

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA
CENTRO DE CIÊNCIAS RURAIS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA FLORESTAL**

**SUFICIÊNCIA AMOSTRAL PARA UMA FLORESTA
DE MIOMBO NO DISTRITO DE MOCUBA, PROVÍNCIA
DA ZAMBÉZIA, EM MOÇAMBIQUE.**

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

Noé dos Santos Ananias Hofiço

Santa Maria, RS, Brasil.

2014

**SUFICIÊNCIA AMOSTRAL PARA UMA FLORESTA DE
MIOMBO NO DISTRITO DE MOCUBA, PROVÍNCIA DA
ZAMBÉZIA, EM MOÇAMBIQUE.**

Noé dos Santos Ananias Hofiço

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, Área de Concentração em Manejo Florestal, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para a obtenção do grau de
Mestre em Engenharia Florestal

Orientador: Prof. Dr. Frederico Dimas Fleig

Santa Maria, RS, Brasil.

2014

Ficha catalográfica elaborada através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Central da UFSM, com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

Hofiço, Noé dos Santos Ananias
Suficiência amostral para uma Floresta de Miombo no
Distrito de Mocuba, Província da Zambézia, em Moçambique.
/ Noé dos Santos Ananias Hofiço.-2014.
87 f.; 30cm

Orientador: Frederico Dimas Fleig
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa
Maria, Centro de Ciências Rurais, Programa de Pós-
Graduação em Engenharia Florestal, RS, 2014

1. Floresta natural 2. Inventário florestal 3. Área
basal 4. Fitossociologia 5. Curva de acumulação de
espécie I. Fleig , Frederico Dimas II. Título.

© 2014

Todos os direitos autorais reservados a Noé dos Santos Ananias Hofiço. A reprodução de partes ou do todo deste trabalho só poderá ser feita mediante a citação da fonte.

E-mail: n_hofico@yahoo.com.br

**Universidade Federal de Santa Maria
Centro de Ciências Rurais
Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal**

**A Comissão Examinadora, abaixo assinada,
aprova a Dissertação de Mestrado**

**SUFICIÊNCIA AMOSTRAL PARA UMA FLORESTA DE MIOMBO NO
DISTRITO DE MOCUBA, PROVÍNCIA DA ZAMBÉZIA, EM
MOÇAMBIQUE.**

elaborada por
Noé dos Santos Ananias Hofiço

Como requisito parcial para obtenção do grau de
Mestre em Engenharia Florestal

COMISSÃO EXAMINADORA:

Frederico Dimas Fleig, Dr.
(Presidente/Orientador)

Luiz Carlos Marangon, Dr. (UFRPE)

Jorge Antonio de Farias, Dr. (UFMS)

Santa Maria, 21 de fevereiro de 2014.

**Aos meus pais, Ananias Zeferino Amós (*in memorian*) e Maria Melita Noé,
pela educação maravilhosa, meu maior exemplo de força e persistência.**

Aos meus irmãos, Tony e Yolanda.

Ao meu avô, Noé, pela motivação constante.

Dedico-lhes este trabalho.

AGRADECIMENTOS

A Deus por iluminar meus caminhos e fortalecer em todos os momentos.

Ao Professor Dr. Frederico Dimas Fleig, meu orientador, pelo apoio e rigor na condução da pesquisa, pela disponibilidade e atenção dedicada à discussão, correção do trabalho e por ter facilitado a minha vinda à UFSM, bem como a sua família pelo acolhimento.

Ao Programa de Pós-graduação em Engenharia Florestal (PPGEF) da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM) que me proporcionou excelentes oportunidades para aprender, assim como estrutura para a realização deste trabalho.

Aos Professores Doutores Paulo Renato Schneider, César Augusto Guimarães Finger, Solon Jonas Longhi pelos valiosos ensinamentos transmitidos e tratamento cordial ao longo do curso. Beneficiei-me de uma grande lição de vida.

Aos membros da banca examinadora para obtenção do título de Mestre, Dr. Luiz Carlos Marangon e Dr. Jorge Antonio de Farias, pela disponibilidade e sugestões, contribuindo para a qualificação deste trabalho.

Queria também agradecer à direção da Universidade Zambeze (UniZambeze), meu local de trabalho, por me ter autorizado a frequentar este curso. Sem este apoio provavelmente não teria vindo para o Brasil.

Ao professor Fidel Góngoras Rojas e seus alunos, pelo inestimável apoio durante a coleta de dados, bem como ao Senhor Geraldo Sotomane, proprietário da concessão florestal por ter permitido a instalação do experimento na área.

Uma palavra de apreço, indubitavelmente, aos colegas do PPGEF especialmente ao Thomas por ter conduzido todo processo da minha integração em Santa Maria, ao Emanuel “SC”, Rafael, Régis, David, Anna, Gabriel, Flávio, Lúcio, Gerson, Emanuel “PE”, Evandro, Pierre e Lilian, pela enriquecedora convivência.

À minha família, pela ajuda, compreensão, constante incentivo e amor.

Finalmente, ao convênio do CNPq e Ministério de Ciências e Tecnologia de Moçambique, através da Chamada CNPq/MCT-MZ N°016/2011, pela concessão da bolsa de estudos.

... a todos o meu carinho e “Khanimambo” (Obrigado)!

RESUMO

Dissertação de Mestrado
Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal
Universidade Federal de Santa Maria

SUFICIÊNCIA AMOSTRAL PARA UMA FLORESTA DE MIOMBO NO DISTRITO DE MOCUBA, PROVÍNCIA DA ZAMBÉZIA, EM MOÇAMBIQUE.

AUTOR: NOÉ DOS SANTOS ANANIAS HOFIÇO

ORIENTADOR: FREDERICO DIMAS FLEIG

Data e Local da Defesa: Santa Maria, 21 de fevereiro de 2014.

