10	0.00	0.05	0.05	0.53	0.68
<i>Artabotrys monteiroae</i>	1	0.10	0.00	0.03	0.05	0.53	0.66
<i>Commiphora pyracanthoide</i>	1	0.10	0.00	0.03	0.05	0.53	0.66
<i>Albizia sp</i>	1	0.10	0.00	0.02	0.05	0.53	0.64
Total	195	100	3.5	100	9.9	100	300

Anexo 4E. Parâmetros fitossociológicos das espécies arbóreas amostradas nas áreas de produção de colmeias de casca em Mussangadze segundo a ordenação do IVI (DAP \geq 5 cm). Sendo: GA= Dominância absoluta, GR= Dominância relativa, ABi= Abundância absoluta, ABr= Abundância relativa, FA= Frequência absoluta, FR= Frequência relativa, IVI= índice de valor de importância.

Nome científico	Abi	Ab	Domabs	Domrel	Fabs	Frel	IVI
<i>Combretum collinum</i>	37	18.3	0.34	10.23	1.00	9.14	37.67
<i>Diplorhynchus condylocarpon</i>	35	17.2	0.29	8.78	0.47	4.30	30.24
<i>Pterocarpus rotundifolius</i>	20	9.7	0.26	7.95	0.88	8.06	25.67
<i>Terminalia brachystemma</i>	12	6.0	0.23	7.07	0.65	5.91	18.95
<i>Pseudolachnostylis maprouneifolia</i>	11	5.3	0.24	7.35	0.47	4.30	16.99
<i>Sclerocarya birrea</i>	6	2.8	0.31	9.29	0.47	4.30	16.36
<i>Pterocarpus angolensis</i>	8	3.9	0.26	7.90	0.12	1.08	12.88
<i>Lonchocarpus capassa</i>	4	2.0	0.09	2.70	0.71	6.45	11.11
<i>Grewia bicolor</i>	9	4.5	0.11	3.23	0.35	3.23	10.98
<i>Pterocarpus sp.</i>	11	5.5	0.12	3.71	0.12	1.08	10.33
<i>Crossopterix febrifuga</i>	4	2.2	0.16	4.89	0.35	3.23	10.28
<i>Burkea africana</i>	3	1.5	0.13	3.88	0.53	4.84	10.26
<i>Xeroderris stuhlmannii</i>	3	1.4	0.09	2.88	0.35	3.23	7.55
<i>Brachystegia spiciformis</i>	1	0.5	0.14	4.23	0.06	0.54	5.28
<i>Lannea schweinfurthii</i>	3	1.6	0.03	0.90	0.24	2.15	4.70
<i>Dalbergia nitidula</i>	3	1.4	0.04	1.09	0.24	2.15	4.68
<i>Albizia antunesiana</i>	2	0.8	0.07	2.13	0.18	1.61	4.56
<i>Dalbergia melanoxylon</i>	3	1.3	0.02	0.49	0.29	2.69	4.51
<i>Holarrhena pubescens</i>	2	0.9	0.01	0.29	0.29	2.69	3.90
<i>Combretum apiculatum</i>	2	0.8	0.03	0.93	0.24	2.15	3.90
<i>Senegalia nigrescens</i>	2	0.8	0.03	0.76	0.24	2.15	3.73
<i>Strychnos cocculoides</i>	1	0.6	0.06	1.80	0.12	1.08	3.49
<i>Dalbergia nitidula</i>	3	1.3	0.03	0.79	0.12	1.08	3.20
<i>Combretum hereroense</i>	1	0.5	0.02	0.69	0.18	1.61	2.82
<i>Albizia harveyi</i>	2	1.0	0.01	0.44	0.12	1.08	2.54
<i>Diospyros usambarensis</i>	1	0.6	0.01	0.17	0.18	1.61	2.40
<i>Ximения caffra</i>	1	0.5	0.01	0.23	0.18	1.61	2.36
<i>Strychnos spinosa</i>	1	0.6	0.01	0.25	0.12	1.08	1.94
<i>Ziziphus mucronata</i>	1	0.4	0.01	0.40	0.12	1.08	1.89
<i>Peltophorum africanum</i>	1	0.3	0.03	1.03	0.06	0.54	1.87
<i>Stereospermum kunthianum</i>	1	0.5	0.01	0.21	0.12	1.08	1.80

