



Faculdade de Agronomia e Engenharia Florestal

Departamento de Engenharia Florestal

Licenciatura em Engenharia Florestal

Projecto final

**AVALIAÇÃO DA BIODIVERSIDADE, ESTOQUE DA BIOMASSA E QUANTIDADE DE
CARBONO DA FLORESTA COMUNITÁRIA DE ACODEMUZO NA MAGANJA DA
COSTA**

Autor

Ruben Mussa Afonso Apepe

Supervisor

Doutor. Mário Paulo Falcão Eng^o

Maputo, julho de 2025

AVALIAÇÃO DA BIODIVERSIDADE, ESTOQUE DA BIOMASSA E QUANTIDADE DE
CARBONO DA FLORESTA COMUNITÁRIA DE ACODEMUZO NA MAGANJA DA
COSTA

Elaborado por:

Ruben Mussa Afonso Apepe

Projecto Final apresentado à Faculdade de Agronomia e Engenharia Florestal
da Universidade Eduardo Mondlane, em cumprimento dos requisitos parciais
para a obtenção de grau de Licenciatura em Engenharia Florestal

Supervisado por:

Doutor. Mário Paulo Falcão Eng^o

Maputo, julho de 2025

“Depois de algum tempo, você aprende...

Que não se deve comparar com os outros, mas com o melhor que pode ser;

Que se leva muito tempo para se tornar a pessoa que quer ser, e que o tempo é curto;

Aprende que não importa onde já chegou, mas onde está indo;

E você aprende que realmente pode suportar...

Que realmente é forte, e que pode ir muito mais longe depois de pensar que não se pode mais. E que realmente a vida tem valor e que você tem valor diante da vida.”

(William Shakespeare)

RESUMO

As florestas tropicais são responsáveis pelo armazenar quantidades de carbono, no entanto, são mais vulneráveis aos impactos da exploração madeireira, das queimadas e da fragmentação. Assim, quantificar o carbono nessas florestas permite elaborar medidas eficazes para mitigar o desmatamento e promover o armazenamento de carbono. Isso possibilita uma melhor gestão florestal, de forma racional e sustentável, maximizando os benefícios do sequestro de carbono e minimizando os prejuízos ambientais, socioeconômicos e culturais decorrentes do uso insustentável das florestas. Desse modo, esta pesquisa tem como objectivo avaliar a composição florística, estrutura horizontal, vertical e estimar estoques de carbono na floresta comunitária no distrito de Maganja da Costa, província de Zambézia. Os dados foram fornecidos pela Miombo Consultores Lda na qual onde, foram obtidos através do método de amostragem aleatória estratificada. Com base numa amostragem aleatória estratificada, foram estabelecidas 84 parcelas rectangulares de 20×50 m e mediu-se todas as árvores com DAP maior ou igual a 5 cm. O carbono arbóreo foi estimado através de equações alométricas. Os resultados mostram que as espécies *Diplorhynchus condylocarpon* e *Brachystegia boehmii* foram as espécies mais abundantes. A floresta tem forma de “J” invertido, com maior quantidade de árvores na classe diamétrica menores e menor quantidade de árvores de maior diâmetro. A *Brachystegia spiciformis* teve o maior IVI (32,51%), sugerindo uma alta capacidade da espécie de colonizar este ecossistema. Numa área total de 37.895ha estimou-se um total de 144.1050 ton/ha de C armazenado acima do solo, revelando um grande potencial desta floresta de mitigação das mudanças climáticas.

Palavras-Chaves: Estoque de Carbono, Maganja da Costa

ABSTRACT

Tropical forests are responsible for storing large amounts of carbon, however, they are more vulnerable to the impacts of logging, burning and fragmentation. Thus, quantifying carbon in these forests allows for the development of effective measures to mitigate deforestation and promote carbon storage. This enables better forest management, in a rational and sustainable manner, maximizing the benefits of carbon sequestration and minimizing the environmental, socioeconomic and cultural losses resulting from the unsustainable use of forests. Thus, this research aims to evaluate the floristic composition, horizontal and vertical structure and estimate carbon stocks in the community forest in the district of Maganja da Costa, province of Zambézia. The data were provided by Miombo Consultores Ltda, where they were obtained through the stratified random sampling method. Based on a stratified random sampling, 84 rectangular plots of 20×50 m were established and all trees with DBH greater than or equal to 5 cm were measured. Tree carbon was estimated using allometric equations. The results show that the species *Diplorhynchus condylocarpon* and *Brachystegia boehmii* were the most abundant species. The forest has an inverted “J” shape, with a greater number of trees in the smaller diameter class and a smaller number of trees with larger diameters. *Brachystegia spiciformis* had the highest IVI (32.51%), suggesting a high capacity of the species to colonize this ecosystem. In a total area of 37,895 ha, a total of 144,1050 tons/ha of C was estimated to be stored above ground, revealing a great potential of this forest for mitigating climate change.

Keywords: Carbon Stock, Maganja da Costa

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho ao meu querido irmão Charles Constantino Mandueke e a Minha mãe querida Lúcia Severino Nimpachula por tudo que fizeram por mim ao longo da Minha vida.

As minhas queridas irmãs Delícia Afonso Apepe, Ângela Afonso e Maria da Gloria Afonso Apepe pela força, motivação e carinho.

Aos meus sobrinhos Américo Cesar, Edmilson Adriano, Charles Constantino Júnior, Bianca Benedito, Renata da Lúcia, Eunice Charles Constantino, Benildo Benedito, Audelcio Augusto e Benjamim Benedito que este trabalho lhes sirva de inspiração e que possam fazer melhor.

Que Deus lhes abençoe!

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar quero agradecer ao meu bom Deus, pela força, sabedoria, coragem e pela saúde que me tem dado durante todo esse percurso da minha jornada;

Aos meus familiares em especial aos meus pais Afonso Apesse e Lúcia Nimpachula e aos meus avôs Severino Litamba e Renata Chiponda pelos conselhos dados e orações durante a minha formação.

Ao meu supervisor, Doutor. Mário Paulo Falcão, Eng^o pela atenção prestada durante a elaboração do trabalho e ajuda no fornecimento dos dados;

A toda direcção do DEF, e especialmente aos docentes Professores, Dr. Andrade Egas, Catedrática Natasha Ribeiro, Dr. Valério Macandza, Dr. Narciso Bila, Dr. Agnelo Fernandes aos Engenheiros Jaime Nhamirre, Amélia Muchanga, Sá Nogueira Lisboa, Victorino Buramuge, Estêvão Chambule e Jone e aos demais;

A família Mpiuka, a Mana Anícia, Mano Modesto, Abel e ao Eng. Focas Bacar pela disponibilidade em me ajudar durante ao meu percurso;

Aos meus irmãos amigos da infância dr. Acubeijo Inácio, Henriques Robath, Rachide Chafim, Boaventura Melchior, Albino John, Lourenço Jemusse, Anifa Januario e Ivan Sacur pelo apoio;

Aos meus companheiros de batalha (irmãos de carteira) Eng^o.Taimo Elias Taimo, Elton Donça, Eng^o. Abdala Tomé, Paiva Luís Paiva, Aly Rede, Fred António e Eng^o Isolino Fondo pela motivação e noites perdidas que possam ser bem retribuídas;

Aos meus colegas em especial turma de 2019, Eng^a. Sefora Bambo, Gercia Caetano, Zelota da Graça, Adérito Nahija, Eng^a. Telma Chambule, Eng^o. Kelven Sozinho, Laila Erica, Janete Alberto, Cintia Raposo, Defni, Carlos Jessemane, Eng^a Edna Armando, Eng^o. Ussene Quichene, Manuel Xavier, Tadeu Namuana, Caiton Macule, Felipe Dauce, Eng^o.Abdul Cadre, Inteni, Aminnudin, Abdulai João pela troca de experiência partilhada;

Aos meus vizinhos de casa Xavier Pires, Ana Vaz, Rosália Mutine, Teresa Chipauque, Lourenço Estácio, Luísa da Ester, Imbraimo, Dercio Maumane, Rita Xerinda pelo suporte que me deram;

ASSANTE SANA

ÍNDICE

RESUMO.....	iv
ABSTRACT.....	v
DEDICATÓRIA	vi
AGRADECIMENTOS	vii
LISTA DE FIGURAS.....	xi
LISTA DE APÊNDICE	xii
LISTA DE SÍMBOLOS E ABREVIATURAS	xiii
1.INTRODUÇÃO	1
1.1. Contextualização	1
1.2. Problema de Estudo e Justificativa.....	2
1.3. Objetivos	4
1.3.1. Geral	4
1.3.2. Específicos.....	4
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	5
2.1. Estimativa da biomassa Florestal	5
2.1.1. Métodos de estimativa de biomassa	5
2.1.2. Medição da biomassa.....	6
2.2. Carbono da biomassa viva	8
2.3. Estimativa de carbono	9
2.4. Importância da quantificação dos estoques de carbono nas Florestas	10
2.5. Equações alométricas de biomassa	11
2.6. Parâmetros usados para caracterização de comunidades vegetais	12
2.6.1. Riqueza e Diversidade de espécies	12

2.6.2. Abundância, Densidade, Dominância e frequência.....	13
2.6.3. Índice de valor de importância das espécies (IVI)	13
2.7. Estudos similares.....	13
2.7.1. Estoque de carbono.....	13
2.7.2. Biomassa e carbono de árvores vivas	15
3. METODOLOGIA	15
3.1. Descrição da área estudo	16
3.2. Trabalho de campo	18
3.2.1. Dados secundários	18
3.2.2. Amostragem de árvores	19
3.3. Processamento de dados.....	19
3.3.1. Análise estrutural da floresta	20
3.3.3. Estimativa de estoque de carbono	22
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	24
4.1. Composição florística da floresta.....	24
4.1.2. Estrutura horizontal da Floresta comunitária de Acodemuzo na Manganja da costa..	27
4.1.3. Estrutura vertical da floresta comunitária de acodemuzo na manganja da costa	29
4.2. Estimativa de estoque de carbono da floresta Comunitária de ACODEMUZO na maganja da costa.....	30
5. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES	34
5.1. CONCLUSÕES.....	34
5.2. RECOMENDAÇÕES	35
5.3. Limitações	35
6. Referências Bibliográficas	36

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Exemplos de equações alométricas desenvolvidas em Moçambique.	12
Tabela 2. Riqueza de espécies por família encontradas na Maganja da costa	24
Tabela 3. Abundância, frequência, dominância e Índice de Valor de Importância (IVI) das espécies	27
Tabela 4. Estratificação da floresta comunitária.....	29
Tabela 5. Quantidade de Carbono de cada espécie.....	32

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Diagrama de métodos de estimativa de biomassa (Siteo e Tchaúque, 2007).....	5
Figura 2. Proporção de estoque de carbono médio por componente no Miombo, província de Manica, centro de Moçambique.....	14
Figura 3. Localização área da concessão da ACODEMUZO.....	17
Figura 4: Esquema para o estabelecimento das parcelas e sub-parcelas.	19
Figura 5. Descrição da riqueza das espécies por família na Maganja da costa	25
Figura 6. Descrição da abundância relativa das espécies na Maganja da costa.....	26
Figura 7. Índice do valor de importância	27
Figura 8. Distribuição diamétrica da floresta da Maganja da costa.....	29
Figura 9. Estoque de carbono por cada espécie dentro da comunidade da Maganja da Costa.....	31

LISTA DE APÊNDICE

Apêndice 1. Parâmetros fitossociológicos das espécies arbóreas amostradas na Floresta comunitária	41
Apêndice 2. Total das espécies representadas por família.....	47
Apêndice 3. Espécies com stock de carbono de cada espécie	48

LISTA DE SÍMBOLOS E ABREVIATURAS

% - Percentagem

BLAS- Biomassa lenhosa total acima do solo

C-Carbono

CAA- Corte Anual Admissível

CO₂ - Dióxido de Carbono

DAP-Diâmetro a altura do peito

FAO- Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura

FSDIM- Floresta Semi-Decídua Incluindo o Miombo

GEE- Gases de Efeito Estufa

GPS- Global Positioning System

ha- Hectare

IPCC- Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas

Km² Quilómetro quadrados

Ln- Logaritmo na base natural

M -metros

MAE- Ministério da Administração Estatal

PMA- Precipitação Media anual

PST- Peso seco total

REDD+- Redução de Emissões por Desmatamento, Degradação florestal, manejo sustentável das florestas, conservação e aumento das reservas de carbono florestal

TMA- Temperatura Media Anual

VCD- Volume comercial disponível

1.INTRODUÇÃO

1.1. Contextualização

As florestas actualmente cobrem cerca de 4,06 bilhões de hectares (ha), correspondente a 30,8 % da área terrestre global, onde cerca de 45% da área florestal global são encontrados nas florestas tropicais (FAO, 2020).

Moçambique é um dos poucos países africanos que ainda detém de uma considerável área de florestas nativas e outras formações lenhosas, compostas principalmente por Miombo, Mecrusse e Mopane, perfazendo aproximadamente 26,9 milhões de hectares, sendo que 13 milhões desses hectares são definidos como áreas não adequadas para a produção de madeira, principalmente onde estão localizados os Parques Nacionais e as Reservas Florestais (Magalhães, 2018).

Nos últimos anos, registam-se elevadas taxas de desmatamento e degradação da vegetação tropical (9.698 milhões de ha/ano), movidas pela alta dependência dos recursos florestais (FAO, 2015). O aumento do desmatamento e da degradação florestal cria constantes alterações na estrutura e composição florística das florestas, para além de impulsionar mudanças climáticas através de emissões de dióxido carbono proveniente das florestas (Melo, 2004; Pearson *et al.*, 2005).

Em termos absolutos, a área florestal global diminuiu em 178 milhões de hectares entre 1990 e 2020, sendo que África teve a maior perda líquida de área florestal entre 2010-2020, com uma perda de 3,94 milhões de hectares ao ano (ha/ano) (FAO, 2020).

Como causas principais do desmatamento foram apontadas as seguintes: a procura crescente de combustível lenhoso, a agricultura itinerante, as queimadas florestais e a falta de planos de uso e aproveitamento da terra (Falcão & Noa, 2016).

Segundo Federici. S. *et al* (2018) A emissão de gases de efeito estufa provenientes de actividades humanas perturbam a atmosfera e aumentam a incidência e gravidade de inundações, secas, incêndios e outros eventos relacionados ao clima, os piores impactos do desmatamento e da mudança climática caem desproporcionalmente sobre as pessoas mais pobres e marginalizadas do mundo

Os ecossistemas florestais jogam um papel importante no mundo, pois são os principais componentes do ciclo global do carbono, com a capacidade de absorver e armazenar grandes

quantidades deste elemento, na parte aérea, raízes, camadas decompostas sobre o solo, no solo, entre outros (Renner, 2004 e Pan *et al.*, 2011).

As árvores têm capacidade de absorção e fixação de carbono em função da espécie, da taxa de crescimento, da longevidade, do sítio, do clima e do período de rotação, entre outros. Em geral as florestas secundárias e as plantações jovens fixam mais carbono. As florestas primárias e as plantações maduras atingem um estágio de equilíbrio quanto à absorção de carbono, no sentido de que libertam a mesma quantidade mediante a decomposição da madeira morta e das árvores em senescência (Arevalo e Alegre 2002).