O objetivo do presente trabalho foi o de determinar a suficiência amostral para estudos fitossociológicos e para estoques de madeira numa área de floresta de Miombo, no distrito de Mocuba, província da Zambézia, Moçambique. A área estudada foi representada por uma grade amostral sistemática que contém 128 unidades amostrais variando de 0,1 a 1,0 ha, inseridas em 16 faixas, com oito unidades em cada, dispostas aleatoriamente e independentes entre si. Todos os indivíduos lenhosos com $\text{Cap} \geq 31,5$ cm foram medidos e identificados. Obtiveram-se os parâmetros da composição florística, estrutura horizontal, diversidade pelo índice de Shannon-Wiener, a equabilidade pelo índice de Pielou e a suficiência amostral foi avaliada com base na análise da curva espécie/área. O comportamento das curvas de distribuição diamétrica para os tratamentos foram ajustadas pela função de Meyer e comparadas estatisticamente pelo teste de Chi-quadrado (χ^2), adotando $\alpha=5\%$ e verificou-se, pela análise de covariância, se as mesmas apresentavam diferenças de níveis e inclinações entre si. A seleção do tamanho das unidades amostrais foi baseada na estabilidade do coeficiente de variação, no erro de amostragem relativo, no menor número dimensionado de unidades amostrais e na praticidade da aplicação da metodologia em campo. Na área, ocorreram 36535 indivíduos distribuídos, em média $516,6 \text{ ind. ha}^{-1}$, e com área basal média de $26,21 \text{ m}^2 \cdot \text{ha}^{-1}$. A família botânica mais rica foi a Fabaceae. A espécie mais importante foi a *Brachystegia spiciformis* e a floresta mostrou-se com alta diversidade de espécie e equabilidade. Observou-se a estabilidade da curva espécie/área a partir de 4,0 ha de área amostrada com a ocorrência de 86 espécies. As curvas de distribuição de diâmetro não se mostraram aderentes pelo teste χ^2 para os tamanhos 0,1 ha e 0,25 ha e a análise de covariância não mostrou diferença de inclinação e nível entre os tratamentos podendo-se usar uma única regressão. As unidades amostrais de 0,25 ha (50m x 20m) apresentaram erros de amostragem inferiores a 10% na estimativa de área basal para os grupos de espécies comerciais. A estimativa da área basal em nível de espécie mostrou-se não precisa devido à baixa frequência de indivíduos por hectare.

Palavras-chave: Floresta natural. Inventário florestal. Área basal. Fitossociologia. Curva de acumulação de espécie.

ABSTRACT

Master's Dissertation
Program of Post-graduation in Forest Engineer
Federal University of Santa Maria, RS, BRASIL.

SAMPLING SUFFICIENCY IN A MIOMBO WOODLAND IN MOCUBA DISTRICT, ZAMBEZIA PROVINCE, MOZAMBIQUE

AUTHOR: NOÉ DOS SANTOS ANANIAS HOFIÇO

ADVISER: Dr. FREDERICO DIMAS FLEIG

Defense Place and Date: Santa Maria, February 21st, 2014.

The aim of this study was to determine sample sufficiency for phytosociological studies and inventories of wood in a forest area of Miombo woodland in Mocuba district, Zambezia province, Mozambique. The study area was represented by a systematic sampling grid that contains 128 sampling units ranging from 0.1 to 1.0 ha, inserted into 16 tracks, with eight units in each, arranged randomly and independent of each other. All individuals with $C_{bh} \geq 31.5$ cm were measured and identified. Obtained the parameters of the floristic composition, horizontal structure, diversity using Shannon-Wiener, by the evenness index of Pielou and sampling sufficiency was evaluated based on analysis of curve species/area. The behavior of the diameter distribution curves were fitted to the treatment function Meyer and statistically compared by Chi-square (χ^2), adopting $\alpha = 5\%$ and was found by analysis of covariance showed that the same level differences and gradients among themselves. The selection of the size of the sampling units was based on the stability of the coefficient of variation in the relative sampling error; the fewer sized sampling units and the practicality of applying the methodology in the field. In the area 36535 individuals distributed, on average occurred in $516.6 \text{ ind. ha}^{-1}$, with a mean basal area of $26.21 \text{ m}^2 \cdot \text{ha}^{-1}$. The richest botanical family was Fabaceae. The most important species was the *Brachystegia spiciformis* forest showed a high species diversity and evenness. Observed stability curve species/area from 4.0 ha area covered with the occurrence of 86 species. The diameter distribution curves were not adherent by χ^2 test for size 0.1 ha and 0.25 ha and covariance analysis showed no difference in slope between level and sizes can use a single regression. The sampling units of 0.25 ha (50m x 20m) had lower sampling errors of 10% in the estimation of basal area for groups of commercial species. The estimated basal area at the species level was found to be not accurate due to the low frequency of individuals per hectare

Keywords: Natural forest. Forest inventory. Basal area. Phytosociology. Species curve accumulation.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 –	Ecorregião de distribuição da Floresta de Miombo na África Austral (adaptado de CHIDUMAYO, 1997; MALMER, 2007).	17
Figura 2 –	Localização geográfica da área do estudo na concessão florestal Sotomane Ltda., no posto administrativo de Namanjavira, distrito de Mocuba, na província da Zambézia, em Moçambique.	29
Figura 3 –	Detalhes da vegetação na área de estudo, no distrito de Mocuba, província da Zambézia, em Moçambique.	31
Figura 4 –	Desenho esquemático da grade amostral e sentido de caminhamento na área de estudo, no distrito de Mocuba, província da Zambézia, em Moçambique.	33
Figura 5 –	Curva média de acumulação de espécies (linha contínua suavizada), intervalos de confiança de 95% (linhas tracejadas) em relação aos oito tratamentos avaliados, na área de estudo, para Floresta de Miombo, no distrito de Mocuba, província da Zambézia, Moçambique.	48
Figura 6 –	Distribuição de frequência por classe de Dap para todos os indivíduos amostrados na área de estudo, na Floresta de Miombo no distrito de Mocuba, província da Zambézia, Moçambique.	49
Figura 7 –	Curvas de distribuições de frequência observadas e ajustadas para número de indivíduos por classe de Dap, em função dos oito tratamentos avaliados na área de estudo, no distrito de Mocuba, Zambézia, Moçambique.	52
Figura 8 –	Valores de χ^2 gerados no processo de validação da função de Meyer para distribuição das frequências observadas e esperadas para os oito tratamentos avaliados na área de estudo, no distrito de Mocuba, Moçambique.	53
Figura 9 –	Comportamento do coeficiente de variação (%) em função dos tratamentos para o inventário na Floresta de Miombo, no distrito de Mocuba, província da Zambézia, Moçambique.	57
Figura 10 –	Representação do gráfico box-plot para a área basal (m ² .ha ⁻¹) de todas as espécies levantadas na área de estudo em função dos oito tratamentos, na Floresta de Miombo, no distrito de Mocuba, Moçambique.	59
Figura 11 –	Erros de amostragem relativos para a variável área basal da população e grupo de espécies de valor comercial por tratamento, para a Floresta de Miombo, no distrito de Mocuba, Moçambique.	62
Figura 12 –	Erros de amostragem relativos para a variável área basal da população e para as nove espécies de valor comercial por tratamento, na Floresta de Miombo, no distrito de Mocuba, Moçambique.	64