<i>Dichrostachys cinerea</i>	1	0.4	0.01	0.23	0.12	1.08	1.72
<i>Millettia stuhlmannii</i>	1	0.4	0.01	0.22	0.12	1.08	1.70
<i>Antidesma venosum</i>	1	0.3	0.01	0.22	0.12	1.08	1.60
<i>Lonchocarpus bussei</i>	1	0.5	0.01	0.31	0.06	0.54	1.36
<i>Markhamia obtusifolia</i>	1	0.2	0.00	0.05	0.12	1.08	1.33
<i>Piliostigma thonningii</i>	1	0.2	0.00	0.03	0.12	1.08	1.31
<i>Vachellia burkei</i>	1	0.3	0.01	0.43	0.06	0.54	1.28
<i>Julbernardia globiflora</i>	1	0.3	0.01	0.35	0.06	0.54	1.19
<i>Hymenocardia acida</i>	1	0.5	0.00	0.13	0.06	0.54	1.18
<i>Ozoroa obovata</i>	1	0.2	0.01	0.36	0.06	0.54	1.10
<i>Ricinodendron rautanenii</i>	1	0.3	0.01	0.25	0.06	0.54	1.09
<i>Gymnosporia senegalensis</i>	1	0.3	0.01	0.19	0.06	0.54	1.03
<i>Terminalia sp</i>	1	0.2	0.01	0.27	0.06	0.54	1.01
<i>Vachellia sp</i>	1	0.2	0.00	0.10	0.06	0.54	0.84
<i>Combretum imberbe</i>	1	0.1	0.00	0.12	0.06	0.54	0.76
<i>Vitex payo</i>	1	0.1	0.00	0.02	0.06	0.54	0.66
<i>Zanha africana</i>	1	0.1	0.00	0.02	0.06	0.54	0.66
<i>Commiphora sp.</i>	1	0.1	0.00	0.02	0.06	0.54	0.66
<i>Boscia salicifolia</i>	1	0.1	0.00	0.01	0.06	0.54	0.65
Total	204	100	3.3	100	10.9	100	300

Anexo 4F. Parâmetros fitossociológicos das espécies arbóreas amostradas nas áreas de produção de colmeias de tronco em Mussangadze segundo a ordenação do IVI (DAP \geq 5 cm). Sendo: GA= Dominância absoluta, GR= Dominância relativa, ABi= Abundância absoluta, ABr= Abundância relativa, FA= Frequência absoluta, FR= Frequência relativa, IVI= índice de valor de importância.

Nome científico	Abi	Abr	Domabs	Domrel	Fabs	Frel	IVI
<i>Combretum collinum</i>	51	28.54	0.61	19.19	1.00	12.35	60.08
<i>Diplorhynchus condylocarpon</i>	47	26.35	0.65	20.63	0.50	6.17	53.15
<i>Pterocarpus rotundifolius</i>	30	16.57	0.54	17.21	0.90	11.11	44.89
<i>Pseudolachnostylis maprouneifolia</i>	4	2.40	0.17	5.24	0.60	7.41	15.04
<i>Cordyla africana</i>	1	0.20	0.37	11.73	0.10	1.23	13.16
<i>Terminalia brachystemma</i>	4	2.20	0.06	1.75	0.60	7.41	11.35
<i>Albizia antunesiana</i>	3	1.60	0.18	5.76	0.30	3.70	11.06
<i>Xeroderris stuhlmannii</i>	3	1.80	0.11	3.41	0.40	4.94	10.15
<i>Crossopterix febrifuga</i>	4	2.20	0.09	2.98	0.30	3.70	8.88
<i>Bauhinia petersiana</i>	5	2.59	0.03	1.03	0.30	3.70	7.32
<i>Lonchocarpus capassa</i>	4	2.00	0.03	1.08	0.30	3.70	6.77

<i>Pterocarpus sp.</i>	5	2.59	0.06	1.93	0.10	1.23	5.76
<i>Piliostigma thonningii</i>	2	1.20	0.04	1.21	0.20	2.47	4.87
<i>Ziziphus mucronata</i>	1	0.60	0.01	0.23	0.30	3.70	4.53
<i>Grewia bicolor</i>	3	1.60	0.01	0.46	0.20	2.47	4.52
<i>Dalbergia nitidula</i>	3	1.40	0.01	0.19	0.20	2.47	4.05
<i>Holarrhena pubescens</i>	2	1.00	0.02	0.57	0.20	2.47	4.04
<i>Burkea africana</i>	1	0.80	0.01	0.44	0.20	2.47	3.71
<i>Dalbergia melanoxylon</i>	1	0.60	0.01	0.28	0.20	2.47	3.34
<i>Sclerocarya birrea</i>	1	0.60	0.04	1.42	0.10	1.23	3.25
<i>Ricinodendron rautanenii</i>	1	0.40	0.05	1.58	0.10	1.23	3.21
<i>Pterocarpus angolensis</i>	1	0.40	0.02	0.50	0.10	1.23	2.13
<i>Dichrostachys cinerea</i>	1	0.60	0.01	0.17	0.10	1.23	2.00
<i>Ozoroa obovata</i>	1	0.20	0.01	0.41	0.10	1.23	1.85
<i>Commiphora sp.</i>	1	0.40	0.00	0.06	0.10	1.23	1.70
<i>Albizia harveyi</i>	1	0.20	0.01	0.20	0.10	1.23	1.63
<i>Vachellia robusta</i>	1	0.20	0.00	0.14	0.10	1.23	1.57
<i>Lannea schweinfurthii</i>	1	0.20	0.00	0.13	0.10	1.23	1.56
<i>Combretum hereroense</i>	1	0.20	0.00	0.08	0.10	1.23	1.51
<i>Vitex ferruginea</i>	1	0.20	0.00	0.02	0.10	1.23	1.46
<i>Combretum apiculatum</i>	1	0.20	0.00	0.00	0.10	1.23	1.44
Total	179	100	3.2	100	8.1	100	300