A partir de dados coletados em inventários florestais, o estoque de carbono de uma floresta pode ser determinado usando-se métodos diretos (abate e pesagem das árvores) ou indiretos (imagens de satélite ou equações alométricas) (Figueredo *et al.*, 2016; Romero *et al.*, 2020). A compreensão de como os distúrbios na floresta impactam o estoque de carbono local é fundamental no contexto das mudanças climáticas, especialmente no caso das florestas manejadas (Romero *et al.*, 2020).

1.2. Problema de Estudo e Justificativa

As florestas fornecem serviços ecossistêmicos de valor local e global, incluindo a regulação do clima através da captura e armazenamento de carbono, protecção das bacias hidrográficas através do controle da erosão do solo, qualidade e quantidade da água, bem como o habitat para espécies importantes a nível global (Magalhães, 2018). Só em Moçambique, o estoque de carbono acima e abaixo do solo do país totaliza mais de 5,2 bilhões de CO₂, este armazenamento é fundamental para os compromissos de mitigação das mudanças climáticas do país (FAO, 2020),

Moçambique possui um enorme capital florestal, mas este encontra-se em constante e acelerada diminuição (Wertz-Kanounnikoff *et al.*, 2012) devido a fragilidades relacionadas a sua conservação, elevada demanda de bens e serviços a que estão sujeitas (CIFOR, 2014) e ao facto de serem o principal meio de subsistência da população rural que geralmente é pobre (Magalhães, 2018).

Entretanto, segundo o Magalhães (2018), 267.000 ha de florestas foram perdidas anualmente no período entre 2003 e 2013, com uma taxa histórica de desmatamento de 0,79%. De acordo com as previsões da Estratégia Nacional do REDD +, se a actual tendência de desmatamento continuar até 2030, poderá aumentar até cerca de 500 000 hectares por ano (MITADER, 2016).

O uso de recursos naturais varia de uma região para outra, causando problemas para o equilíbrio da biodiversidade, a redução dos recursos florestais é justificada por várias causas, das quais se distinguem a agricultura mecanizada e itinerante, exploração florestal industrial, procura de fonte de energia e o desenvolvimento industrial (FAO, 1985).

O aumento gradual e contínuo das emissões de CO₂ que resulta do desmatamento e degradação florestal tem vindo a provocar efeitos adversos sobre clima mundial (CEC, 2008). Os efeitos dessas mudanças se fazem sentir a escala mundial, daí que medidas de mitigação como o REDD+ devem ser levadas a cabo ao nível local (Siteo *et al.*, 2013). O REDD+ é um mecanismo global que vem legitimar o papel das florestas na mitigação do efeito de estufa, cuja implementação requer a avaliação da capacidade de sequestro e estoque de carbono em diferentes ecossistemas florestais (Almeida, 2005; Condit, 2008; Siteo *et al.*, 2013).

Contudo, reconhece-se que a utilização de recursos é um factor determinante na dinâmica das florestas e conduz mudanças na dinâmica de crescimento e no processo sucessão ecológica das florestas tropicais (Francez *et al.*, 2013), mas quando feita de forma predatória, modifica as condições físicas, dificulta o processo de regeneração e manutenção da floresta, as quais induzem mudanças na estrutura e funcionamento da vegetação natural (Burslem e Whitmore, 1999).

Apesar do alto potencial, enfrenta grandes desafios na gestão destes recursos, em parte devido à demanda da indústria florestal, e por outro lado, pelo facto de cerca de 85% das necessidades energéticas serem satisfeitas pela energia de biomassa (Siteo e Salomão, 2012).

A província da Zambézia lidera em termos de volume total e volume comercial por unidade de área, com 138 e 57 m³/ha, a província lidera em termos de CAA, com 948 526 m³/ano. Esta cifra é resultado do seu elevado Volume Comercial Disponível (VCD) por unidade de área associado à sua extensa área produtiva (Magalhães, 2018).

1.3. Objetivos

1.3.1. Geral

- Avaliar biodiversidade, estoque da biomassa e quantidade de carbono da floresta comunitária de acodemuzo na maganja da costa.

1.3.2. Específicos

- Determinar a composição florística da Floresta;
- Determinar a estrutura horizontal e vertical da Floresta e;
- Estimar o estoque de carbono da floresta.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. Estimativa da biomassa Florestal

A estimativa da biomassa florestal constitui a base para o estabelecimento do uso racional dos recursos florestais. A biomassa florestal é usada como base para a elaboração de planos de manejo e prognóstico da dinâmica florestal, o que permite precaver-se antecipadamente das eventuais rupturas da disponibilidade dos recursos ou dos danos ambientais (Tchaúque, 2004).

A estimativa da biomassa florestal é um processo bastante complexo, daí que várias pesquisas têm sido realizadas com vista a encontrar uma metodologia de fácil medição e de menor erro de amostragem e quantificação (Oshiro, 2010).

A estimativa da biomassa florestal pode ser feita através dos métodos directos e dos métodos indirectos. Os métodos directos ou destrutivos baseiam-se no abate das árvores, enquanto os métodos indirectos ou não destrutivos baseiam-se em modelos matemáticos derivados duma análise de regressão (Silva, 2007; Siteo e Tchaúque, 2007; Machoco, 2008; Tito *et al.*, 2009).

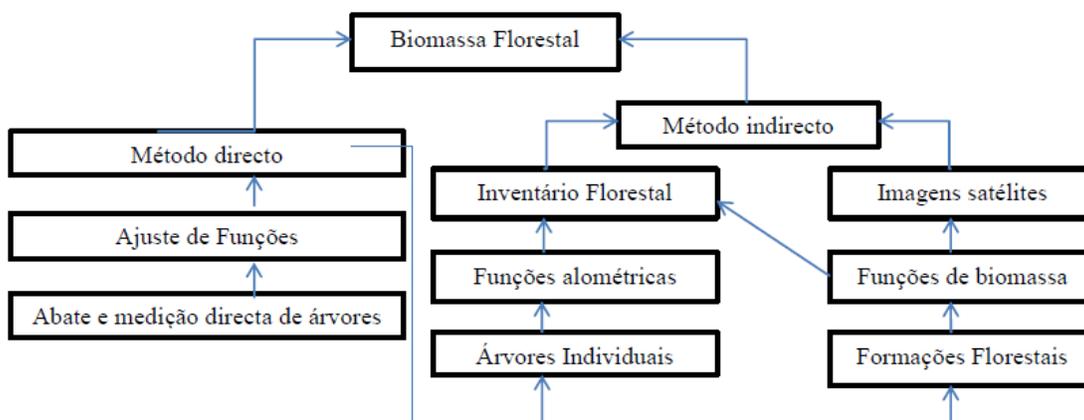


Figura 1. Diagrama de métodos de estimativa de biomassa (Siteo e Tchaúque, 2007).

2.1.1. Métodos de estimativa de biomassa

O método directo é recomendado quando se pretende efectuar estudos de biomassa em área onde não existem parâmetros de estimação por métodos indirectos, ou para áreas que necessitam de ajuste das funções alométricas (Calisto, 2011). O método consiste no abate, seccionamento e pesagem das árvores ou floresta (objecto de estudo), sendo o peso usado para estimar a quantidade de biomassa florestal (Silva, 2007; Siteo e Tchaúque, 2007; Machoco, 2008). Quando se determina a biomassa pelo método directo, a unidade de amostragem pode ser a árvore individual ou parcela.

Quando se utiliza a árvore individual como unidade de amostragem, tem-se como resultado funções alométricas, as quais podem ser utilizadas para avaliar as espécies separadamente.

Quando se utiliza a parcela como unidade de amostragem, nem sempre é importante identificar as espécies, visto que o objectivo é produzir funções de biomassa que caracterizam determinados tipos florestais. Quanto ao estabelecimento das amostras, deve-se seleccionar árvores de todos os tamanhos em número suficiente (árvore individual) e, procurar incluir diferentes tipos florestais, isto para garantir maior representatividade (Siteo e Tchaúque, 2007).

Embora as alterações ambientais que o método directo possa causar (amostras destrutivas), este método quando comparado com o método indirecto, produz estimativas de maior confiabilidade (Oshiro, 2010).

No método indirecto, a biomassa é estimada a partir de modelos matemáticos (equações de biomassa) calculados a partir da análise de regressão ou factores de expansão de biomassa utilizando os métodos directos (Machoco, 2008), recorrendo a interpretação de fotografias aéreas, imagens satélites e dados de volumes existentes (Siteo e Tchaúque, 2007).

O uso de equações recorrendo a fotografias aéreas ou imagens satélites, tem como objectivo a produção de mapas de biomassa. Devido à limitação da não captação das variações dentro e entre árvores ou espécies, se recomenda sempre ajustes das funções de cobertura em biomassa através do método directo (Siteo e Tchaúque, 2007).

Devido a dificuldade da visualização das copas para medição das alturas nas florestas tropicais, muitas funções alométricas encontram-se em função da variável DAP, o que reduz os erros de estimativas (Chave *et al.*, 2005).

2.1.2. Medição da biomassa

Uma das formas usadas para estimar o estoque de carbono florestal, é a medição da sua biomassa que é definida como sendo o peso seco das plantas por unidade de área (Brown, 1997). Os valores de biomassa são convertidos para carbono, assumindo que o carbono representa 50% da quantidade de biomassa estimada (IPCC 2003).

De acordo com (IPCC 2003), as estimativas de estoque fixado na biomassa florestal podem ser obtidas por meio da multiplicação do valor da biomassa pelo teor de carbono, recomendando-se o uso do factor 0,5 e mais recentemente, o factor 0,47 (IPCC 2006). A adopção de um valor genérico

pode originar subestimativas ou superestimativas, contudo podem ser evitados erros se forem empregues teores de carbono determinados no laboratório (Dallagnol *et al.*, 2011).

A biomassa florestal aérea assim como das raízes pode ser estimada utilizando dois métodos, nomeadamente: (i) os métodos directos (destrutivos) e (ii) métodos indirectos (não destrutivos) mediante o uso de equações alométricas estabelecidas com base nos métodos directos e com variáveis dendrométricas (Chaves *et al.*, 2005) ou com dados provenientes de sensoriamento remoto (Silveira *et al.*, 2008). Na selecção das equações provenientes da literatura deve-se optar por equações reais (características das espécies e o local para o qual foram desenvolvidas) e representativas (classe de diâmetro), para reduzir os erros de estimativa (Curtis, 2008).

Para além da selecção de equações reais, deve-se verificar a precisão das equações através da colecta de forma destrutiva de alguns indivíduos da área de estudo (fora das unidades amostrais), seguida da comparação dos valores esperados (amostras destrutivas) com os valores observados (equação). A equação só é válida quando a biomassa estimada se encontrar dentro da margem de erro de +/- 10%, caso contrário uma nova equação deverá ser desenvolvida (Tito *et al.*, 2009).

Na região tropical, as equações alométricas são classificadas na base do antigo sistema de classificação das florestas (Clima) (Condit, 2008). Quando se pretende escolher uma equação alométrica para estimar a biomassa florestal, para além da classificação climática (equações das florestas secas e húmidas), o tipo de vegetação, espécies e regime de uso florestal são de grande importância (Tito *et al.*, 2009).

Diferentemente da biomassa florestal lenhosa, quando se estima a biomassa contida na vegetação herbácea e na liteira, autores recomendam o uso do método destrutivo, o qual consiste na remoção de todo material encontrado nas unidades amostrais, seguido da pesagem, de onde se obtém uma subamostra fresca, que é seca em estufa de ar forçado até atingir peso constante para se obter a humidade e, assim determinar a biomassa (Tito *et al.*, 2009; AIDI, 2012; Arevalo, 2002; Murillo *et al.*, 2013). Devido ao efeito da sazonalidade da liteira e da vegetação herbácea que resulta da incidência de queimadas, recomenda-se que as amostras de liteira e herbácea sejam colectadas no mesmo período de tempo (Pearson *et al.*, 2005).

2.2. Carbono da biomassa viva

A biomassa viva inclui a biomassa acima do solo e a biomassa subterrânea. As florestas têm um papel de relevo na assimilação de carbono através da fotossíntese e armazená-lo na sua biomassa viva (Pereira, 2007). Por meio da fotossíntese, as florestas conseguem absorver e armazenar átomos de carbono em seus tecidos estruturais, realizando assim, um dos serviços ambientais mais importantes e essenciais à vida de todos os seres vivos. O importante é que o carbono se mantenha nas moléculas orgânicas e não regresse rapidamente à sua forma oxidada, podendo ser acelerado devido à desflorestação e queimadas (Magnon, 2011).

A biomassa viva apresenta grande variabilidade na capacidade de armazenar carbono, dependendo de vários factores aos quais a planta é susceptível, tais como as condições ecológicas da região, para além dos factores inerentes à própria planta (idade, estrutura fisionómica, distribuição e acumulação de hidratos de carbono), tipo de espécies florestal, histórico de manejo florestal e do tempo de permanência dos resíduos ou produtos resultantes da floresta (Afonso, Magalhães 2005 e Lipinski *et al.*, 2017).

Para além disso o carbono desempenha um papel fundamental no ciclo de carbono dos ecossistemas, pois através da fotossíntese este é usado pelas plantas para a produção de oxigénio e hidratos de carbono e durante a respiração é libertado para a atmosfera (Souza *et al.*, 2012).

O carbono encontra-se disponível nos oceanos, atmosfera, formações geológicas (carbono fóssil e mineral) e nos ecossistemas terrestres (biota e solos). No ecossistema terrestre, o carbono está presente em maiores quantidades nos compostos inorgânicos e, menores quantidades nos compostos orgânicos (biomassa marinha e terrestre), representando cerca de 0.05% (Barreto *et al.*, 2009).

Os oceanos constituem os maiores reservatórios de carbono (38500 Gt), seguidos pelos solos (1720 Gt), atmosfera (755 Gt) e por fim pela biomassa (florestas e outras formações vegetais) com cerca de 650 Gt (Barbosa *et al.*, 2013).

A captura de carbono através do processo da fotossíntese, ocorre quando as plantas absorvem energia solar e CO₂ da atmosfera, produzindo oxigénio e hidratos de carbono (açúcares com a glicose) que servem de base para o seu crescimento. Através deste processo as plantas fixam carbono na sua biomassa, e constituem, junto com seus resíduos (madeira morta e serapilheira), um estoque natural de carbono (Rugnitz e Chacón, 2009).

Do total do carbono disponível na biomassa, cerca de 90% é encontrado nos ecossistemas florestais (Barreto *et al.*, 2009), daí a razão das florestas serem consideradas como uma fonte vital (sumidouro de carbono) (Hammarstrand e Sarnberger, 2013). Dentro dos ecossistemas florestais, o carbono encontra-se distribuído de forma irregular, sendo o maior reservatório encontrado no solo, seguido pela vegetação arbórea (Burton e Pregitzer, 2008).

Nos ecossistemas florestais, o carbono fixado pela vegetação arbórea (acima do solo) pode representar cerca de 1-60% do total de carbono florestal e, dentro destes ecossistemas, as florestas secundárias quando comparadas com as florestas primárias, são as que mais carbono fixam (Curtis, 2008).

A diferença no teor de carbono entre estas florestas deve-se a diferença na capacidade de absorção e fixação do carbono, que varia de acordo com a espécie, taxa de crescimento, longevidade e qualidade do sítio (Arevalo, 2002).

Deste modo o CO₂ pode ser removido da atmosfera por meio do crescimento das plantas. Quanto mais rápido o crescimento, maior é a taxa de absorção de CO₂. O processo inverso ocorre com a emissão de CO₂ através da respiração das plantas, animais e pela decomposição orgânica. Acrescenta-se a esta, as emissões devido ao desmatamento, queimada, gases industriais e queima de combustíveis fósseis (Baird, 2002 e Roberto *et al.*, 2014).