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 –	Tratamentos e número de repetições, para o estudo de tamanho ótimo de unidade amostral, na Floresta de Miombo no distrito de Mocuba, Moçambique.	34
Tabela 2 –	Volume médio de espécies produtoras de madeira de interesse comercial no distrito de Mocuba, província da Zambézia, Moçambique.	36
Tabela 3 –	Fórmulas utilizadas no cálculo dos parâmetros fitossociológicos para as espécies amostradas na área de estudo, no distrito de Mocuba, província da Zambézia, Moçambique.	37
Tabela 4 –	Estimativa dos parâmetros fitossociológicos da estrutura horizontal, ordenadas de forma decrescente pelo valor de importância (VI em %) considerando o mínimo de 1%, em 71,6 hectares amostrados, na área de estudo, no distrito de Mocuba, Moçambique.	43
Tabela 5 –	Índices de diversidade florística e equabilidade para todas as espécies amostradas referentes aos oito tratamentos na área de estudo, na Floresta de Miombo, no distrito de Mocuba, Moçambique.	45
Tabela 6 –	Equação e estatísticas de ajuste do número de indivíduos por hectare em função da classe de diâmetro para os oito tratamentos avaliados na área de estudo, no distrito de Mocuba, Moçambique.	50
Tabela 7 –	Análise de covariância ajustada pelo função de Meyer sob forma linearizada $\ln(n_i) = b_0 + b_1 \cdot cc$ para comparação da distribuição de frequências por classe diamétrica em função dos oito tratamentos avaliados na área de estudo, Floresta de Miombo, distrito de Mocuba, Moçambique.	54
Tabela 8 –	Estimativas de área basal por hectare, considerando o limite do erro de 10% da média com 95% de probabilidade de confiança para os oito tratamentos avaliados na área de estudo, no distrito de Mocuba, Moçambique.	55
Tabela 9 –	Estatística descritiva para a área basal média para os oito tratamentos avaliados na área de estudo, na Floresta de Miombo, no distrito de Mocuba, Moçambique.	58
Tabela 10 –	Resultados da amostragem para a área basal por hectare e número total de indivíduos por espécie comercial, na área de estudo, no distrito de Mocuba, Moçambique.	61

LISTA DE ABREVIAÇÕES

ANOVA	- análise de variância
Cap	- circunferência à altura do peito;
CV%	- coeficiente de variação;
D(ha)	- dimensionamento da intensidade amostral em hectare
D(n)	- dimensionamento da intensidade amostral por tratamento
DA	- densidade absoluta
Dap	- diâmetro à altura do peito
Doa	- dominância absoluta
DoR	- dominância relativa em %
DR	- densidade relativa %
e	- constante dos logaritmos neperianos
ER	- erro de amostragem relativo em %
FA	- frequência absoluta
FR	- frequência relativa em %
G	- área basal em $m^2 \cdot ha^{-1}$
MAE	- Ministerio de Administração Estatal (Moçambique)
N	- número de indivíduos
Pr.>F	- probabilidade de significância para F
Pr.	- probabilidade
QM	- quadrado médio
$R^2_{aj.}$	- coeficiente de determinação ajustado
SAS	- <i>statistical analysis system</i>
$S_{\bar{x}}$	- erro padrão da estimativa
S_{yx}	- erro padrão da estimativa da regressão
T_n	- tratamento (tamanho de unidade amostral)
UA	- unidade amostral
χ^2	- Chi-quadrado

LISTA DE ANEXOS

Anexo A –	Famílias, espécies lenhosas encontradas e identificadas nos 71,6 hectares no inventário florestal, da Floresta de Miombo existente na região de Namanjavira, distrito de Mocuba, província da Zambézia, Moçambique.	82
Anexo B –	Análise de covariância da distribuição de frequências por classe diamétrica ajustada pelo modelo de Meyer sob forma linearizada $\ln(n_i) = b_0 + b_1 \cdot cc$ em função dos oito tratamentos avaliados na Floresta de Miombo, no distrito de Mocuba, província da Zambézia, Moçambique.	87

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	14
2 OBJETIVOS	16
2.1 Hipóteses:	16
3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	17
3.1 Localização fitogeográfica da Floresta de Miombo	17
3.2 Definição e importância da Floresta de Miombo	18
3.3 Clima e divisão da ecorregião do Miombo	19
3.4 Relevo e solos na Floresta de Miombo	20
3.5 A influência do fogo na Floresta de Miombo	22
3.6 Florística e estrutura nas formações de Miombo	23
3.7 Inventário florestal	25
3.8 Tamanho de unidade amostral	26
4 MATERIAIS E MÉTODOS	29
4.1 Características da área de estudo	29
4.1.1 Clima	30
4.1.2 Relevo e Solos	30
4.1.3 Vegetação	31
4.2 Procedimento amostral	32
4.3 Obtenção dos dados a campo	34
4.3.1 Espécies de interesse comercial	35
4.4 Análise de dados	36
4.4.1 Parâmetros fitossociológicos	36
4.4.2 Índice de diversidade e equabilidade	37
4.4.3 Suficiência amostral para florística	38
4.4.4 Estrutura diamétrica	39
4.4.5 Análise de Covariância.....	40
4.4.6 Processo de amostragem para estimativa de área basal.....	41
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	42
5.1 Composição de espécies e estrutura horizontal	42
5.2 Índices ecológicos	45
5.2.1 Diversidade florística e equabilidade	45
5.2.2 Esforço amostral na componente florística.....	47
5.3 Estrutura diamétrica	49
5.3.1 Distribuição diamétrica para a população.....	49
5.3.1.1 Ajuste da função de distribuição Meyer por tratamento.....	50
5.3.1.2 Análise de covariância da distribuição de frequência por tratamento.....	54
5.4 Estimativas dos parâmetros para a área basal	55
5.4.1 Estatística de amostragem para a estimativa da área basal por tratamento	55
5.4.2 Variação da área basal para todas as espécies amostradas por tratamento. ...	58
5.4.3 Estimativas de área basal para o grupo de espécies de interesse comerciais por tratamento.....	60
6 CONCLUSÕES	65
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	66

1 INTRODUÇÃO

A gestão florestal atual preocupa-se não só em manter a produção de madeira numa base sustentada, mas também em garantir a estabilidade do ecossistema florestal e satisfazer as exigências de uma sociedade em evolução.