Anexo 5. Lista do total de espécies da regeneração natural encontradas nas áreas de apicultura tradicional em Catique Nzaia e Mussangadze (DAP < 5 cm). Sendo: X= Ocorre; RE= Regeneração estabelecida; RNE= Regeneração não estabelecida.

Nomes científicos	Catique Nzaia		Mussangadze	
	RE	RNE	RE	RNE
<i>Acalypha sp.</i>			X	X
<i>Azelia quanzensis</i>	X	X		X
<i>Albizia antunesiana</i>	X	X	X	X
<i>Albizia forbesii</i>		X		
<i>Albizia harveyi</i>	X	X	X	X
<i>Albizia newtonia</i>	X			
<i>Albizia sp.</i>	X			
<i>Albizia versicolor</i>			X	
<i>Allophylus africanus</i>	X	X	X	X
<i>Annona senegalensis</i>	X	X	X	X
<i>Antidesma venosum</i>	X	X	X	X
<i>Artabotrys monteiroae</i>	X	X	X	X
<i>Artabotrys sp.</i>	X	X		
<i>Bauhinia galpinii</i>	X	X	X	X
<i>Bauhinia peterstana</i>	X	X	X	X
<i>Boscia salicifolia</i>	X	X	X	X
<i>Brachystegia bussei</i>	X	X		
<i>Brachystegia spiciformis</i>			X	
<i>Bridelia cathartica</i>	X			
<i>Burkea africana</i>	X	X	X	X
<i>Canthium sp.</i>	X	X		
<i>Cassia abbreviata</i>	X	X	X	X
<i>Catunaregam spinosa</i>			X	
<i>Cissus abbreviata</i>				X
<i>Cissus integrifolia</i>	X		X	
<i>Cleistochlamys kirkii</i>	X	X		X
<i>Combretum apiculatum</i>	X	X	X	X
<i>Combretum collinum</i>	X	X	X	X
<i>Combretum hereroense</i>	X	X	X	X
<i>Combretum mossambicense</i>	X	X	X	X
<i>Combretum paniculatum</i>			X	X
<i>Combretum sp.</i>	X	X	X	X
<i>Commiphora pyracanthoides</i>	X	X	X	X
<i>Commiphora sp.</i>			X	X
<i>Cordyla africana</i>			X	
<i>Crossopterix febrifuga</i>		X	X	X
<i>Dalbergia melanoxylon</i>	X	X	X	X
<i>Dalbergia nitidula</i>	X	X	X	X
<i>Dalbergia sp.</i>	X	X	X	X
<i>Deinbollia oblongifolia</i>		X		
<i>Deinbollia xanthocarpa</i>	X	X		X
<i>Dichrostachys cinerea</i>	X	X	X	X
<i>Diospyros mespiliformis</i>				X
<i>Diospyros quiloensis</i>	X	X		
<i>Diospyros sp.</i>				X
<i>Diospyros usambarensis</i>	X	X	X	X
<i>Diplorhynchus condylocarpon</i>	X	X	X	X
<i>Dombeya rotundifolia</i>			X	
<i>Ehretia amoena</i>	X	X	X	X
<i>Euphorbia sp.</i>	X	X		
<i>Flacourtia indica</i>	X	X	X	X
<i>Friesodielsia obovata</i>	X	X	X	X
<i>Garcinia livingstonei</i>		X		
<i>Garcinia sp.</i>			X	
<i>Grewia bicolor</i>	X	X	X	X
<i>Grewia flavescens</i>			X	
<i>Grewia sp.</i>	X	X		X
<i>Gymnosporia senegalensis</i>	X	X	X	