Os estoques de carbono nas florestas podem ser aumentados pela redução da exploração e do desmatamento, por exemplo, pela proteção especial das florestas primárias, pela regeneração de florestas secundárias e degradadas com biomassa em pé e carbono orgânico do solo abaixo de seus valores potenciais e pela aplicação de determinadas práticas silviculturas (Stephen, 2010).

2.3. Estimativa de carbono

A quantificação de carbono nos ecossistemas florestais exige a estimativa da biomassa arbórea acima e abaixo do solo (raízes) das árvores em pé, da vegetação herbácea, da matéria morta (liteira e árvores mortas) e do teor de carbono contido no solo (Siteo *et al.*, 2009).

Devido a presença de quantidades substanciais de carbono armazenado nas árvores e no solo, a estimativa de carbono nestas componentes do ecossistema florestal (árvore e solo) sempre se justifica. O mesmo não se verifica em relação ao carbono contido na vegetação arbórea e na matéria morta (liteira e árvores mortas), o qual sua estimativa só se justifica nos casos em que os

estudos incidam sobre florestas de baixa densidade, ou quando o teor de carbono presente na vegetação herbácea e na matéria morta é significativo (Pearson *et al.*, 2005).

O carbono contido na biomassa acima e abaixo do solo pode ser estimado através dos métodos directos e indirectos (Oshiro, 2010). No método directo, o carbono deriva de dados de biomassa obtidos do método directo (Silveira *et al.*, 2008), enquanto no método indirecto, o carbono deriva de dados de biomassa estimados a partir de métodos indirectos.

Tanto no método directo, como no método indirecto, utiliza-se um factor de conversão de biomassa em carbono de 0.5 kg C/kg de biomassa (Oshiro, 2010), que se deve ao facto da matéria seca conter aproximadamente 50% do peso de carbono na sua biomassa (Valentine *et al.*, 2008).

Em alguns casos o valor do factor de conversão de biomassa em carbono pode variar de 0.45-0.50 kg C/kg de biomassa, isto porque estudos indicam que o teor de carbono para árvores vivas, mortas e vegetação não arbórea normalmente varia de 45-50% (Condit, 2008).

2.4. Importância da quantificação dos estoques de carbono nas Florestas

Um dos papéis desempenhados pela floresta é a fixação do gás carbónico através da fotossíntese, na biomassa viva das árvores (Buckeridge *et al.*, 2002). Assim no contexto das mudanças climáticas globais, as áreas florestais são consideradas consumidoras de Carbono, e têm sua importância destacada graças à capacidade natural de capturar CO₂ na atmosfera por meio da fotossíntese, e fixá-lo sob a forma de carbono nos seus compartimentos (Soares *et al.*, 2005).

Embora as florestas absorvam o CO₂ da atmosfera através da fotossíntese, este mesmo gás também é emitido por elas durante a respiração, morte, decomposição das plantas, queima da vegetação, exploração florestal entre outros (Soares *et al.*, 2005). As florestas para além de armazenarem carbono, são importantes repositórios de biodiversidade animal e vegetal. Daí que o REDD+ reconhece e valoriza a necessidade de conservação de biodiversidade como um dos elementos de base para ligar a mitigação à adaptação (Siteo e Salomão, 2012).

Torna-se importante quantificar a biomassa e carbono nos ecossistemas florestais para a avaliação do potencial destes em armazenar este gás nos seus componentes (Carvalho *et al.*, 2014). Pois, a partir dessas informações, podem ser elaborados novos projectos de florestamento ou reflorestamento, visando à mitigação das mudanças climáticas e à comercialização de créditos de carbono (Baker *et al.*, 2004). Actualmente as informações sobre as florestas são relevantes, visto que os processos dinâmicos da floresta, bem como os aspectos florísticos e estruturais são

indicadores importantes das condições de conservação e do estágio sucessional em que se encontra um determinado remanescente (Barreto *et al.*, 2016). Deste modo a sua compreensão é importante para a elaboração de planos de manejo e conservação dos ecossistemas florestais (Sanquetta, 2008).

De acordo com (Berenguer *et al.*, 2014), a degradação florestal em particular, quando resultante da combinação de queimadas e exploração florestal pode alterar a estrutura da floresta, resultando na degradação aguda dos estoques de carbono e principalmente do carbono vivo acima do solo do que na matéria orgânica morta ou no solo. Em conjunto com o tipo de perturbação, os efeitos da borda também desempenham um papel importante em influenciar os estoques acima do solo em florestas primárias (Aragão *et al.*, 2014).

O conhecimento da variabilidade e distribuição espacial dos estoques de carbono no solo é fundamental para a caracterização e monitoramento de uma dada área em relação à qualidade do solo e que é condicionado pelo clima, relevo, classes de solo e tipos de cobertura vegetal e uso de terra (Oliveira *et al.*, 2015). Contudo, é difícil estimar a dinâmica do estoque de carbono do solo e os altos custos de medições por vezes são incompatíveis aos benefícios recebidos (Pearson e Sarah, 2005).

2.5. Equações alométricas de biomassa

Segundo (Atazadeh 2011), alometria (do grego *allos*, “outros” e *metron*, “medida”) é a correlação entre o tamanho ou o número de organismos e seus componentes. As equações alométricas são criadas para estimar variáveis de difícil medição (como biomassa e o carbono florestal), com base no uso de outras variáveis de fácil obtenção, tal como o DAP ou imagens satélites. Uma equação alométrica de biomassa é uma ferramenta matemática que permite conhecer de forma simples, a quantidade de biomassa de uma árvore através de medição de outras variáveis. As equações são geradas a partir da análise de regressão, onde se estudam as relações entre a massa (geralmente em peso seco) das árvores e seus dados dimensionais (p.ex: DAP, altura). Dependendo do número de variáveis independentes a equação pode ser uma regressão simples (uma única variável, p.ex: DAP), ou regressão múltipla (mais de duas variáveis, p.ex: DAP, altura, etc) (Nathet *et al.*, 2017)

As equações de biomassa que tem apenas o DAP como variável independente, são mais fáceis de usar. O único problema deste tipo de equação é que o peso será sempre o mesmo para um

determinado diâmetro, independentemente da altura da árvore, da espécie e de outros atributos da planta (Higuchiet *et al.*, 1998). As funções alométricas e seus parâmetros podem variar de uma região para a outra, como consta na Tabela 1, e são influenciadas pela arquitectura das árvores e a densidade da madeira (Siteo e Guedes 2013). Estimativas de biomassa e estoque de carbono em florestas tropicais, geralmente são realizadas utilizando modelos alométricos (Baker *et al.*, 2004 e Chaves *et al.*, 2005), através de variáveis independentes como o DAP, altura e densidade da madeira (Koehler *et al.*, 2008). Métodos indirectos fornecem dados essenciais que permitem a extrapolação de estoques de biomassa e carbono para os ecossistemas avaliados (Samogyi *et al.*, 2007).

Tabela 1. Exemplos de equações alométricas desenvolvidas em Moçambique.

Ecosistema	Local	Equação alométrica	Referências
Miombo	Corredor da Beira	$PSt = 11,055 + 1,6769DAP + 0,14307DAP^2$	(Tchaúque 2004)
Miombo	Gondola	$PSt = 0,056 * DAP^{2,599}$	(Tomo 2012)
Mopane	Tambara	$PSt = 0,204 * DAP^{2,275}$	(Sevene 2015)
FSVM	Moribane	$PSt = 0,066 * DAP^{2,694}$	(Lisboa 2014)
Miombo	Corredor da Beira	$PSt = 0,1754 * DAP^{2,3238}$	(Guedes e Siteo 2017)

Onde:

DAP é diâmetro a altura do peito e PST é o peso total da árvore.

2.6. Parâmetros usados para caracterização de comunidades vegetais

Comumente usam-se riqueza e diversidade de espécies para avaliar a composição, abundância, densidade, dominância e frequência para avaliar a estrutura de uma vegetação (Louman *et al.*, 2000).

2.6.1. Riqueza e Diversidade de espécies

Riqueza de espécies refere-se o número total de espécies presentes em uma comunidade. Avaliar uma comunidade com base na riqueza não é suficiente para saber se as espécies estão distribuídas entre um grande número de indivíduos ou entre poucos. Para tal, são determinados os índices de riqueza que observam o número de espécies em relação ao número total de indivíduos amostrados e, os principais índices são índice de Margalef e Menhinick (Peroni e Hernández, 2011).

Diversidade de espécies expressa o grau de complexidade de uma comunidade em termos de espécies e geralmente são usados índices de diversidade para medição da diversidade de espécies e, os índices mais comuns são índice de Simpson e índice de Shannon-Wiener (Peroni e Hernández, 2011).

O índice de Simpson expressa a probabilidade de dois indivíduos retirados ao acaso na comunidade pertencerem a mesma espécie e, é mais sensível a mudanças nas espécies mais abundantes na comunidade. O índice de Shannon-Wiener é influenciado pela riqueza de espécies e equitabilidade, neste caso, aumenta com aumento do número de espécies raras (Peroni e Hernández, 2011).

2.6.2. Abundância, Densidade, Dominância e frequência

A abundância pode ser expressa em valores absolutos ou relativos. Ela mede o grau de participação das espécies na comunidade. Assim, a abundância define-se como o número de indivíduos de uma espécie por unidade de área que se encontra na comunidade (Ribeiro *et al.*, 2002).

A dominância mede a projeção da copa dos indivíduos de uma espécie sobre o solo. Entretanto é difícil mediar directamente a área da copa de uma árvore, portanto, geralmente a dominância é correlacionada com a área basal (Ribeiro *et al.*, 2002). Neste caso, a dominância de uma espécie é obtida pelo somatório das áreas basais de todos indivíduos dessa espécie. A dominância pode ser expressa em valores absolutos ou relativos. A frequência mede a presença ou ausência de uma espécie na comunidade, podendo ser expressa em valores absolutos ou relativos.

2.6.3. Índice de valor de importância das espécies (IVI)

O IVI expressa a importância de uma espécie na estrutura horizontal na comunidade e obtém-se pelo somatório dos valores relativos de abundância, dominância e frequência. O IVI permite comparar os pesos ecológicos das espécies na comunidade, indicando semelhanças ou diferenças entre comunidades quanto a estrutura e composição (Ribeiro *et al.*, 2002).

O valor de IVI serve para determinar a importância de cada espécie dentro da comunidade florestal, pois quanto maiores valores de densidade, de frequência e de dominância apresentados por uma espécie mais importante ela será para a comunidade (LONGHI, 1980).

2.7. Estudos similares

2.7.1. Estoque de carbono

Conforme Dimande (2018) no estudo realizado na província de Manica numa Floresta comunitária, onde obteve um total de 81,63 ton/ha da área florestal, distribuída por proporção de cada componente, onde o solo contribuiu com 61,62 ton/ha e as arbóreas com 14,63 ton/ha. Em

termos percentuais, correspondeu ao solo 76% e às arbóreas 18%, sendo que a parte remanescente foi a contribuição das raízes em 4,82 ton/ha (6%), das herbáceas e da serapilheira em 0,25 e 0,31 ton/ha respectivamente, ambas abaixo de 1%.

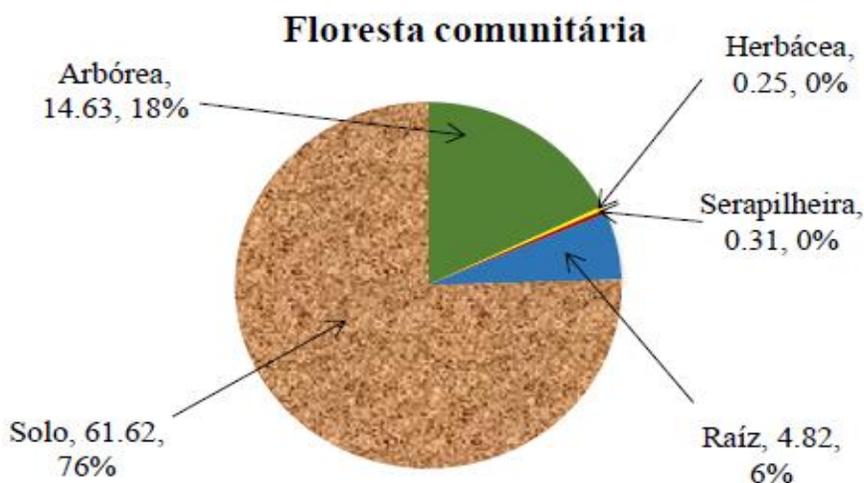


Figura 2. Proporção de estoque de carbono médio por componente no Miombo, província de Manica, centro de Moçambique

A maior quantidade de carbono do solo em relação às outras componentes pode ser explicada através do ciclo de carbono, onde mostra que o solo é o maior reservatório de carbono nos ecossistemas terrestre, de modo que o primeiro metro superior deste armazena 2,5 vezes mais carbono que a vegetação terrestre (620 Pg C) e 2 vezes mais carbono que o presente na atmosfera 760 Pg C (Lal, 2002 e Machado, 2005). As alterações das concentrações de carbono nos diferentes reservatórios dependem, não apenas das actividades humanas, mas também dos processos biogeoquímicos e climáticos e suas interações com o ciclo do carbono (Lal, 2004).

Os valores de estoque de carbono da Floresta comunitária estimados no estudo de (Dimande, 2018), para as arbóreas (14,63 ton/ha), herbáceas (0,25 ton/ha), liteira (0,31 ton/ha) e solo (61,62 ton/ha) estudo feito por (Dimande, 2018) estão fora dos intervalos de estoque de carbono obtidos no estudo realizado por (Tomo, 2012), na mesma área, com a excepção do solo, onde se obteve uma média de estoque de carbono de 22,95-60,57 ton/ha das arbóreas; 0,72-1,04 ton/ha das herbáceas; 0,4-3,85 ton/ha da serapilheira e 60,26-93,0 ton/ha do solo. Já (Mavie, 2012), também na mesma área de estudo estimou valores de estoque de carbono das arbóreas, que variaram de

54,04 a 60,57 ton/ha entre a floresta densa e aberta. Nos estudos realizados por (Boma, 2017) obteve-se 58,5; 81,9; 19,6 ton/ha para as arbóreas, solo e raízes respectivamente.

Segundo Tomo (2012), realizou um estudo na província de Manica, onde estimou estoque de carbono médio lenhoso acima do solo foi de 60,57 ton/ha para a floresta densa, 54.04 ton/ha para a floresta aberta, 22,95 ton/ha para as outras formações lenhosas. As outras formações lenhosas se destacaram em apresentar valores mais elevados, de carbono médio das herbáceas em relação a outras classes de uso e cobertura.

Pelos resultados, pode-se também verificar que o maior reservatório de carbono é a componentes solos, tendo-se verificado o valor mais elevado na floresta densa com cerca de 93.4 ton/ha, seguido de outras formações lenhosas e floresta aberta com 75,98 e 74,93 ton/ha, respectivamente. O valor médio mais baixo do carbono do solo foi encontrado nas áreas de agricultura com uma média de 60.26 ton/ha. Este valor baixo do carbono do solo pode ser justificado pela perturbação humana durante a exploração de madeira, corte e remoção da vegetação para dar lugar a prática da agricultura.