Moçambique apresenta uma expressiva diversidade de ecossistemas florestais associados à sua extensão territorial e aos diversos tipos de clima e solos que o compõem (WILLIAMS et al., 2008). Entre as principais formações florestais existentes, encontra-se a Floresta de Miombo, cobrindo aproximadamente 70% do país, sendo o maior bioma em área (RIBEIRO et al., 2008).

As formações do Miombo são constituídas por um conjunto de fitofisionomias determinadas pela ação do fogo, clima, disponibilidade de água e nutrientes, topografia, latitude e solos onde se desenvolvem (CAMPBELL, 1996; BANDA et al., 2006). A mesma não constitui uma tipologia homogênea de vegetação, mostra-se variável de região para região, contudo, exibem composição florística semelhantes com padrões taxonômicos definidos (CHIDUMAYO, 1997).

Os recursos florestais oriundos dessas formações desempenham um importante papel para o país pela sua dimensão ambiental, social e econômica (NHANTUMBO et al., 2001; FALCÃO et al., 2007). As decisões políticas e de gerenciamento destinadas tanto a avaliar e conservar a diversidade como mitigar os impactos de sua perda deve basear-se na compreensão da sua natureza e amplitude de mudanças (FURLEY et al., 2008).

Na província da Zambézia, nos últimos anos, verifica-se a demanda de recursos madeiráveis, aonde vêm sendo exaustivamente explorada para diversas finalidades, incluindo comerciais, sem que haja qualquer preocupação com a sua preservação e sustentabilidade dos processos extrativistas (PEREIRA, 2006). Em consequência do atual modelo de exploração no distrito de Mocuba, essas florestas encontram-se atualmente profundamente alteradas, provocando uma redução drástica de diversas comunidades vegetais e a degradação da terra, sendo encontradas em locais de difícil acesso, em áreas particulares ou de conservação existentes (MACKENZIE, 2006).

No cenário atual, a atividade de exploração madeireira ganha importância com a oferta dos produtos oriundos da floresta para o abastecimento das indústrias, o qual se acentua cada vez mais com o aumento de licitações de áreas no país (SCHWARTZ et al., 2002; DEWEES et al., 2010). Portanto, para atender essa demanda, há necessidade de priorizar o conhecimento do estoque florestal e crescimento nessas formações, com base nos métodos e procedimentos que possibilitem alta precisão, custo reduzido e máxima qualidade de informação para o planejamento das atividades de manejo florestal (LOETSCH et al., 1973).

Os levantamentos são realizados com base na teoria estatística da amostragem, definida como a observação de uma amostra da população para obter-se estimativas representativas para o todo, sendo constituído de indivíduos que apresentam características comuns que representem a população à qual pertencem (AVERY; BURKHART, 2002). Baseado nisso, Kleinn e Vilčko (2006) resumem o problema dizendo que, enquanto não se conhecem as características estruturais de uma floresta, não pode ser assegurado o seu aproveitamento ordenado. Ainda pode-se agregar que o desconhecimento da dinâmica de um tipo de floresta leva ao mau uso florestal e não garante a sua sustentabilidade.

A definição do tamanho da amostra é um dos principais problemas em levantamentos fitossociológicos e quantificação de parâmetros dendrométricos. Deste modo, é importante distinguir entre o uso da relação espécie/área para caracterizar comunidades e o uso dessa relação para definir a amostragem dessas comunidades, como a suficiência amostral (BANDA et al., 2008).

Na região austral de África existem pesquisas sobre levantamentos da florística, estoque florestal, silvicultura, taxas de conversão e produtividade das formações do Miombo, porém, as informações permanecem dispersas e descontínuas, por vezes são difícil à comparação dos resultados entre as pesquisas devido à diferença entre os métodos empregados, o critério de inclusão de indivíduos e a diversidade local (ABBOT et al., 1997; SCHWARTZ et al., 2002).

Assim, considerando a importância da obtenção de informações confiáveis relacionadas à componente arbórea em uma Floresta de Miombo no distrito de Mocuba e caracterizar a sua diversidade, e formas de quantificar a área basal, aplicando técnicas de amostragem permitem subsidiar o processo de tomada de decisão e manejo nessas formações, por conseguinte, surgiu a motivação para a realização desta pesquisa.

2 OBJETIVOS

O objetivo geral do estudo foi determinar a suficiência amostral florística e estimativa da área basal para uma Floresta de Miombo, no distrito de Mocuba, província da Zambézia, em Moçambique.

Em função dos tratamentos avaliados (tamanho de unidade amostral), foram definidos os seguintes objetivos específicos:

- a) caracterizar o estrato arbóreo da comunidade florestal quanto à composição florística, fitossociológica e diversidade;
- b) determinar a suficiência amostral florística utilizando como critério a curva de espécie/área para adequação de uma amostra;
- c) analisar a influência dos tratamentos no ajuste da função de distribuição diamétrica de Meyer;
- d) determinar e comparar os valores das estimativas da área basal para a população e para o grupo de espécies de valor comercial;
- e) determinar o tamanho ótimo de unidade amostral para população e para o grupo de espécie de valor comercial.

2.1 Hipóteses:

Na área de estudo, as unidades amostrais para cada tratamento foram estabelecidas de forma aleatória e independentes e foram geradas as seguintes hipóteses:

- ✓ o padrão de distribuição das espécies na formação de Miombo pode ser explicado pela variável tamanho de unidade amostral;
- ✓ as diferenças estatísticas significativas observadas entre os tratamentos, comparadas pelo processo de amostragem aleatório, são devido exclusivamente aos fatores controlados e não ao acaso.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 Localização fitogeográfica da Floresta de Miombo

As formações florestais do Miombo ocorrem na parte sul da região Subsaariana de África (DESANKER et al., 1996), desde o extremo oeste no Oceano Atlântico prolongando-se até ao extremo leste próximo ao Oceano Índico, nos paralelos 3°S a 26°S (CHIDUMAYO, 1997; MALMER, 2007), conforme ilustrado na Figura 1. Essas formações são as mais difundidas no continente africano e cobrem aproximadamente 10% dos ambientes florestais do continente, numa extensão de 2,7 milhões de km² de área (MILLINGTON et al., 1994; FROST, 1996).