<i>Hibiscus sp.</i>	X			
<i>Holarrhena pubescens</i>	X	X	X	X
<i>Hugonia orientalis</i>			X	X
<i>Hymenocardia acida</i>			X	X
<i>Indigofera grande</i>			X	
<i>Julbernardia globiflora</i>	X	X	X	X
<i>Kigelia africana</i>			X	
<i>Lagynias sp.</i>	X	X		
<i>Lannea schweinfurthii</i>		X	X	X
<i>Lannea sp.</i>			X	
<i>Lipia javanica</i>			X	
<i>Lonchocarpus bussei</i>		X		
<i>Lonchocarpus capassa</i>	X	X	X	X
<i>Maerua angolensis</i>			X	
<i>Margaritaria discoidea</i>	X	X		
<i>Markhamia obtusifolia</i>			X	X
<i>Markhamia zanzibarica</i>	X	X	X	X
<i>Millettia stuhlmannii</i>	X	X	X	X
<i>Monodora junodii</i>	X	X		
<i>Morella pilulifera</i>	X	X		
<i>Ozoroa obovata</i>	X	X	X	X
<i>Ozoroa sp.</i>			X	X
<i>Philenoptera violacea</i>			X	X
<i>Phyllanthus discoideus</i>	X	X		
<i>Phyllanthus reticulatus</i>			X	X
<i>Piliostigma thonningii</i>	X	X		
<i>Pseudolachnostylis maprouneifolia</i>	X	X	X	X
<i>Pterocarpus angolensis</i>			X	X
<i>Pterocarpus rotundifolius</i>	X	X	X	X
<i>Pterocarpus sp.</i>			X	
<i>Rhoicissus sp.</i>	X			
<i>Rourea orientalis</i>	X	X	X	
<i>Schrebera trichoclada</i>	X	X		X
<i>Sclerocarya birrea</i>		X	X	X
<i>Senegalia burkei</i>				X
<i>Senegalia nigrescens</i>	X	X		X
<i>Senna petersiana</i>	X		X	X
<i>Senna sp.</i>	X	X	X	X
<i>Steganotaenia araliacea</i>	X		X	X
<i>Sterculia africana</i>	X			
<i>Stereospermum kunthianum</i>	X	X	X	
<i>Strychnos cocculoides</i>	X	X	X	X
<i>Strychnos sp.</i>	X	X	X	
<i>Strychnos spinosa</i>	X		X	
<i>Tamarindus indica</i>	X	X	X	X
<i>Terminalia brachystemma</i>	X	X	X	X
<i>Terminalia sericea</i>	X		X	X
<i>Terminalia stenostachya</i>	X			
<i>Turraea sp.</i>	X	X	X	X
<i>Vachellia nigrescens</i>			X	X
<i>Vachellia nilotica</i>	X			
<i>Vachellia robusta</i>				X
<i>Vangueria infausta</i>	X	X	X	
<i>Vepris tectea</i>		X		
<i>Vitex payo</i>	X			
<i>Xeroderris stuhlmannii</i>	X	X	X	
<i>Ximenia americana</i>	X			
<i>Ximenia caffra</i>	X			
<i>Xylopia parviflora</i>	X	X		
<i>Zanha africana</i>	X	X		X
<i>Ziziphus mucronata</i>	X	X	X	X
Total	82	74	79	70

Anexo 6. Resultados de Regressão Linear para Mussangadze e Catique Nzaia.

<i>Estatística de regressão</i> (Mussangadze)	
R múltiplo	0.013
R-Quadrado	0.0002
R-quadrado ajustado	-7.13008
Erro padrão	0.43
Observações	4000

<i>Estatística de regressão</i> (Catique Nzaia)	
R múltiplo	-0.16
R-Quadrado	0.026
R-quadrado ajustado	0.026
Erro padrão	0.62
Observações	3799

MUSSANGADZE	<i>Coeficientes</i>	<i>Erro padrão</i>	<i>Stat t</i>	<i>valor-P</i>	<i>95% inferiores</i>	<i>95% superiores</i>	<i>Inferior 95.0%</i>	<i>Superior 95.0%</i>
Interseção	1.84	0.011	163.09	0	1.82	1.86	1.82	1.86
Cobertura de copa (%)	-0.00014	0.00017	-0.85	0.40	-0.00047	0.00019	-0.00047	0.00019

CATIQUE NZAIA	<i>Coeficientes</i>	<i>Erro padrão</i>	<i>Stat t</i>	<i>valor-P</i>	<i>95% inferiores</i>	<i>95% superiores</i>	<i>Inferior 95.0%</i>	<i>Superior 95.0%</i>
Interseção	2.04	0.015	137.53	0	2.01	2.07	2.01	2.07
Cobertura de copa (%)	-0.0023	0.00022	-10.12	9.28x10 ⁻⁴	-0.0027	-0.0018	-0.0027	-0.0018