Segundo Williams *et al.* (2007), cerca de 19.0 tC/ha são reduzidos anualmente nas áreas de florestas de Miombo devido à conversão do uso da terra para a agricultura a partir de floresta natural. Walker e Desanker (2004) observaram reduções do carbono em 40% após conversão de áreas de florestas para a agricultura na floresta do Miombo em Malawi.

2.7.2. Biomassa e carbono de árvores vivas

Segundo o estudo de Bacar *et al.* (2023) realizado na província de cabo delgado, O Parque Nacional de Quirimbas estimou que apresenta grandes quantidades de C acima do solo no mangal, encontra-se nas árvores vivas com cerca de 49,04 Mg ha⁻¹ de C médio e, pouca quantidade de C encontra-se nos resíduos de madeira com 0,0019 Mg ha⁻¹ de C médio. A elevada quantidade de C nas árvores vivas é por causa de estas representarem a maior fração de biomassa total destas florestas em comparação com as outras componentes acima do solo. Além disso, no Parque Nacional de Quirimbas encontra-se cerca de 1222±123 árvores vivas de mangal por hectares com um DAP máximo de 39,5 cm. Gibbs *et al.* (2007).

3. METODOLOGIA

Os dados foram fornecidos pela Miombo Consultores Lda e foram obtidos através de um inventario florestal realizado em 2023 que aplicou amostragem aleatória estratificada.

3.1. Descrição da área estudo

O presente estudo foi feito no Distrito da Maganja da Costa, Província da Zambézia, situado entre as coordenadas 17°04' S a 17°42' S de latitude e 37°20' E a 38°01' E de longitude. O distrito faz fronteira a norte com o distrito de Pebane, a oeste com os distritos de Morrumbala e Mocuba, a sul com o distrito de Namacurra, e a Leste com o Oceano Índico (MAE 2005).

A agricultura é a principal actividade económica do distrito da Maganja da Costa sustentando mais de 75% da população economicamente activa e constitui a base de subsistência da população. Maganja da Costa é um distrito relativamente grande e densamente povoado. A área total cultivada pelo sector familiar está estimada em 41.594 ha, o equivalente a 5,4% do total do distrito. Existe uma forte presença da Companhia Madal, cuja área de palmar ocupa 12.053 ha (cerca de 1,6% da área do distrito) (MAE, 2005).

Localização e limites

A área de estudo está localizada na zona de Muzo, a qual é abrangida pelos distritos de Mocubela e Maganja da Costa. A concessão é limitada a Este pelo Rio Raraga e a Oeste pelos rios Nipiode e Liodo.

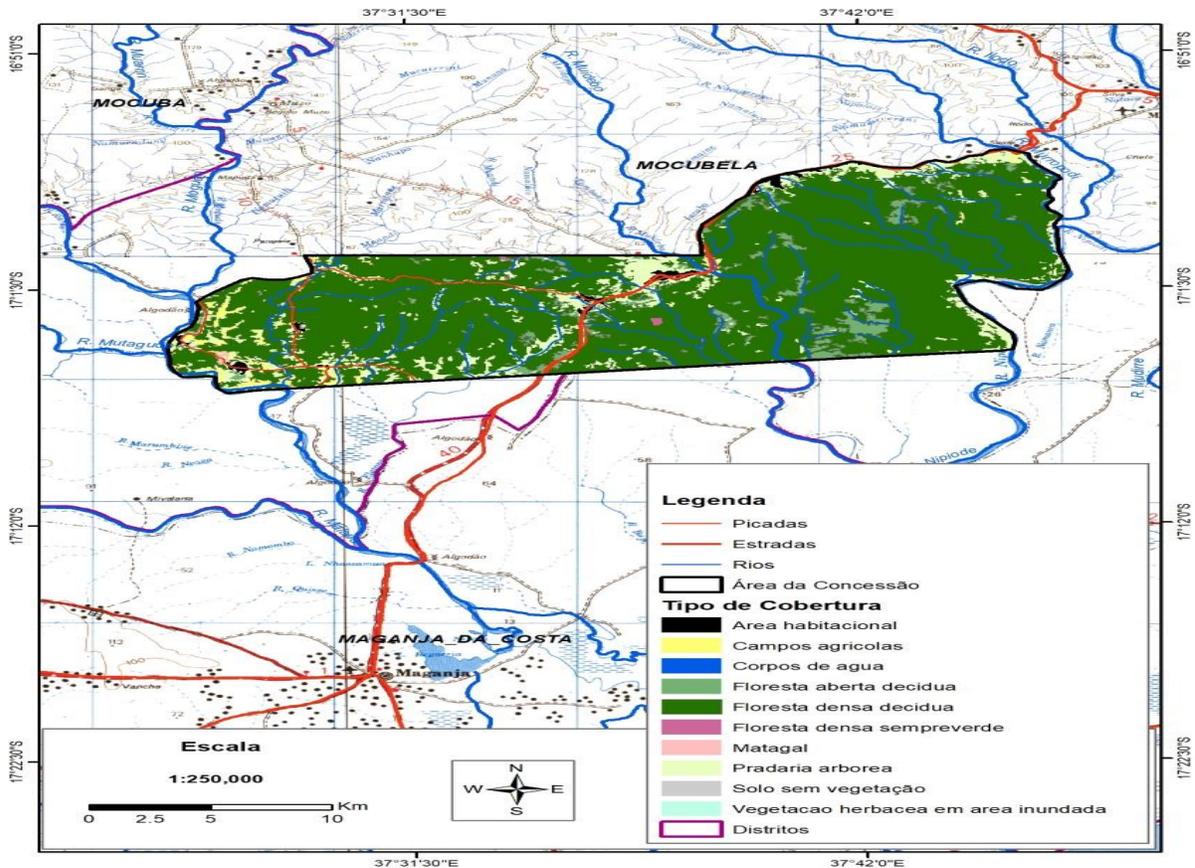


Figura 3.Localização área da concessão da ACODEMUZO.

Clima

O distrito de Maganja da Costa possui um clima tropical húmido, caracterizado por uma estação chuvosa e uma estação seca. A estação chuvosa ocorre geralmente de novembro a abril, com precipitações que podem atingir até 1.200 mm anuais. A estação seca vai de maio a outubro, com temperaturas médias que variam entre 20°C e 30°C. (MAE 2005).

Relevo

O relevo predominante no distrito de Maganja da Costa é o menos acidentadas, não existindo elevações de grande expressão. A geologia do distrito é mais modificada na região costeira na qual, por um lado, existem segmentos marinhos sobrepostos de diferentes períodos geológicos, desde o Cretácio até ao presente e, por outro, a zona de configuração ondulada, como resultado das dunas costeiras (MAE 2005).

A altitude média acima do nível das águas do mar é de cerca de 70 metros. As zonas de planícies localizam-se nos postos administrativos de Maganja-Sede, com maior extensão nas localidades

sede e de Bala; Baixo Licungo-Nante e no Posto Administrativo de Bajone, neste último posto, com vastas áreas ocupadas por companhias agro-pecuárias. O posto administrativo de Mocubela apresenta-se com terras pouco acidentadas, sendo notável a existência de planaltos com pedras, tais como Naniro, Mbidane situados na localidade de Muzo (MAE 2005).

Uma especificidade típica no distrito prende-se com o facto de, ao longo da sua faixa costeira, a humidade do ar, na quadra chuvosa, atingir por vezes 100%. Como consequência lógica, a precipitação pode atingir valores de 1.500 mm, diferentemente com o interior onde a média pluviométrica não chega a atingir 1.000 mm (MAE 2005).

Vegetação e Flora

A vegetação predominante no distrito é a floresta tropical, que inclui diversas espécies florestais de valor comercial, como o pau-preto (*Dalbergia melanoxylon*), o pau-ferro (*Libidibia ferrea*) e o mogno-africano (*Khaya anthotheca*). Além disso, a área abriga uma variedade de plantas medicinais e árvores frutíferas nativas, como o cajueiro (*Anacardium occidentale*) e o manguê (*Rhizophora spp.*) (MAE 2005).

Solo e Topografia

Os solos de Maganja da Costa são predominantemente arenosos e argilosos, com boa fertilidade para a agricultura. A topografia é relativamente plana, com algumas áreas de colinas suaves. A altitude média do distrito é de cerca de 100 metros acima do nível do mar (MAE 2005).

Hidrografia

O distrito é atravessado por vários rios importantes, incluindo o rio Licungo, que é uma fonte crucial de água para as comunidades locais e para a agricultura. Esses cursos d'água desempenham um papel vital na sustentação da biodiversidade local e na manutenção dos ecossistemas aquáticos (MAE 2005).

3.2. Trabalho de campo

3.2.1. Dados secundários

Primeiramente fez-se a identificação dos nomes científicos das espécies encontradas nas parcelas de 20 × 50 m, através das chaves dicotômicas de identificação, que são ferramentas que permitem

identificar plantas através de uma série de escolhas binárias baseadas em características morfológicas. Para quantificar as espécies comerciais, fez-se a identificação das mesmas onde foram agrupadas em 4 classes nomeadamente: preciosas, 1a classe, 2a classe e 3a classe (Philip, 1994).

3.2.2. Amostragem de árvores

Durante o inventário, utilizou-se parcelas rectangulares de 20×50 metros e mediu-se todas as árvores com DAP maior ou igual a 20 cm. Dentro da parcela, estabeleceu-se subparcelas de 20×20 metros para se medir toda a regeneração de espécies arbóreas com diâmetros de 10 cm a 19 cm e contou-se todas a regeneração de espécies arbóreas diâmetro inferior a 5 cm em subparcelas de 5×5 metros.

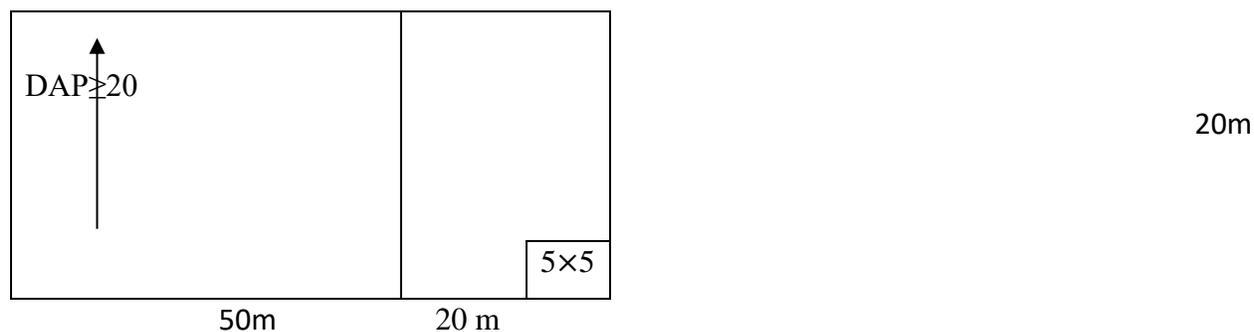


Figura 4: Esquema para o estabelecimento das parcelas e sub-parcelas.

3.3. Processamento de dados

De acordo com os dados secundários acima referidos, foram analisados na planilha electrónica de Microsoft Office Excel 2024, onde foi determinada a estrutura horizontal, composição florística e a estimativa de estoque de carbono da floresta.

Posteriormente, para parâmetros fitossociológicos determinou-se a Abundância (absoluta e relativa), Frequência (absoluta e relativa), Dominância (absoluta e relativa), Índice de Valor de Importância (IVI), Índice de riqueza de Margalef, usando as fórmulas recomendadas (Peroni e Hernández, 2011).

As estimativas de estoque de carbono para vegetação foram obtidas seguindo as regras estabelecidas pelo IPCC (Painel Intergovernamental para Mudanças Climáticas), segundo as quais, 50% de biomassa corresponde ao carbono.

Com as medidas de DAP extraídas das árvores, com diâmetro acima de 5 cm, obteve-se o valor do peso seco total usando as equações alométricas. A Equação desenvolvida por (Guedes e Siteo 2017), no ecossistema de Miombo, ajustada com base em árvores com DAP de 5 53 cm, foi usada para a estimativa de biomassa das espécies arbóreas encontradas na floresta.

3.3.1. Análise estrutural da floresta

Para o cálculo das estimativas dos parâmetros fitossociológicos, segundo Lamprecht (1990), Ziller (1992), e Watzlawick *et al.* (2005), utilizou-se as seguintes variáveis:

Densidade absoluta (DA):

$$DA = \frac{n}{A}$$

Onde:

DA = densidade absoluta (ind/ha);

n = número de indivíduos de determinada área;

A = área total de estudo (ha)

Densidade relativa (DR):

$$DR = \frac{n}{N} \times 100$$

Onde:

DR = densidade relativa

n = número de indivíduos da espécie i;

N = número total de indivíduos

Dominância absoluta (DOA):

$$DOA = \frac{g_i}{A} \quad \text{Ou} \quad Gi = \frac{\pi}{4} d^2$$

Onde:

DOA = dominância absoluta;

gi = área basal total da espécie i;

d = DAP de cada indivíduo em centímetro;

A = área total de estudo

Dominância relativa (DOR):

$$DOR = \frac{g_i}{G} \times 100$$

Onde:

DOR = dominância relativa;

$g_i = \pi/4 \times d^2$ área basal total da espécie i;

d = DAP de cada indivíduo em centímetro;

G = somatória das áreas basais individuais (g_i)

Frequência absoluta (FA):

$$FA = \frac{p_i}{p} \times 100$$

Onde:

FA = frequência absoluta;

P_i = número de parcelas com ocorrência da espécie i;

P = número total de parcelas.

Frequência relativa (FR):

$$FR = \frac{F_{ai}}{FA} \times 100$$

Onde:

FR = Frequência relativa;

FA_i = frequências absolutas da espécie i;

FA = soma das frequências absolutas de todas as espécies consideradas no levantamento.

IVI = índice do valor de importância

$$IVI = DR + FR + DR$$

Onde:

DR = densidade relativa;

FR = frequência relativa;

DR = dominância relativa.

3.3.3. Estimativa de estoque de carbono

O estoque de carbono foi estimado a partir da multiplicação do valor médio do BLAS pelo coeficiente de 0.5 como mostra a fórmula abaixo. O factor 0.5 corresponde ao teor de carbono presente na biomassa das florestas tropicais (IPCC, 2007). Depois de calcular o carbono ao nível da árvore individual.

$$C_i = PST \times 0.5$$

$$CTp = \sum_{i=1}^n (PST \times 0.5)$$

Onde:

C_i: Carbono total em cada árvore (tC/árvore);

i: Árvores medidas dentro da parcela;

0.5: Coeficiente de conversão de biomassa em carbono;

CTp: Carbono total por parcela (toneladas de carbono~ tC);

Depois das análises estatísticas supracitadas constatou-se que a equação da função exponencial de Guedes *et al.* (2018) apresenta melhor estimativa de BLAS para a área de estudo e condiz com o intervalo de estimativa encontrada na literatura desenvolvida na floresta de Miombo. Sendo assim, para o cálculo de PST por árvore foi usada equação 10, Guedes *et al.* (2018).

$$PST = 0.1754 \times DAP^{2.3238}$$

Onde:

PST: Peso seco total (ton/árvore)

DAP: Diâmetro a altura do peito (cm)

0.1754: coeficiente ajustado para o ecossistema de Miombo

Determinação da Biomassa

$$BmArv = \sum \left(\frac{Pst}{n \times Ap} \right)$$

Onde:

BmArv - Biomassa média das árvores acima do solo por nível de cobertura (ton/ha)

$\sum(Pst)$ - Somatório de peso seco total das árvores por nível de cobertura (ton)

n - Número total de parcelas por nível de cobertura

Ap - Área da parcela

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Composição florística da floresta

No presente estudo foram registadas no total 108 espécies, distribuídas em 30 famílias (Tabela 2), portanto destas espécies encontradas todas são dicotiledóneas. É importante assinalar que a família mais representativa foi Fabaceae, facto semelhante foi identificado em estudos feitos de floresta de Miombo no distrito de Mocuba por autores como (Giliba *et al.*, 2011) e (Hofiço, 2014).