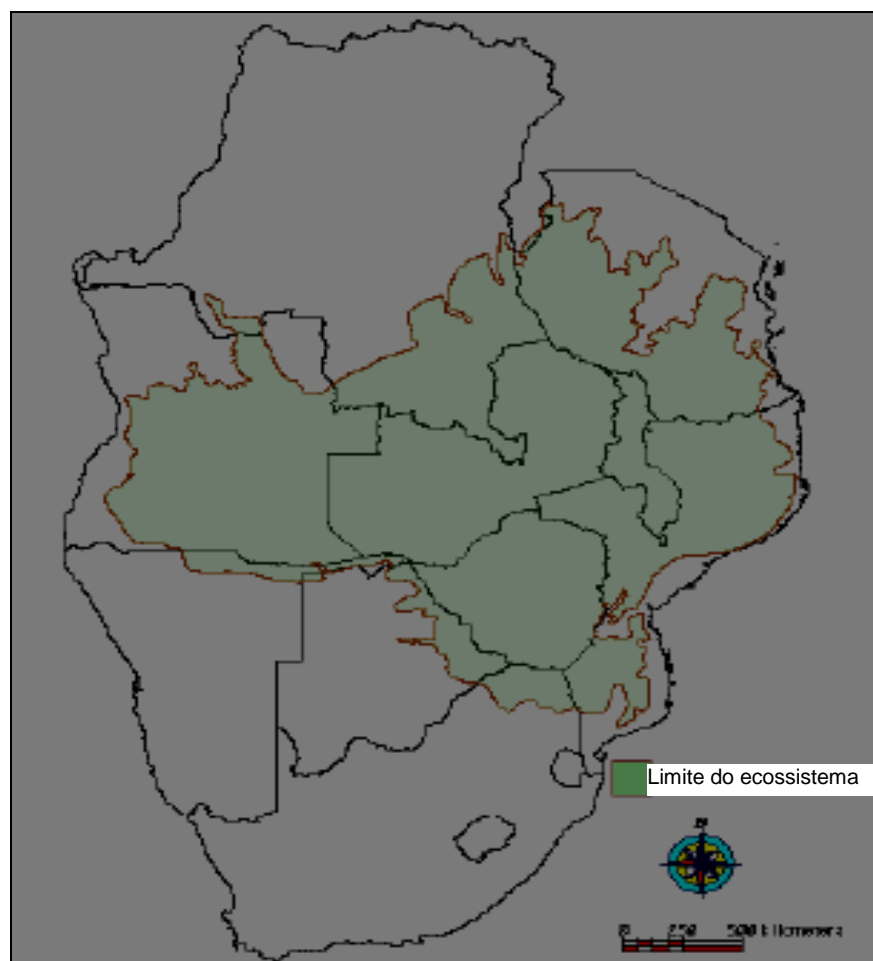


Figura 1 – Ecorregião de distribuição da Floresta de Miombo na África Austral (adaptado de CHIDUMAYO, 1997; MALMER, 2007).

As formações do Miombo caracterizam a fisionomia florestal dos países como Angola, Botsuana, Malawi, Moçambique, Namíbia, R.D Congo, Tanzânia, Zâmbia, Zimbábue e a parte norte da África do Sul (WHITE, 1983; CAMPBELL, 1996). Em Moçambique, estas formações florestais cobrem 70% do território, sendo a fitofisionomia dominante, ocorrem na região centro e norte do país e é a principal em área (RIBEIRO et al., 2008; WILLIAMS et al., 2008; JANSEN et al., 2008).

3.2 Definição e importância da Floresta de Miombo

O termo “Miombo” é coloquial, comumente utilizado no sudeste do continente africano, para designar fitofisionomia florestal dominada por espécies do gênero *Brachystegia* sp., típica desta região (GUY, 1989; CAMPBELL, 1996; TAFANGENYASHA, 2001; PALGRAVE et al., 2002; FURLEY et al., 2008).

Nos dois últimos séculos, a universalização terminológica “Miombo” predominou entre os pesquisadores para descrever e em estudo de classificação da vegetação nas formações florestais de savanas na região austral e central do continente africano (BANDA et al., 2006). A categorização da floresta do Miombo tem como base a estrutura fisionômica e usa terminologia de classificação climática e edáfica, dentre os quais se destacam os trabalhos de Trapnell (1959), Wild e Barbosa (1967), Wild e Fernandes (1968), Werger e Coetzee (1978), Malaisse (1978), Lawton (1978), White (1983), Millington et al. (1994), Frost (1996), Campbell (1996), Chidumayo (1997), Cauldwell e Zieger (2000), Caro et al. (2005), Backéus et al. (2006), Banda et al. (2008), Ribeiro et al. (2008) e Dewees et al. (2010).

De acordo com essa classificação, esses autores definem a floresta de Miombo como sendo um tipo de formação com forte presença de camada de vegetação herbácea contínua, principalmente as gramíneas heliófilas C4 e ciperáceas que apresentam sazonalidade bem definida e no estrato superior ocorre à presença de espécies arbóreas dominada pelas *Brachystegia spiciformis*, *Julbernardia globiflora* e *Isoberlinia* sp., pertencentes à família Fabaceae. A sazonalidade está relacionada ao estresse hídrico (CAMPBELL, 1996).

A vegetação da floresta de Miombo apresenta o dossel com a presença de indivíduos que raramente formam uma cobertura contínua e, por vezes, circundada por savanas (CAMPBELL et al., 2008; MAQUIA et al., 2013).

Conforme Luoga et al. (2000), a floresta de Miombo tem como uma das principais características a heterogeneidade de habitats e tipos fitofisionômicos, com a ocorrência de dezenas de espécies da flora, distribuídas em microssítios específicos.

Esse conjunto de habitats ou tipos fitofisionômicos é extremamente dinâmico em termos espacial e temporal, resultado da interação de fatores ecológicos, antropogênicos, disponibilidade de água e nutrientes, o fogo, a herbívoros, responsáveis pela estrutura e funcionamento nessas formações florestais (BANDA et al., 2006; KABALA et al., 2013). Essas formações florestais são consideradas como um tipo de vegetação que vem sendo mantida pelo homem através de uma longa história de exploração de madeira, prática de agricultura e uso frequente do fogo ao longo dos últimos 55 mil anos (LAWTON, 1978; RYAN; WILLIAMS, 2011).

Nos últimos anos, ocorreu a intensificação das atividades de uso do solo, causados principalmente pela prática de agricultura, uso constante de fogo, pastagem e exploração ilegal de madeira, e como resultado teve o aumento da população humana e da fauna (WILLIAMS et al., 2011; CHIDUMAYO, 2013).

Na província da Zambézia, a floresta de Miombo constitui-se de extrema importância econômica e social, disponibilizando madeira de lei que suporta a economia local (FALCÃO et al., 2007), além de servir de fonte de material de construção, fibras, energia, alimentos, plantas medicinais, prática de agricultura e outras atividades de interesse social, principalmente no meio rural onde as populações apresentam baixa renda per capita (NHANTUMBO et al., 2001).

3.3 Clima e divisão da ecorregião do Miombo

As condições climáticas favorecem o desenvolvimento de florestas tropicais decíduas e das savanas arbóreas, incluindo as formações de Miombo (KENNEDY; POTGIETER, 2003). Essa condição determina a variação da estrutura da vegetação,

bem como da composição florística ao nível macro e mesoescala (BOURLIÈRE; HADLEY, 1983; TOTHILL; MATT, 1985; WILLIAMS et al., 2008).

Rodgers (1996) e Chidumayo (1997) consideram que as formações do Miombo são fortemente modificadas pelo clima, sendo tropical sazonal, onde ocorre a precipitação média anual oscilando entre 800 a 1700 mm para o período de 1969 a 1994, concentradas nos meses de novembro a março, seguidos por período seco intenso entre os meses de abril a outubro e a temperatura média anual sempre superior a 17 °C.

Segundo Frost (1996) e Mistry (2000), o principal fator determinante na ecologia, estrutura e funcionamento das formações do Miombo refere-se ao padrão de distribuição anual da precipitação, distinguindo-se duas estações: a seca e a úmida. A duração dessas estações e a quantidade de precipitação condicionam o tipo de formação, o grau de cobertura vegetal, as características dendrométricas, o tipo de fauna predominante e conseqüentemente o nível de uso e ocupação humana no Miombo (GRUNDY, 1995). Durante a estação seca nessa formação, mais de 90% dos indivíduos apresenta forte grau de deciduidade (CAMPBELL, 1996).

Segundo White (1983), no Miombo úmido, a precipitação média anual pode atingir 1400 mm (período de 1969 a 1993) e são frequentes nas regiões altas das províncias da Zambézia, Nampula e Cabo Delgado (RIBEIRO et al., 2008; WILLIAMS et al., 2008) e, o Miombo seco ocorre em regiões com uma precipitação média inferior a 1000 mm em algumas regiões do Centro e Sul de Moçambique (ZOLHO, 2005; RIBEIRO et al., 2008).

3.4 Relevo e solos na Floresta de Miombo

Na floresta de Miombo, as variações topográficas e fisiográficas interferem na disponibilidade de água (GERHARDT; HYTETERBORN, 1992). Nesse ambiente, ocorre forte variação local na composição florística e na estrutura da vegetação, que são correlacionadas com as características do relevo, umidade e propriedades do solo causando encraves vegetacionais (BURNETT et al., 1998; BACKÉUS et al., 2006).

Para Munishi et al. (2011), as formações de Miombo encontram-se em relevo que variam de suave a levemente ondulados e apresentam solos geologicamente antigos, com predominância de argissolos e latossolos na maioria das vezes superficiais e pedregosos. Ernst (1988) afirma que, nesses solos, existem características distintas e ambientes de enraizamento restritivo devido à ocorrência de laterite ou um horizonte gley perto da superfície.

Kikula (1986) menciona que, nos solos geologicamente antigos, formam-se sequências de catenária bem drenada com intemperismo em áreas mais elevadas, que provoca uma variação interna ocasionando zonas estreitas de solos francos arenosos ao longo das áreas de pedimento e vertissolos nos Dambos¹ (ZOLHO, 2005; DEWEES et al., 2010).

Nesse sentido, Chidumayo (1997) afirma que os solos nas formações de Miombo são altamente lixiviados, ácidos com pH entre 4,0 a 6,5, apresentam baixo teor de bases trocáveis e fósforo disponível, juntamente com a baixa fertilidade, além da baixa capacidade de troca catiônica (EDMONDS, 1964). A maioria dos nutrientes incorporados no solo provém da decomposição das folhas das árvores (CAULDWELL; ZIEGER, 2000; RYAN; WILLIAMS, 2011).

Os indivíduos predominantes nessa floresta apresentam ectomicorrizas (HÖGBERG; NYLUND, 1981). Essa associação permite aproveitar a matéria orgânica diretamente do húmus e aumentar a absorção de minerais, permitindo assim compensar a baixa fertilidade do solo (TINLEY, 1982; HIGGINS et al., 2007; WESSELS et al., 2011).

No Miombo úmido, ocorre baixa fertilidade do solo comparativamente ao Miombo seco, causado pela excessiva lixiviação de nutrientes em razão da elevada pluviosidade (DESANKER et al., 1996; SHACKLETON, 1998; SHACKLETON et al., 2007, MBWAMBO et al., 2008).

¹Dambo ou Mbuga = largas depressões gramíneas, definidas na paisagem por um processo de subducção induzida pelo intemperismo diferencial e remoção de material do subsolo por fluxo lateral de águas subterrâneas. Dambos em formações de Miombo podem cobrir até 40% da paisagem.

3.5 A influência do fogo na Floresta de Miombo

O fogo é um elemento frequente e determinante na fisionomia e cobertura vegetal dessa floresta, mantido pelo homem para abertura de novas áreas de cultivo, caça e produção de carvão vegetal (CARO et al., 2005; RYAN; WILLIAMS, 2011). Na região centro e norte de Moçambique, existe maior incidência de fogos, numa estimativa média de 40% das áreas com florestas são queimadas anualmente (ZOLHO, 2005).

Geralmente, nessas áreas florestais, sob o domínio do fogo acontece a conversão em pastagens (RYAN et al., 2011). A frequência do fogo aliada à quantidade de material combustível existente na floresta durante a época de seca são os principais fatores impactantes desses ambientes (ABBOT; LOWERE, 1999). Por outro lado, com o início da estação chuvosa o solo permanece úmido e a vegetação verde reaparece evitando que o fogo se alastre (DIRNINGER, 2004).

Furley et al. (2008) comentam que o fogo no Miombo caracteriza a ecologia e serve de instrumento de manejo para equilibrar a diversidade florística, dinâmica de regeneração e a sucessão natural, permitindo a germinação de sementes e a nitrificação dos solos.