Tabela 2. Riqueza de espécies por família encontradas na Maganja da costa

Família	Nr de Espécies
Anacardiaceae	5
Combretaceae	9
Fabaceae	31
Phyllanthaceae	9
Rhamnaceae	4
Rubiaceae	9

Na floresta de Maganja da costa o índice de Shannon-Wiener foi de 3.5297. Marques *et al.*, (2003) comparando várias florestas higrófilas no estudo feito no São Paulo (Brasil) sob condições climáticas (PMA 1421 mm e TMA 22 °C) encontrou índice de diversidade (H') entre 2.45-2.81. Um estudo feito por Muhate (2004) na Reserva de Moribane encontrou índice de diversidade (H') entre 0.9-1.27 e a riqueza foi igual a 51 espécies. No estudo feito por Bacar *et al.*, (2020) no Parque Nacional das Quirimbas encontrou índice de diversidade (H') 1,45 a riqueza foi de 6 espécies. O resultado encontrado neste estudo é ligeiramente superior se comparados com os outros citados. A explicação destas variações é atribuída a diferenças no espaço amostral, sendo que, maior intensidade de amostragem “ate certo ponto” resulta em maior riqueza, maior abundância (equitabilidade) e, por conseguinte, maior diversidade de espécies.

Nos estudos efectuados por Bandeira *et al.* (2007) e Siteo *et al.* (2010), no Parque Nacional das Quirimbas, as famílias que apresentam maior número foram, Fabaceae 105 (18.10%), Poaceae 49 (8.45%), Euphorbiaceae 33 (5.69%), Asteraceae 30 (5.17%), Thymelaceae 18 (3.10%) e Malvaceae 17 (2.93%) de total de 580 espécies registadas. Este número de espécies foi maior em relação aos encontrados no presente estudo, isto pode ser explicado pelo facto das duas áreas deferirem em termo da localização fitogeográfica o que determinou a composição de espécies, apesar de ambas estarem localizadas na zona costeira.

Conforme com Gebreselasse (2011), na floresta de Nandi no Quênia encontrou valores totais de composição florística de 321 espécies, 92 famílias e 243 géneros. A diferença encontrada na composição florística pode ser explicada por estas áreas estarem localizadas em regiões fitogeográficas e possuírem condições edafo-climáticas diferentes. A família com maior riqueza de espécies da floresta de Nandi foi Asteraceae representada por 24 (7.47%), seguido por Rubiaceae que foi representado por 21 (6.54%) espécies. A terceira família mais rica em termos de espécies foi a Euphorbiaceae com 15 (4.67). Orchidaceae e Malvaceae foram representados por 12 (3.74%) cada, enquanto Acanthaceae teve 11 (3.43%) espécies Fabaceae, Aspleniaceae e Moraceae foram representadas por 10 (3.12) espécies cada.

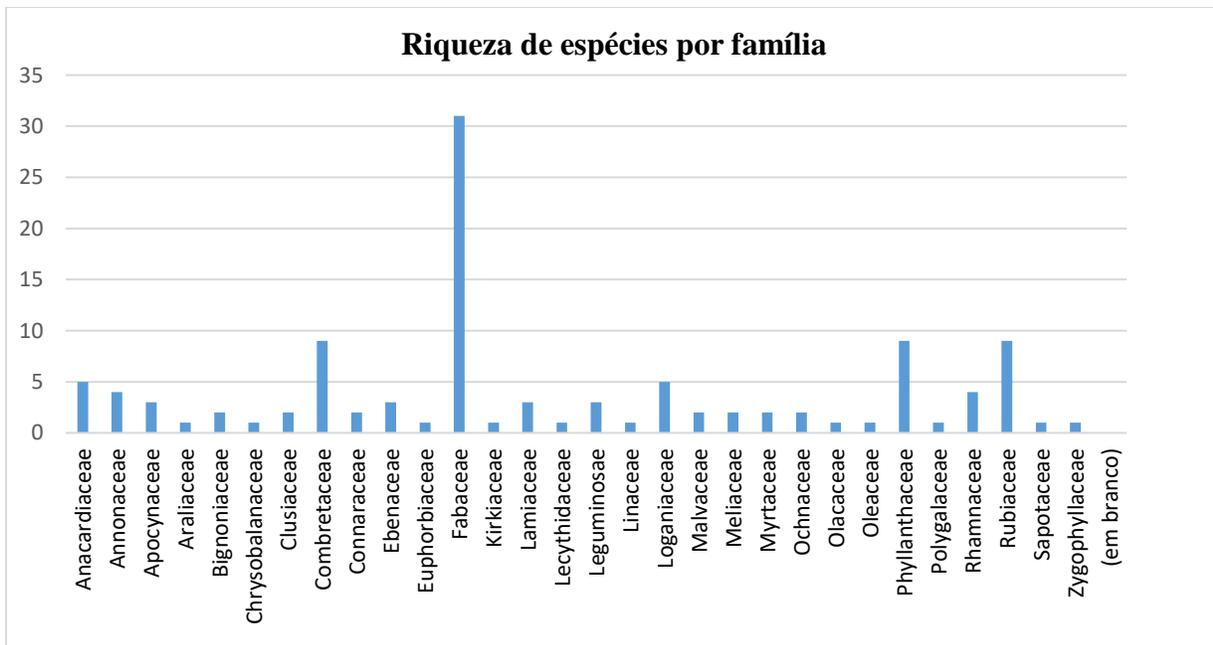


Figura 5. Descrição da riqueza das espécies por família na Maganja da costa

Em relação à abundância, a espécie que mais se destacou foi *Diplorhynchus condylocarpon* e *Brachystegia boehmii*, juntas formam 17,45% do total das espécies amostradas.

Resultados similares foram verificados por Julião (2013) e Oliveira (2015) no levantamento fitossociológico realizado no distrito de Mocuba na floresta Miombo.

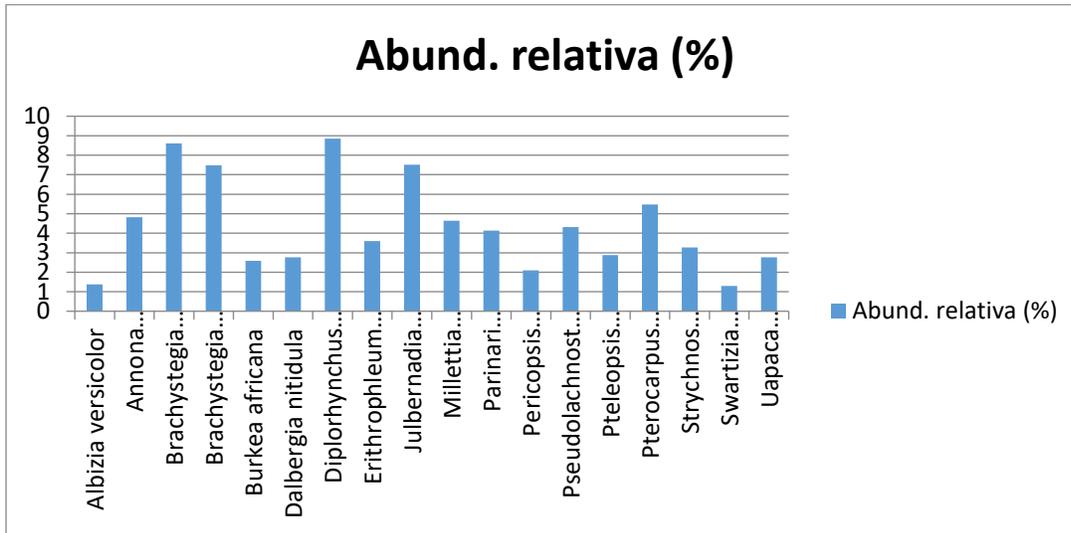


Figura6. Descrição da abundância relativa das espécies na Manganja da costa

Dentre as 10 espécies mais abundantes, em comparação com os resultados obtidos por Julião (2013) em estudo feito na localidade de Munhiba distrito de Mocuba, há coincidência em espécies como: *Brachystegia spiciformis*, *Burkea africana*, *Pseudolachnostylis maprouneifolia*, *Pterocarpus angolensis* incluindo a espécie que mais destacou-se neste estudo.

Com base na frequência, a espécie que melhor se distribuiu pela área de estudo foi *Diplorhynchus condylocarpon*. Segundo Fros (1996), esta e outras espécies da floresta de Miombo são encontradas com maior frequência em áreas onde as queimadas são intensas, porque é uma espécie heliófita e após os incêndios não há vegetação e a semente germina facilmente. Resultados semelhantes foram encontrados por Zimudzi *et al.* (2013) em seu estudo sobre composição de espécies lenhosas, estrutura e diversidade da Reserva botânica de Mazowe em Zimbabwe.

Doze espécies apresentaram um índice de valor de importância acima de dez e dentre essas espécies, *Brachystegia spiciformis*, *Brachystegia boehmii*, *Pterocarpus angolensis*, *Diplorhynchus condylocarpon*, *Julbernadia globiflora*, *Millettia stuhlmannii* e *Annona senegalensis*, apresentaram também elevada relevância ecológica por sua abundância, frequência e dominância (Tabela 3).

Resultados similares foram verificados por Julião (2013) e Oliveira (2015) no levantamento fitossociológico realizado na floresta de distrito de Mocuba.

As diferenças na composição de espécies são muitas vezes explicadas devido a factores ambientais (Zimudzi *et al.*, 2013). No entanto, Frost (1996) acrescenta que o crescimento das árvores em ecossistemas de Miombo é geralmente determinado por factores edáficos, principalmente de nutrientes e humidade disponível, a posição da paisagem, os efeitos do fogo e distúrbios antrópicos.

4.1.2. Estrutura horizontal da Floresta comunitária de Acodemuzo na Manganja da costa

Os resultados da Tabela 7 mostram que a espécie *Brachystegia spiciformis* possui maior IVI (32,51%) que as restantes. A espécie *Breonadia salicina* é uma das espécies menos abundante, menos frequente e menos dominante na área e consequentemente é a que possui menor IVI (0,07%). As espécies mais dominantes da área são *Brachystegia boehmii* (31,27%), *Julbernardia globiflora* (24,82%), *Diplorhynchus condylocarpon* (22,47%), *Pterocarpus angolensis* (15,67%) e *Millettia stuhlmannii* (12,38%), entretanto são as espécies mais abundante e frequente da área e consequentemente apresentam maior IVI. Ademais, Paiva (2014) afirmam que a espécie de *Brachystegia boehmii* em maior IVI para o distrito de mocuba.

Assim, com estes resultados pode afirmar-se que a espécie de género *Brachystegia* possui alta capacidade de colonizar nesta área, porventura é a que responde melhor com as condições edafo-climáticas desse ambiente, o ecossistema dessa floresta pode colapsar, pois ela também cria condições para o aparecimento de outras espécies associadas ao Miombo.

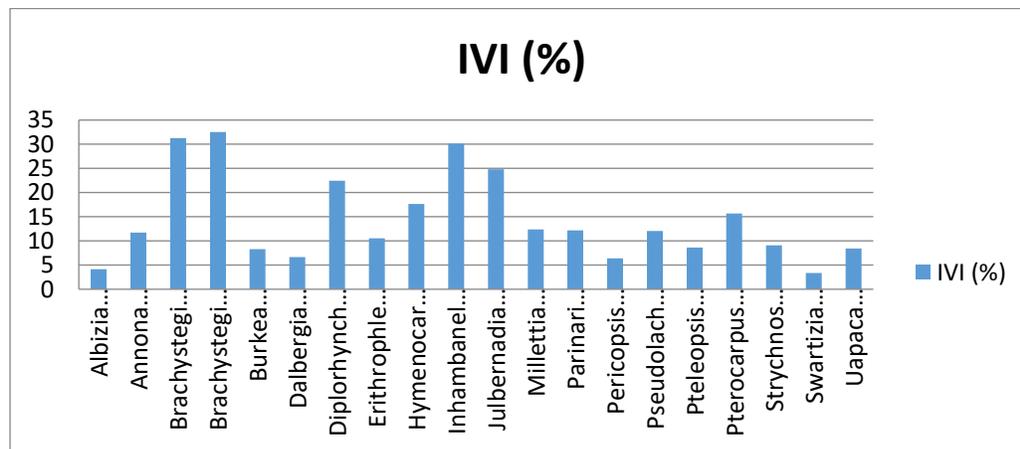


Figura 7. índice do valor de importância

Tabela 3. Abundância, frequência, dominância e Índice de Valor de Importância (IVI) das espécies

Nome Científico	Área Basal (m ² /ha/espécie)	Dore (%)	Fere (%)	Abre (%)	IVI (%)
<i>Annona senegalensis</i>	0.1594	2.11	4.82	4.82	11.75
<i>Brachystegia boehmii</i>	1.0632	14.07	8.6	8.6	31.27
<i>Brachystegia manga</i>	0.0036	0.05	0.11	0.11	0.26
<i>Brachystegia spiciformis</i>	1.3248	17.54	7.49	7.48	32.51
<i>Burkea africana</i>	0.2378	3.15	2.59	2.59	8.33
<i>Dalbergia melanoxylon</i>	0.0148	0.2	0.47	0.47	1.13
<i>Diplorhynchus condylocarpon</i>	0.3603	4.77	8.86	8.85	22.47
<i>Julbernardia globiflora</i>	0.7385	9.78	7.52	7.52	24.82
<i>Millettia stuhlmannii</i>	0.2342	3.1	4.64	4.64	12.38
<i>Parinari curatellifolia</i>	0.2932	3.88	4.14	4.14	12.16
<i>Pericopsis angolensis</i>	0.1689	2.24	2.09	2.09	6.41
<i>Pseudolachnostylis maprouneifolia</i>	0.259	3.43	4.32	4.32	12.07
<i>Pteleopsis myrtifolia</i>	0.2196	2.91	2.88	2.88	8.66
<i>Pterocarpus angolensis</i>	0.3576	4.73	5.47	5.47	15.67
<i>Strychnos madagascariensis</i>	0.1928	2.55	3.28	3.27	9.1
<i>Uapaca sansibarica</i>	0.2159	2.86	2.77	2.77	8.4

Resultados semelhantes aos deste estudo foram encontrados por Paiva (2014) ao afirmar que *Brachystegia boehmii* possuem maiores valores de abundância, frequência, dominância e IVI. Entretanto Julião (2013) em estudo feito no distrito de Mocuba, há coincidência em espécies como: *Brachystegia spiciformis*, *Burkea africana*, *Pseudolachnostylis maprouneifolia*., *Pterocarpus angolensis* são as espécies que mais destacaram.