Deve-se esclarecer que a maioria das espécies leguminosas no Miombo produz sementes ortodoxas e a presença do fogo influencia o processo de germinação (DE RIDDER et al., 2013). No entanto, as elevadas temperaturas provocam a mortalidade de determinadas sementes e dos indivíduos jovens dentro da floresta (BANDA et al., 2006).

Por outro lado, certas espécies de crescimento lento não atingem o tamanho suficiente para se estabelecerem antes do um novo período de fogo, causando a sua mortalidade (CHAPIN et al., 2000). Em áreas de maior frequência de fogo, ocorre a abertura do dossel favorecendo a regeneração das plantas (HIGGINS et al., 2000; LUPALA, 2009).

Espécies como *Brachystegia spiciformis* e *Julbernardia globiflora* são bastante sensíveis ao fogo contínuo (CAULDWELL; ZIEGER, 2000), enquanto que a *Pseudolachnostylis maprouneifolia* e *Bridelia cathartica* são semitolerante, influenciados por fogo apenas no final da estação seca (RYAN; WILLIAMS, 2011). Desta forma, as espécies *Pterocarpus angolensis*, *Pericopsis angolensis*,

Diplorhynchus condylocarpon e *Strychnos innocua* são tolerantes ao fogo (BACKÉUS et al., 2006).

Em consonância, Ribeiro et al. (2008) refere que a redução de indivíduos característicos das formações do Miombo explica a prevalência de espécies subdominantes nas áreas como *Combretum* spp., *Terminalia sericea*, *Diplorhynchus condylocarpon*, *Pseudolachnostylis maprouneifolia* e *Pericopsis angolensis* entre outras. Esse fato pode eventualmente causar mudanças irreversíveis na composição dessas florestas e afetar a resistência dos ecossistemas às mudanças ambientais (MAQUIA et al., 2013).

No entanto, as espécies das formações do Miombo apresentam alta capacidade de resiliência após a passagem frequente do fogo, devido à capacidade de autorregeneração a partir de rebrotos, tocos e raízes (CHIDUMAYO, 2004).

Segundo Caro et al. (2005), a capacidade de resiliência da maioria das espécies nessas formações tem sido a estratégia de sobrevivência e recuperação florestal das plantas, devido ao aumento da intensidade de luz no chão da floresta.

Munishi et al. (2008) afirmam que em áreas menos perturbadas ou de baixa intervenção antrópica, o dossel torna-se denso, com baixa presença de animais silvestres, enquanto que, nas áreas intensamente utilizadas, apresentam cobertura florestal dispersa e isoladas em fragmentos.

3.6 Florística e estrutura nas formações de Miombo

A composição e o número de espécies nesses ecossistemas são influenciados por fatores edafo-climáticos, fogo, herbívoros, uso da terra e estágio sucessional (CAMPBELL, 1996).

Para Giliba et al. (2011), essas formações apresentam variação na composição florística, estrutura e diversidade, bem como condições de crescimento e produção dentro de uma mesma comunidade florestal. Nesses locais, também predominam as savanas tropicais com estrutura variada, representando a fisionomia principal em algumas áreas e secundária em outras (MCGREGOR, 1994).

A fenologia de cada espécie é estreitamente ligada a fatores como a luz, água, temperatura e disponibilidade de nutrientes, sendo que as espécies como

Brachystegia sp., e *Julbernardia globiflora* brotam suas folhas no início da época chuvosa (GILIBA et al., 2011).

Em todo o Miombo, existem aproximadamente 8500 espécies representantes da flora vascular, das quais, 54% são endêmicas e 4% são pioneiras que regeneram e ocupam as áreas perturbadas (CHIDUMAYO, 1997). A densidade de indivíduos lenhosos acima de 2 m de altura é variável situando-se entre 380 a 1400 ind.ha⁻¹ (SCHWARTZ et al., 2003). Em Moçambique, estima-se que existam cerca de 334 espécies arbóreas e 51 famílias, onde os gêneros *Brachystegia*, *Julbernardia* geralmente estão associadas as espécies como *Pseudolachnostylis maprouneifolia*, *Diplorhynchus condilocarpon*, *Parinari curatellifolia* (IZIDINE; BANDEIRA, 2002; RIBEIRO et al., 2008).

No Miombo úmido, a estrutura da floresta é heterogênea com relação ao grau de fechamento do dossel, com estrato dominante composto por indivíduos entre 10 a 25 m de altura e classes de diâmetro entre 80 a 100 cm (DEWEES et al., 2010). A densidade de copa é superior a 80%, geralmente constituída por três estratos: inferior, médio e superior; além de obter a elevada riqueza e diversidade de plantas, com valores próximos a 70 espécies por hectare (FROST, 1996).

Em contrapartida, no Miombo seco, ocorrem florestas abertas, em torno de 40 espécies por hectare, dispersa em dois estratos: inferior e superior, e indivíduos com altura menor que 15 m (CAMPBELL, 1996). Nas regiões mais secas, o Miombo transforma-se em savana arbórea à medida que avança para o sul do país (RIBEIRO et al., 2008). Por sua vez, os indivíduos apresentam fustes bifurcados e raramente encontram-se toras de madeira para a serraria (CHIDUMAYO, 1997).

De acordo com Loetsch et al. (1973), a área basal por hectare é a variável mais importante para a caracterização da densidade de um povoamento. No Miombo, o volume e a área basal são atributos bastante modificáveis em função do clima e do tipo florestal, esse último havendo registros de valores entre 7,0 a 30,0 m².ha⁻¹ (BACKÉUS et al., 2006). Em relação ao volume médio no Miombo seco constata-se valores de 14 a 59 m³.ha⁻¹, logo no Miombo úmido que sofre controle de atividade silviculturais e manejo registram-se volume em torno de 80 a 120 m³/ha (KABALA et al., 2013).

As formações do Miombo são dominadas por baixo estoque de madeiras de interesse econômico e apenas 7% do volume total de indivíduos em pé é comercializável e utilizável como tora para serraria e laminados, como exemplo das

espécies *Pterocarpus angolensis*, *Millettia stuhlmanni*, *Swartzia madagascariensis*, *Combretum imberbe*, *Azelia quanzensis*, *Burkea africana*, *Pericopsis angolensis*, *Brachystegia spiciformis* e *Khaya anthotheca* (PEREIRA, 2006; MARZOLI, 2007). Nessas formações, 50% do volume total de biomassa está contida nos galhos (CAMPBELL et al., 2008).