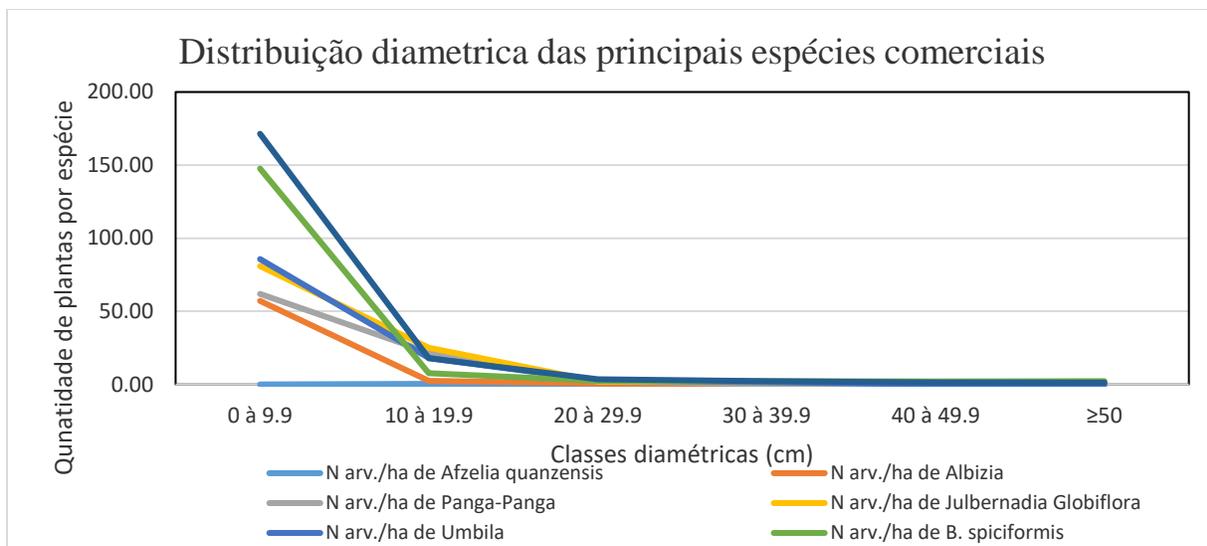


Figura 8. Distribuição diamétrica da floresta da Maganja da costa

A distribuição diamétrica da floresta da Maganja da costa tem forma de “J” invertido (Figura 8), onde verifica-se maior densidade de árvores de menor diâmetro e pouca densidade de árvores de maior diâmetro. A redução de número de árvores de diâmetro maior ($DAP \geq 50$) pode estar associada aos cortes selectivos feitos pela comunidade, assim como a morte das mesmas pelas causas naturais.

4.1.3. Estrutura vertical da floresta comunitária de acodemuzo na manganja da costa

A altura dominante da floresta de Maganja da Costa foi de 17.5 metros. Com base nesta altura foram determinados seguintes estratos: Estrato superior - árvores com altura maior que 11 metros, Estrato médio - árvores com altura entre 6 metros e 10 metros e Estrato inferior - árvores com altura inferior 1 metro a 5 metros;

Tabela 4. Estratificação da floresta comunitária

	Árvores Amostradas	N/ha (médio)	Total
Estrato Superior	630	150	5684.25
Estrato Médio	1356	323	12234.671
Estrato Inferior	264	63	2381.9714

Pela análise da tabela 4, notou-se a existência de maior número de árvores no estrato Médio em relação ao estrato Superior, por tratar-se de uma floresta natural, verifica-se a diversidade de altura

por cada árvore ter seu crescimento apropriado. O contrário acontece em uma plantação em que o maior número de árvores verifica-se no estrato superior por apresentar a mesma espécie que muitas das vezes são de rápido crescimento (Lamprecht, 1990).

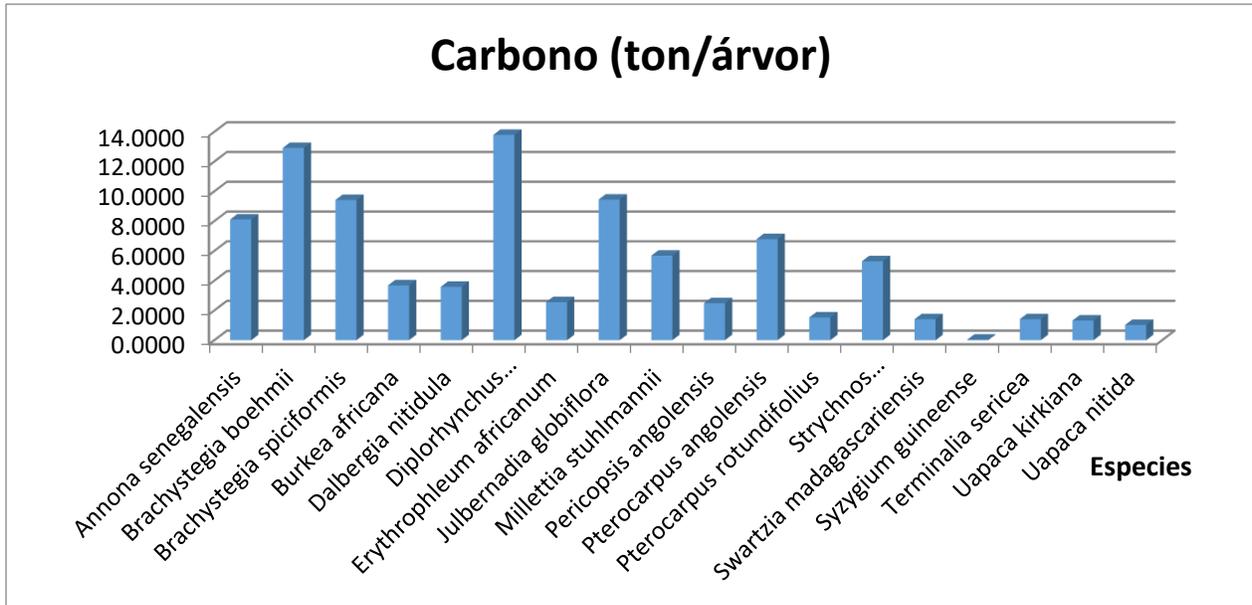
Mais de 40 % do total de espécies encontradas em cada um dos estratos Florestais em estudo são de ocorrência vertical regular (aparecem nos três estratos definidos). Comparado com a reportada para ecossistemas florestais equivalentes (21 %; Lamprecht, 1990), no presente estudo a proporção de espécies de ocorrência vertical regular encontrada é muito expressiva.

4.2. Estimativa de estoque de carbono da floresta Comunitária de ACODEMUZO na maganja da costa

O estoque de carbono obtido pela fracção de 50% da biomassa recomendado pela IPCC (2003) mostra valores que variam em função das espécies.

Pelos resultados, pode-se também verificar que o maior reservatório de carbono é da espécie *Pterocarpus angolensis*, verificados com cerca de 5 parcelas na área e tendo-se verificado com valor mais elevado na floresta comunitária de Maganja da Costa com cerca de 42,85ton/ha, seguido da espécie de *Brachystegia spiciformis* com cerca de 39.41ton/ha, respectivamente. O valor mais baixo do carbono das espécies foi encontrado na espécie de *Combretum zeyheri* com cerca de 1.62 ton/ha. Este valor baixo do carbono da espécie de *Combretum zeyheri* pode ser justificado pela perturbação humana durante a exploração de madeira. Segundo Williams *et al.* (2007), cerca de 19.0 tC/ha são reduzidos anualmente nas áreas de florestas de Miombo devido à conversão do uso da terra para a agricultura a partir de floresta natural. (Walker e Desanker, 2004) observaram reduções do carbono em 40% após conversão de áreas de florestas para a agricultura na floresta do Miombo em Malawi.

Figura 9. Estoque de carbono por cada espécie dentro da comunidade da Maganja da Costa



A estimativa de estoque de carbono das espécies na florestal comunitária foi de 144.109 ton/ha, as espécies como *Diplorhynchus condylocarpon* (13.79 ton/ha) *Pterocarpus angolensis* (6,79 ton/ha), *Brachystegia spiciformis* (9.41 ton/ha), *Brachystegia boehmii* (12,91 ton/ha) e *Julbernadia globiflora* (9.44 ton/ha). As outras espécies se destacaram em apresentar valores mais baixo de carbono médio em relação a outras espécies.

O teor de carbono médio das espécies variou de 0.0360 a 13.7934ton/ha, tendo-se o máximo valor de carbono médio na comunidade florestal da Maganja da costa composta por *Diplorhynchus condylocarpon* (13.7934ton/há) o mínimo composta por espécie de *Syzygium guineense* com 0.0360ton/ha (tabela 5). Este comportamento seria de esperar para as áreas de parcelas pequenas, devido ao facto de fraca existência das espécies nessas parcelas.

Tabela 5. Quantidade de Carbono de cada espécie

Nome científico	Ci (ton/ha)
<i>Annona senegalensis</i>	8.1081
<i>Brachystegia boehmii</i>	12.9146
<i>Brachystegia spiciformis</i>	9.4146
<i>Burkea africana</i>	3.6862
<i>Dalbergia nitidula</i>	3.5841
<i>Diplorhynchus condylocarpon</i>	13.7934
<i>Erythrophleum africanum</i>	2.5547
<i>Julbernadia globiflora</i>	9.4449
<i>Millettia stuhlmannii</i>	5.6786
<i>Pericopsis angolensis</i>	2.4861
<i>Pterocarpus angolensis</i>	6.7913
<i>Pterocarpus rotundifolius</i>	1.5269
<i>Strychnos madagascariensis</i>	5.3033
<i>Swartzia madagascariensis</i>	1.4078
<i>Syzygium guineense</i>	0.0360
<i>Terminalia sericea</i>	1.4111
<i>Uapaca kirkiana</i>	1.3180
<i>Uapaca nitida</i>	1.0265
Total	144.1093

O estoque de carbono médio obtido no estudo de Tomo (2012) no distrito de Gondola foi de 42 t/ha numa área de 5788 km². Ribeiro *et al.* (2013) estimaram as densidades de carbono médio para toda área da RNN em 34.72 ± 17.93 tC/ha, variando de 10 tC/ha a 80.8 tC/ha, sendo que o valor mais alto foi observado em parcelas não perturbadas ao longo da RNN. Campbell (1995) estimou o estoque médio de carbono em 34 t/ha na floresta densa de Miombo em Zâmbia. Siteo *et al.* (2013) descrevendo as estimativas de carbono nas Províncias de Moçambique usando equações e parâmetros do IPCC (2003) mostrou que a província de Niassa apresentou um valor médio de estoque de carbono de 42.2 tC/ha acima e abaixo solo.

A variação de estoques de carbono estimados no campo ao nível das parcelas pode ser explicada pelos factores ambientais (IPCC, 2003). De acordo com Siteo e Tchaúque (2007) o carbono contido na biomassa varia em função de factores ambientais e humanos, entre os quais destaca-se o balanço entre a fotossíntese e respiração das plantas, sucessão natural devido à regeneração.

No presente estudo estimou-se para a floresta comunitária da Maganja da Costa um estoque de carbono de 144.1093ton/ha, e este valor foi maior que 104,49 ton/ha obtido por Lisboa (2014), num estudo realizado na província de manica. As diferenças encontradas, podem ser explicadas pelo tamanho e diâmetro das árvores encontradas nas parcelas do presente estudo que variou de (5-230 cm) enquanto no estudo realizado por Lisboa (2014), os diâmetros variaram de (5-57 cm) e também a composição da floresta na altura em que os dados foram colhidos pois este factor segundo (Chaves *et al.*, 2005), influencia no estoque de carbono.

Os valores do estoque de carbono obtidos no presente estudo para floresta comunitária da maganja da costa (144.1093 ton/ha), estiveram abaixo dos valores obtidos por (Munish 2004), nas florestas de montanha na Tanzânia que variaram de 388 a 517 ton/ha para a vegetação arbórea e 295 a 418 ton/ha para o solo, foi diferente também do valor obtido por (Boma, 2017) na província de Manica de 468,3 ton/ha para as arbóreas.

Por outro lado, este estudo teve um valor alto estoque de carbono em relação ao estudo feito por (Guedes *et al.*, 2016) no distrito de Mulevala, determinaram um estoque de carbono de 111 ton/ha que foi baixo comparando com este estudo (144.1093 ton/ha) e (Mavie, 2012) no estudo feito no distrito de Gilé obteve estoque de carbono de 137 ton/ha, porém o estudo feito por (Boma, 2017) no distrito de Mocuba teve maior estoque de carbono 160 ton/ha.

As diferenças verificadas encontram explicação nos estudos feitos por (Alves *et al.*, 2010 e Urquiza-Haas, Peres antrópicas e Dolman 2007), em florestas tropicais, que sustentam que as variações nas estimativas de biomassa e por conseguinte no estoque do carbono podem estar aliadas à diferenças regionais em termos de fertilidade do solo, topografia e segundo (Nogueira *et al.*, 2008) depende também de alterações para além das características do povoamento florestal, como variações da altura do dóssel, densidade média da madeira e composição florística

5. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

5.1. CONCLUSÕES

Com base nos resultados apresentados e discutidos, em concordância com os objectivos deste trabalho conclui-se que:

A análise da composição florística e da estrutura horizontal da área estudada revelou uma riqueza e diversidade das espécies oferecendo uma gama diversificada de habitats e nichos ecológicos, a alta densidade e distribuição espacial das espécies indicam um estágio avançado de sucessão ecológica.

Portanto os valores de índice de diversidade e de riqueza foram altos para as espécies de *Brachystegia spiciformis*, *Brachystegia boehmii*, *Pterocarpus angolensis*, *Diplorhynchus condylocarpon*, *Trichilia emetic*, *Millettia stuhlmannii* e *Annona senegalensis* comparando com outras espécies dentro da comunidade.

A espécie de género *Brachystegia* possui é a que responde melhor com as condições edafo-climáticas desse ambiente, o ecossistema dessa floresta pode colapsar, pois ela também cria condições para o aparecimento de outras espécies associadas ao Miombo.

A distribuição diamétrica apresentou a forma de J-invertido para a floresta comunitária da Maganja da Costa, as espécies mais importantes e mais frequentes foram *Azelia quanzensis*, *Albizia versicolor*, *Millettia stuhlmannii*, *Julbernadia Globiflora*, *Diplorhynchus condylocarpon*, *Trichilia emetic*, *Brachystegia spiciformis* e *Brachystegia bohemii*.

A análise do estoque de carbono na floresta de Maganja da costa revelou um valor significativamente alto, a espécie *Diplorhynchus condylocarpon* que apresentou maior reservatório de carbono, indicando não apenas a maturidade e a saúde da floresta, mas também sua contribuição importante para a mitigação das mudanças climáticas. Esses resultados são consistentes com estudos de florestas maduras

5.2. RECOMENDAÇÕES

- ✚ Recomenda-se que se realizem mais estimativas de estoque de carbono médio tendo em conta os regimes de uso e níveis da floresta, para servirem de indicadores da qualidade ambiental e também como instrumento para tomada de decisões que visem atitudes conservacionistas da floresta e sua biodiversidade.
- ✚ Recomenda-se que se faça estabelecimento de parcerias com instituições de ensino, organizações não- Governamentais ou sector privado para ajudar na elaboração e implementação de plano de manejo comunitário para a floresta comunitária em causa.
- ✚ Recomenda-se que se faça o uso do método directo na estimativa da quantidade de carbono, de forma a permitir a conversão directa das plantas em carbono e também a inclusão da biomassa do solo para melhor conhecer o stock de carbono existente em ecossistemas florestais de Moçambique;

5.3. Limitações

- ✚ A ausência de informações sobre certas espécies limitou a compreensão completa da biodiversidade local e;
- ✚ Espécies raras ou desconhecidas dificultou a identificação correcta das espécies posteriormente nos cálculos da composição florística e a estrutura horizontal da comunitária.

6. Referências Bibliográficas

1. Afonso, O., e M. e Madeira, M. Magalhães. (2005) "A capacidade do Pinus pinasteraiton para acumulação de carbono orgânico." Instituto Politécnico de Viseu.
2. Alves, D. S.; Silva, J. M.; Pereira, R. M (2010). Impactos ambientais da atividade madeireira na Amazônia. Revista Brasileira de Ciências Ambientais, v. 42, p. 123-130,
3. Arevalo, L. A, and C. J. e Vilcahuaman, L. J. M. Alegre (2002) "Metodologia para estimar o estoque de carbono em diferentes sistemas de uso da terra.
4. Bandeira, S.; Bolnick, D. & Barbosa, F. (2007). *Flores Nativas do Sul de Moçambique*. Universidade Eduardo Mondlane, Maputo.
5. Barreto, P.; Lima, J.; Souza, R. (2009) Desmatamento e uso da terra na Amazônia brasileira. Environmental Science & Policy, v. 12, p. 1-10.
6. Baird, I. G. (2002) The politics of environmental degradation in Cambodia. Asian Journal of Comparative Politics, v. 8, n. 1, p. 45-58.
7. Boma, P. (2017) Estudo sobre a sustentabilidade na gestão florestal comunitária. Journal of Forestry Research, v. 22, p. 345-360.
8. Burslem, D.F.R.P e T. C. Whitmore (1999). Species diversity, susceptibility to disturbance and tree population dynamics in tropical rain forests. *Journal of vegetation Science*, 10:767-776.
9. Burton, J. C.; PREGITZER, K. S. (2008) Soil carbon sequestration in forest ecosystems. Forest Ecology and Management, v. 255, n. 8, p. 2811-2819.
10. Brown, S.; Gillespie, A. J. R.; Lugo, A.E. (1989). Biomass estimation methods for tropical forests with applications to forest inventory data. Forest Science, Lawrence, v. 35.
11. Chaves, J.; Andalo, C. Brown, S. e Cairns, M. A. (2005). Tree allometry and improved estimation of carbon stocks and balance in tropical forests. Vol. I, 87-99.
12. Chazdon, R. L. (2008). "Beyond deforestation: restoring forests and ecosystem services on degraded lands. Science." 1458-1460.
13. Campbell, B.M, Cunliffe RN, Gambiza J. (1995). Vegetation structure and small-scale pattern in Miombo woodland, Marondera. Bothalia.
14. Cifor (2014) Tropical dry forests under threat and under-researched. Cifor, Bogor, Indonésia.

15. Chheng, P.; SOK, K.; HENG, K (2015). Forest cover change and its impact on biodiversity in Cambodia. *Environmental Conservation*, v. 42, n. 3, p. 234-242.
16. Curtis, P. S. (2008) The role of forest ecosystems in the global carbon cycle. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*, v. 39, p. 1-28.
17. FAO (2004). *Carbon Sequestration in Dryland Soils*. World Soil Resources Reports, 102^o Volume, Rome. 108p.
18. FAO. (2010)."Global Forest Resources Assessment. Forest Paper 163: Food and Agriculture Organization of the United Nations." Rome.
19. FAO. (2015). *Global Forest Resources Assessment*. 253pp. Roma
20. FAO. (2016). *Report of the Twenty-third Session of the Committee on Forestry*. Roma.
21. FAO. (2020). *Global Forest Resources Assessment 2020 Main Report*.186pp. Roma.
22. Falcão, M. e Noa, M. (2016) *Definição de Florestas, Desmatamento e Degradação Florestal no âmbito do REDD+*
23. Fearnside, P.M. (2008)."As Mudanças Climáticas Globais e a Floresta Amazônica." 27. Instituto Nacional de Pesquisa da Amazônia.
24. Francez, L.M.B., J.O. P. Carvalho., F. J. Batista., F. C. S. Jardim., E.M L. S. Ramos (2013). *Influência da Exploração Florestal de Impacto reduzido sobre as fases de Desenvolvimento de uma Floresta de terra firme*. *Ciência Florestal*, 23:743-753.
25. Ferreira, A.P.B. (2008) "Meio ambiente em Moçambique.": 7.
26. Federici, S., Lee, D. & Herold, M. *Forest Mitigation (2018): A Permanent Contribution to the Paris Agreement*
27. Floriano, E, P. Muller, I. Finger, C. Schneider, P, R. (2006). *Ajuste e seleção de modelos tradicionais para série temporal de dados de Altura de árvores*. *Ciência florestal*. Santa maria. Brasil.
28. Gebreselasse von A. G. (2011). *Plant Communities, Species Diversity, Seedling Bank and Resprouting in Nandi Forests, Kenya*. Doctor Dissertation. Fachbereich 3: Mathematik/Naturwissenschaften. Universität Koblenz-Landau. 174p.
29. IPCC. (2003). *Good Practice Guidance for Land Use, Land-Use Change and forestry*. National Inventory Reports.
30. IPCC. (2006). *Guidelines for greenhouse gas inventories* Institute for Global Environmental Strategies, Hayama, Japan.

31. Julião, H. (2013). Avaliação do estado da composição e estrutura das florestas nas comunidades de Tavela, Caiave e Chingoma localidade de Munhiba província da Zambézia. 83f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Universidade Zambeze, Programa de pós-graduação em engenharia florestal. Zambezia, Moçambique.
32. Kennedy. P, (2008). A guide to econometrics. Machassachuttes: Black well publishing
33. Lamprecht, H. (1990). Silvicultura nos Trópicos. Alemanha: GTZ. 343pp.
34. Lei nº 26/2013. (2013). (Cria novos Distritos por Província), publicada no Boletim da República nº 101, I Série, pág. 1059-1061.
35. Lisboa, S. N. 2014. Estimativa de biomassa em Floresta sempre verde de Montanha da Reserva Florestal de Moribane. UEM.
36. Lipinski, ET, AP Dalla Corte, CR, Rodrigues, AL Sanquetta, F Mognon, and A. Behling (2017). "Dinâmica da Biomassa e Carbono Arbóreo entre 1995-2012 em Floresta Ombrófila Mista Montana. Curitiba.": 197-206,.
37. LONGHI, S. J. (1980) A estrutura de uma floresta natural de Araucaria angustifolia (Berth.) kuntze, no sul de Brasil. Dissertação (Mestrado em engenharia florestal) - Universidade federal do Paraná, Curitiba-PR.
38. Louman, B.; Alvarado, A.; Martínez, A.; Buitrago, M.; Rodríguez, J.; González, J.; Sánchez, J. (2000) Agroforestry as alternative land-use production systems for the tropics, v. 24, n. 2, p. 137–151.
39. MAE. (2005). Perfil do distrito de Maganja da costa. Província de Zambézia. Edição 2005.
40. Magalhães, T. e Seifert, T. (2015) Tree component biomass expansion factors and root-to-shoot ratio of Lebombo ironwood: measurement uncertainty. Carbon Balance and Management 10: 9.
41. MICOA. (2007). "Plano de Acção para Prevenção e Controlo às Queimadas Descontroladas 2008-2018. Moçambique".
42. Mognon, F.; Dallagnol, F.S, Sanquetta, C. R, Corte, A. P,Dand Barreto, T. G. (2013) "Uma década de dinâmica da fixação de carbono na biomassa arbórea em floresta Ombrófila Mista no Sul do Paraná. Floresta, Curitiba.":153-164.
43. Mognon, F. (2011) "Dinâmica do estoque de carbono como serviço ambiental prestado por um fragmento de floresta Ombrófila Mista Montana localizada no sul do estado do Paraná. Dissertação (mestrado em Engenharia Florestal) - Sector de Ciências Agrárias. Curitiba.".

44. MITADER (2018) Inventário florestal nacional. DNTF, Maputo, Moçambique.
45. MMA (2011), Ministério do Meio Ambiente.
46. Ortiz, R. (1997). Costa Rican secondary forest: an economic option for joint implementation initiatives to reduce atmospheric CO₂. Draft paper presented for inclusion in the Beijer seminar in Punta Leona. Costa Rica, 19p
47. Pearson, N., e W e Brown, S. Sarah. 2005. "Source Book for Land Use Change and Forestry Projects." 4-53.
48. Pereira, J.S. (2007)"Floresta e Sociedade- Uma história em comum. Público, comunicação Social, SA, Fundação Luso Americana para o desenvolvimento." 127-142.
49. Pereira, C. 2001. Manual de silvicultura tropical. Ministerio da Agricultura, Moçambique
50. Peroni, N.; Hernández, M. T. (2011) A importância da agrobiodiversidade na agricultura familiar: o caso da região do Alto Uruguai (RS). Revista Brasileira de Agroecologia, v. 6, n. 1, p. 43-52,
51. Philip, M. S. (1994). Measuring Trees and Forests (2nd ed.). Wallingford: CAB International.
52. Ramirez, O; Gomes, M; Shultz, S. (1997). Valuing the contribution of plantation forestry to the national accounts of Costa Rica from the ecological economics perspective. Beijer Reseachseminar. Costa Rica. 28p.
53. Renner, R.M. (2004)"Sequestro de carbono e a viabilização de novos reflorestamentos no Brasil.
54. Roberto, M. R.; Silva, F. A.; Pereira, H. C. (2014) Análise da fragmentação florestal na Mata Atlântica. Revista Brasileira de Geografia, v. 66, n. 2, p. 123-135.
55. Ribeiro, N., A.A. Siteo, e B.S. e Staiss, C. Guedes. (2002). "Manual de Silvicultura Tropical. Projecto GCP/ Moz/056: DEF/FAEF."
56. Ribeiro, N. S, Matos CN, Moura IR, Washington-Allen RA, Ribeiro AI. (2013). Monitoring vegetation dynamics and carbon stock density in Miombo woodlands. Carbon Balance and Management.
57. Ribeiro, N. S., Shugart, H. H., Allen, R. W. (2008). Aboveground biomass and leaf area index (LAI) mapping for Niassa Reserve, northern Mozambique.

58. Rosa, I. M. D.; Ochoa-Quintero, J. M.; Gardner, T. A. (2015) Thresholds of species loss in Amazonian deforestation frontier landscapes. *Conservation Biology*, v. 29, n. 2, p. 440-451.
59. Ryan, C. M. (2009). Carbon cycling, fire and phenology in a tropical Savanna woodland in Nhambita, Mozambique. PhD thesis, University of Edinburgh, Edinburgh, 257 pp.
60. Siteo, A., Salomão, A. & Wertz-kanounnikoff, S. (2012). O contexto de REDD+ em Moçambique: causas, actores e instituições. Occasionalpaper 76. CIFOR, Bogor, Indonesia.
61. Siteo A., Guedes B., Argola J., Puna N., Michonga E. E Monteiro J. (2001). Estudo de biomassa florestal numa floresta aberta de miombo no distrito de Bárúè. Manica. DEF. UEM.
62. Siteo A e Tchaúque F. 2007. Medição de biomassa florestal utilizando informação do inventário florestal. Relatório final. Unidade de Inventário Florestal. Direcção Nacional de Terras e Florestas.
63. Silveira, M.L., N.B. Comerford, K.R. Reddy, and W.T. e El-Rifai, H. Cooper. (2008). "Characterization of soil orgâniccarbon pools byacidhidrolysis." 405-414.
64. Sito, A., & Tchauque, F. (2007): Medição da Biomassa Florestal em Moçambique. Maputo. Moçambique. 45 p.
65. Soares, C.P.B., e H.G. e Gorgens, E.B. Leite. (2005) "Equações para estimar o estoque de carbono no tronco de árvores individuais e em palntios comerciais de eucalipto.": 711-718.
66. Tchaúque, F. D. D. L. J. (2004): Avaliação da Biomassa Lenhosa Área no Corredor da Beira, Maputo, Moçambique. 49 p.
67. Tomo, F. A. (2012). Estimativas de stock de carbono nas florestas de miombo em Gondola. Trabalho de Licenciatura em Engenharia Florestal. UEM/FAEF. Maputo. Agosto.
68. Paiva, A. (2014). Avaliação do Estado de Conservação das Florestas Comunitárias de Caiave, Marcuza, Namutangana e Virganha na Localidade de Munhiba - Mocuba – *Zambézia*.
69. Valentine, H. T.; Hermann, S. M.; Henderson, D. (2008) Modeling Forest dynamics: a review of existing models and their applications. *Forest Science*, v. 54, n. 1, p. 1-15.
70. Walker, S. M.; & Desanker, P. V. (2004). The Impact of Land use on soil Carbon im Miombo Woodlans of Malawi. Elsevier. USA. 345-360p.

71. Watzlawick, P., Beavin, J. H., & Jackson, D. D. (2005). *Pragmática da comunicação humana: um estudo dos padrões, patologias e paradoxos da interação* (15^a ed.). São Paulo:
72. Wertz-Kanounnikoff, S., A. Siteo e A. Salomão (2012). *O contexto de REDD+ em Moçambique: Causas, actores e instituições*. CIFOR, Bogor, Indonesia. 56pp.
73. Williams, C. A.; Hanan, N. P.; Neff, J. C.; Scholes, R. J.; Berry, J. A.; Denning, A. S.; Baker, D. F. (2007). Africa and the global carbon cycle. *Carbon Balance and Management*. J., 2 (2). 2-3.
74. Ziller, Sílvia Renate. (1992). **Análise fitossociológica de caxetais*. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Paraná, Curitiba
75. Zimudzi, T.; Mukwamusya, I.; Mwansa, S. (2013) Impacto das práticas agrícolas na biodiversidade em áreas de savana. *African Journal of Ecology*, v. 51, n. 4, p. 567-575.

Apêndice 1. Parâmetros fitossociológicos das espécies arbóreas amostradas na Floresta comunitária

Nome Científico	Área Basal (m ² /ha/espe cie)	Dominân cia relativa (%)	Valor absolu to	Valor relati vo (%)	Abund. Absoluta (arvores/ ha)	Abun d. relati va (%)	IVI (%)
<i>Acacia nilotica</i>	0.0005	0.01	1	0.04	0.0595	0.04	0.08
<i>Acacia sp.</i>	0.0043	0.06	5	0.18	0.2976	0.18	0.42
<i>Acacia tortilis</i>	0.0291	0.39	13	0.47	0.7738	0.47	1.32
<i>Afzelia quanzensis</i>	0.0143	0.19	8	0.29	0.4762	0.29	0.76
<i>Albizia sp.</i>	0.0040	0.05	3	0.11	0.1786	0.11	0.27
<i>Albizia versicolor</i>	0.1054	1.39	38	1.37	2.2619	1.37	4.13
<i>Annona senegalensis</i>	0.1594	2.11	134	4.82	7.9762	4.82	11.75
<i>Annona sp</i>	0.0166	0.22	9	0.32	0.5357	0.32	0.87
<i>Antidesma venosum</i>	0.0167	0.22	6	0.22	0.3571	0.22	0.65
<i>Barringtonia racemosa</i>	0.0123	0.16	4	0.14	0.2381	0.14	0.45
<i>Bauhiniasp.</i>	0.0270	0.36	13	0.47	0.7738	0.47	1.29
<i>Berchemia discolor</i>	0.0190	0.25	14	0.50	0.8333	0.50	1.26
<i>Boseiasp.</i>	0.0034	0.05	1	0.04	0.0595	0.04	0.12
<i>Brachystegia boehmii</i>	1.0632	14.07	239	8.60	14.2262	8.60	31.27
<i>Brachystegia manga</i>	0.0036	0.05	3	0.11	0.1786	0.11	0.26
<i>Brachystegia spiciformis</i>	1.3248	17.54	208	7.49	12.3810	7.48	32.51

<i>Breonadia salicina</i>	0.0000	0.00	1	0.04	0.0595	0.04	0.07
<i>Burkea africana</i>	0.2378	3.15	72	2.59	4.2857	2.59	8.33
<i>Catunaregam spinosa</i>	0.0108	0.14	16	0.58	0.9524	0.58	1.29
<i>Combretum collinum</i>	0.0007	0.01	2	0.07	0.1190	0.07	0.15
<i>Combretum fragrans</i>	0.0016	0.02	2	0.07	0.1190	0.07	0.16
<i>Combretum sp</i>	0.0276	0.37	20	0.72	1.1905	0.72	1.81
<i>Combretum zeyheri</i>	0.0428	0.57	29	1.04	1.7262	1.04	2.65
<i>Crossopterix febrifuga</i>	0.0226	0.30	14	0.50	0.8333	0.50	1.31
<i>Cussonia sp.</i>	0.0010	0.01	1	0.04	0.0595	0.04	0.08
<i>Dalbergia melanoxyton</i>	0.0148	0.20	13	0.47	0.7738	0.47	1.13
<i>Dalbergia nitidula</i>	0.0821	1.09	77	2.77	4.5833	2.77	6.63
<i>Desconhecida 1</i>	0.0125	0.17	8	0.29	0.4762	0.29	0.74
<i>Desconhecida 2</i>	0.0031	0.04	1	0.04	0.0595	0.04	0.11
<i>Desconhecida 3</i>	0.0056	0.07	1	0.04	0.0595	0.04	0.15
<i>Desconhecida</i>	0.0015	0.02	1	0.04	0.0595	0.04	0.09
<i>Diospyros mespiliformis</i>	0.0402	0.53	13	0.47	0.7738	0.47	1.47
<i>Diospyros sp</i>	0.0087	0.11	10	0.36	0.5952	0.36	0.83
<i>Diplorhynchus condylocarpon</i>	0.3603	4.77	246	8.86	14.6429	8.85	22.47
<i>Ekibergia capensis</i>	0.0058	0.08	2	0.07	0.1190	0.07	0.22

<i>Ekibergia sp.</i>	0.0027	0.04	1	0.04	0.0595	0.04	0.11
<i>Erithrophleuma fricanum</i>	0.2507	3.32	100	3.60	5.9524	3.60	10.52
<i>Erytrina sp.</i>	0.0008	0.01	1	0.04	0.0595	0.04	0.08
<i>Erytrophleum suaveons</i>	0.0095	0.13	3	0.11	0.1786	0.11	0.34
<i>Garcinia livingstonei</i>	0.0061	0.08	2	0.07	0.1190	0.07	0.23
<i>Garcinia Sp.</i>	0.0006	0.01	1	0.04	0.0595	0.04	0.08
<i>Gardenia volkens</i>	0.0044	0.06	5	0.18	0.2976	0.18	0.42
<i>Hugonia orientalis</i>	0.0016	0.02	2	0.07	0.1190	0.07	0.17
<i>Hymenocardia acida</i>	52.0000	16.56	15	0.54	0.8929	0.54	17.64
<i>Inhambanella henriquesii</i>	94.0000	29.94	2	0	0	0	30.08
<i>Julbernadia globiflora</i>	0.7385	9.78	209	7.52	12.4405	7.52	24.82
<i>Kigelia africana</i>	0.0159	0.21	4	0.14	0.2381	0.14	0.50
<i>Kirkia acuminata</i>	0.0006	0.01	2	0.07	0.2381	0.14	0.22
<i>Lannea discolor</i>	0.0141	0.19	7	0.25	0.4167	0.25	0.69
<i>Lanneas chweinfurthii</i>	0.0014	0.02	2	0.07	0.1190	0.07	0.16
<i>Loncho carpusbussei</i>	0.0016	0.02	2	0.07	0.1190	0.07	0.17
<i>Loncho carpuscapassa</i>	0.0035	0.05	1	0.04	0.0595	0.04	0.12
<i>Maprounea africana</i>	0.0008	0.01	2	0.07	0.1190	0.07	0.15

<i>Margaritaria discoeidea</i>	0.0017	0.02	1	0.04	0.0595	0.04	0.09
<i>Millettia stuhlmannii</i>	0.2342	3.10	129	4.64	7.6786	4.64	12.38
<i>Monodorajunodii</i>	0.0012	0.02	2	0.07	0.1190	0.07	0.16
<i>Ochna sp.</i>	0.0084	0.11	8	0.29	0.4762	0.29	0.69
<i>Ozoroao bovata</i>	0.0033	0.04	2	0.07	0.1190	0.07	0.19
<i>Ozoroa sp.</i>	0.0033	0.04	2	0.07	0.1190	0.07	0.19
<i>Parinari curatellifolia</i>	0.2932	3.88	115	4.14	6.8452	4.14	12.16
<i>Pericopsis angolensis</i>	0.1689	2.24	58	2.09	3.4524	2.09	6.41
<i>Piliostig mathonningii</i>	0.0406	0.54	16	0.58	0.9524	0.58	1.69
<i>Pseudolachnostylis maprouneifolia</i>	0.2590	3.43	120	4.32	7.1429	4.32	12.07
<i>Pteleopsis myrtifolia</i>	0.2196	2.91	80	2.88	4.7619	2.88	8.66
<i>Pterocarpus angolensis</i>	0.3576	4.73	152	5.47	9.0476	5.47	15.67
<i>Pterocarpus lucens</i>	0.0305	0.40	6	0.22	0.3571	0.22	0.84
<i>Pterocarpus rotundifolius</i>	0.0651	0.86	27	0.97	1.6071	0.97	2.80
<i>Pterocarpus sp.</i>	0.0020	0.03	1	0.04	0.0595	0.04	0.10
<i>Rothmania sp.</i>	0.0003	0.00	1	0.04	0.0595	0.04	0.08
<i>Roureia orientalis</i>	0.0010	0.01	2	0.07	0.1190	0.07	0.16
<i>Roureia sp</i>	0.0005	0.01	1	0.04	0.0595	0.04	0.08
<i>Rubiace</i>	0.0012	0.02	1	0.04	0.0595	0.04	0.09

<i>Schreberatrichoc lada</i>	0.0008	0.01	2	0.07	0.1190	0.07	0.15
<i>Sclerocarya birrea</i>	0.0600	0.79	19	0.68	1.1310	0.68	2.16
<i>Securidaca sp</i>	0.0050	0.07	5	0.18	0.2976	0.18	0.43
<i>Sterculia appendiculata</i>	0.0313	0.41	10	0.36	0.5952	0.36	1.13
<i>Sterospermum kunnthianum</i>	0.0049	0.06	3	0.11	0.1786	0.11	0.28
<i>Strychnos madagascariensis</i>	0.1928	2.55	91	3.28	5.4167	3.27	9.10
<i>Strychnos sp.</i>	0.0020	0.03	3	0.11	0.1786	0.11	0.24
<i>Strychnos spinosa</i>	0.0079	0.10	6	0.22	0.3571	0.22	0.54
<i>Swartzia madagascariensis</i>	0.0573	0.76	36	1.30	2.1429	1.29	3.35
<i>Syzygium guineense</i>	0.0013	0.02	1	0.04	0.0595	0.04	0.09
<i>Syzygium sp.</i>	0.0073	0.10	2	0.07	0.1190	0.07	0.24
<i>Terminalia sericea</i>	0.0379	0.50	20	0.72	1.1905	0.72	1.94
<i>Terminalia sp.</i>	0.0011	0.01	1	0.04	0.0595	0.04	0.09
<i>Uapaca kirkiana</i>	0.0725	0.96	20	0.72	1.1905	0.72	2.40
<i>Uapaca kirkii</i>	0.0056	0.07	5	0.18	0.2976	0.18	0.43
<i>Uapaca nitida</i>	0.0694	0.92	23	0.83	1.3690	0.83	2.57
<i>Uapaca sansibarica</i>	0.2159	2.86	77	2.77	4.5833	2.77	8.40
<i>Vangueria infausta</i>	0.0095	0.13	13	0.47	0.7738	0.47	1.06

<i>Vangueria sp.</i>	0.0009	0.01	1	0.04	0.0595	0.04	0.08
<i>Vitex doniana</i>	0.0317	0.42	14	0.50	0.8333	0.50	1.43
<i>Vitex sp.</i>	0.0008	0.01	1	0.04	0.0595	0.04	0.08
<i>Voacanga sp.</i>	0.0007	0.01	1	0.04	0.0595	0.04	0.08
<i>Voacanga thouarsii</i>	0.0117	0.15	1	0.04	0.0595	0.04	0.23
<i>Desconhecida 9</i>	0.0025	0.03	1	0.036 0	0.0595	0.04	0.00
<i>Xeroderris stuhlmannii</i>	0.0956	1.27	21	0.76	1.2500	0.76	2.78
<i>Ximenia cafra</i>	0.0013	0.02	4	0.14	0.2381	0.14	0.31
<i>Xylopia sp.</i>	0.0088	0.12	6	0.22	0.3571	0.22	0.55
<i>Ymenocardia acida</i>	0.0039	0.05	8	0.29	0.4762	0.29	0.63
Total	153.5263	100.00	2768	100.0 0	164.8810	100.0 0	300.0 0

Apêndice 2. Total das espécies representadas por família

Familia	Nº total das espécies
<i>Anacardiaceae</i>	5
<i>Annonaceae</i>	4
<i>Apocynaceae</i>	3
<i>Araliaceae</i>	1
<i>Bignoniaceae</i>	2
<i>Chrysobalanaceae</i>	1
<i>Clusiaceae</i>	2
<i>Combretaceae</i>	9
<i>Connaraceae</i>	2
<i>Ebenaceae</i>	3

<i>Euphorbiaceae</i>	1
<i>Fabaceae</i>	31
<i>Kirkiaceae</i>	1
<i>Lamiaceae</i>	3
<i>Lecythidaceae</i>	1
<i>Leguminosae</i>	3
<i>Linaceae</i>	1
<i>Loganiaceae</i>	5
<i>Malvaceae</i>	2
<i>Meliaceae</i>	2
<i>Myrtaceae</i>	2
<i>Ochnaceae</i>	2
<i>Oleaceae</i>	1
<i>Phyllanthaceae</i>	9
<i>Polygalaceae</i>	1
<i>Rhamnaceae</i>	4
<i>Rubiaceae</i>	9
<i>Sapotaceae</i>	1
<i>Zygophyllaceae</i>	1
Total Geral	111

Apêndice 3. Espécies com stock de carbono de cada espécie

Nome científico	Soma Ci (ton/arvor)
<i>Acacia nilotica</i>	0.1006
<i>Acacia sp.</i>	0.4037
<i>Acacia tortilis</i>	1.1432
<i>Afzelia quanzensis</i>	0.7203
<i>Albizia sp.</i>	0.0843
<i>Albizia versicolor</i>	1.7470
<i>Amblygonocarpus andongensis</i>	0.3837
<i>Annona senegalensis</i>	8.1081
<i>Annona sp.</i>	0.4666
<i>Antidesma venosum</i>	0.2506

<i>Balanitiesmaughami</i>	0.2052
<i>Barringtonia racemosa</i>	0.0306
<i>Bauhinia galpinii</i>	0.4259
<i>Bauhinia sp.</i>	0.6178
<i>Berchemia discolor</i>	0.3928
<i>Berchemia sp.</i>	1.1293
<i>Brachystegia boehmii</i>	12.9146
<i>Brachystegia manga</i>	0.3520
<i>Brachystegia spiciformis</i>	9.4164
<i>Brachystegia spiciformis</i>	0.0316
<i>Brackenrid geazanguebarica</i>	0.3306
<i>Burkea Africana</i>	3.6862
<i>Catunaregam spinosa</i>	0.9843
<i>Combretum collinum</i>	0.1218
<i>Combretum fragrans</i>	0.2373
<i>Combretum sp.</i>	1.0212
<i>Combretum zeyheri</i>	1.1298
<i>Crossopterix febreffuga</i>	0.6646
<i>Cussonia sp.</i>	0.0171
<i>Dalbergia melanoxylon</i>	0.7023
<i>Dalbergia nitidula</i>	3.5841
<i>Diospyros kirkiana</i>	0.0427
<i>Diospyros kirkii</i>	0.1557
<i>Diospyros mespeliformis</i>	0.4903
<i>Diospyros mespiliformis</i>	0.0360
<i>Diospyros sp.</i>	0.4402
<i>Diplorhynchus condylocarpon</i>	13.7934
<i>Erithrophleum africanum</i>	3.0284
<i>Erytrophleum suaveons</i>	0.1804
<i>Garcinia Levingstonei</i>	0.0968
<i>Garcinia livingstonei</i>	0.0284
<i>Garcinia Sp.</i>	0.0648
<i>Gardenia volkensolkens</i>	0.2992
<i>Hugonia orientalis</i>	0.0717
<i>Hymenocardia acida</i>	1.0427
<i>Inhambanella henriquesii</i>	0.1236
<i>Julbernadia globiflora</i>	9.4449
<i>Kigelia africana</i>	0.2973
<i>Kirkia acuminata</i>	0.1145
<i>Lannea discolor</i>	0.3680
<i>Loncho carpusbussei</i>	0.0855
<i>Margaritaria discoeada</i>	0.0472
<i>Millettia stuhlmannii</i>	5.6786

<i>Monodor ajunodii</i>	0.1048
<i>Ochna sp.</i>	0.4294
<i>Ozoroa sp.</i>	0.0005
<i>parinari curatellifolia</i>	4.7562
<i>Pericopsis angolensis</i>	2.4861
<i>Piliostig mathonningii</i>	0.6208
<i>Pseudolachnostylis maprouneifolia</i>	5.5622
<i>Pteleopsis myrtifolia</i>	5.1915
<i>Pterocarpus angolensis</i>	6.7913
<i>Pterocarpus lucens</i>	0.2357
<i>Pterocarpus lucensis</i>	0.0612
<i>Pterocarpus rotundifolius</i>	1.5269
<i>Pterocarpus sp.</i>	0.0427
<i>Roureia orientalis</i>	0.0416
<i>Roureia sp.</i>	0.0806
<i>Schrebera trichoclada</i>	0.0849
<i>Sclerocarya birrea</i>	0.7982
<i>Securidaca sp.</i>	0.1248
<i>Sterculia appendiculata</i>	0.4215
<i>Stereospermum kunthianum</i>	0.2336
<i>Strychnos madagascariensis</i>	5.3033
<i>Strychnos sp.</i>	0.3388
<i>Strychnos spinosa</i>	0.1454
<i>Swartzia madagascariensis</i>	1.4078
<i>Syzygium guineense</i>	0.0360
<i>Terminalia sericea</i>	1.4111
<i>Terminalia sp.</i>	0.0306
<i>Uapaca kirkiana</i>	1.3180
<i>Uapaca kirkii</i>	0.2348
<i>Uapaca nitida</i>	1.0265
<i>Uapaca sansibarica</i>	4.2117
<i>Vangueria infausta</i>	1.0035
<i>Vangueria sp.</i>	0.2194
<i>Vitex doniana</i>	0.9501
<i>Voacanga thouarsii</i>	0.0416
<i>Xeroderris stuhlmannii</i>	0.7231
<i>Ximenia cafra</i>	0.1694
<i>Xylopi sp.</i>	0.3925
<i>Ymenocardia acida</i>	0.2441
Grand Total	144.104933