Por sua vez, Marzoli et al. (2007) mencionam que o incremento volumétrico (IMA) é considerado baixo em Moçambique, podendo variar de 2,0 a 4,8 m³.ha⁻¹.ano para todas as espécies. Os incrementos mais baixos referem-se à floresta aberta nas regiões mais secas, enquanto que os mais altos referem-se à floresta de Miombo úmidas no norte do país. O mesmo autor refere ainda o incremento médio em diâmetro está em 2,5 mm.ano e um ciclo médio de corte estimado em 40 anos.

Na Tanzânia, Misana et al. (2005) referem que o incremento volumétrico é estimado em 2,3 m³.ha⁻¹.ano em formações de Miombo a partir de rebrota, sugerindo que leva de 8 a 15 anos para que as florestas degradadas recuperem considerando árvores de diâmetro mínimo de 10 cm. Enquanto o crescimento é lento, forte rebrota ocorre sempre que o manejo seja possível para todas as espécies em especial para a *Pterocarpus angolensis* (LUOGA et al., 2004; CARO et al., 2005).

3.7 Inventário florestal

Os inventários florestais são a base para o manejo, pois permitem obter informações do estoque de madeira essenciais para o planejamento e tomada de decisões estratégicas (AVERY; BURKHART, 2002). Esses dados são obtidos por procedimentos de amostragem e pela enumeração total dos indivíduos ou censo (LOETSCH et al., 2003).

De acordo com Husch et al. (2003), o inventário florestal é uma tentativa de descrever quantitativa e qualitativamente os indivíduos, bem como as características do meio em que se localizam. Um dos fatores que determinam a precisão de um inventário florestal é a definição apropriada do processo e da intensidade de amostragem (LOESTCH et al., 1973).

O objetivo da amostragem é criar possibilidade de inferir sobre os parâmetros populacionais através de critérios estatísticos preestabelecidos, onde se seleciona uma amostra que seja representativa dessa população (AVERY; BURKHART, 2002). A amostragem pode ser realizada por vários métodos, os quais devem ser aplicados de acordo com as características da população, a fim de obter acurácia com menor custo (SCHREUDER, 2004).

Com relação ao processo amostral, definem-se dois tipos de amostragem: com probabilidade e sem probabilidade, ou seja, aleatória ou sistemática, sendo que a amostragem aleatória elimina os erros sistemáticos ao eleger as unidades amostrais, além de permitir a quantificação do erro amostral. Esses aspectos constituem grande vantagem do processo aleatório em relação ao sistemático (HUSCH et al., 2003). Em contrapartida, Kangas e Maltamo (2006) citam que, na amostragem sistemática, cada unidade amostral distribui-se espacialmente de forma regular, isenta de tendências durante a seleção das unidades amostrais, implicando menos custo e estimativas precisas da população.

Em Moçambique, a primeira atividade de inventário florestal ocorreu no final da década de 70, realizada pela FAO, em escala nacional com o intuito de obter informações dos recursos florestais existentes.

Posteriormente, surgiram outros inventários florestais restritos a algumas áreas do país, com a finalidade de elaborar planos de manejo, determinar a produtividade das florestas, acompanhar e controlar níveis de taxas de crescimento e definir ciclos de corte (PEREIRA, 2006). Porém, as informações sobre esses inventários são ainda dispersas e descontínuas (OSMAN; IDRIS, 2012).

3.8 Tamanho de unidade amostral

A unidade amostral é o espaço físico sobre o qual são observadas e medidas as características quantitativas e qualitativas de uma população (LOETSCH et al., 1973). Nas unidades de área fixa, a seleção sucede através da probabilidade proporcional à sua área e frequência dos indivíduos que nela ocorrem, já que todas as árvores situadas dentro da unidade amostral são incluídas (KANGAS; MALTAMO, 2006).

Husch et al. (2003) citam que o critério de escolha da forma e tamanho das unidades amostrais está associado a praticidade e operacionalidade de sua localização e demarcação em campo do que qualquer outra argumentação.

No entanto, Matteucci e Colma (1982) relatam que o tamanho de unidade amostral deve ser o suficiente para incluir pelo menos 20 indivíduos, mas ao mesmo tempo pequena para não exigir um tempo excessivo de medição.

Em florestas densas, é preferível utilizar unidades amostrais pequenas, pois é possível alcançar com certa facilidade sua representatividade, por outro lado, nas florestas abertas, são necessárias unidades maiores (AVERY; BURKHART, 2002).

Cochran (1965) refere que o aumento do tamanho das unidades amostrais ocasiona a redução da variância até certo momento que tende a estabilizar-se entre as mesmas para um erro de amostragem fixado.

A magnitude do erro de amostragem em parte depende da frequência e distribuição espacial dos indivíduos, sendo que, até certo ponto, é possível reduzir empregando unidades amostrais com tamanhos diferentes (HUSCH et al., 2003).

Na formação do Miombo, os tamanhos de unidades amostrais variam conforme os estudos conduzidos por pesquisadores: Edmonds (1964) trabalhou com unidades de tamanho 0,4 ha; Guy (1989) utilizou unidades de tamanho variando de 0,05 a 0,5 ha; Scholes (1990) de 0,16 ha; Shea et al. (1998) e Mwavua e Witkowski (2009) também utilizaram o tamanho 0,5 ha; Schwartz et al. (2002) usou unidades de 0,1 ha; Schwartz e Caro (2003) trabalharam com 0,75 ha; Malimbwi et al. (1994; 2001; 2005) utilizaram unidades variando de 0,03 a 0,4 ha; Banda et al. (2008) com 0,6 ha; Ribeiro et al. (2008) com 0,25 ha; Lupala (2009) e Giliba et al. (2011) também empregaram unidades de 0,5 ha; Munhish et al. (2011) com 0,28 ha; Osman e Idris (2012) unidades variando de 0,04 a 0,12 ha e Chidumayo (1991; 1997; 2004; 2013) igualmente trabalhou com unidades de 0,02 a 0,5 ha.

Alguns estudos indicam que, para as formações de Miombo semiabertas, o ideal são unidades amostrais de 0,4 ha (CHIDUMAYO, 1997; MALIMBWI et al., 2005). Porém, existe uma necessidade de estudos específicos para a região de Mocuba na província da Zambézia que permita auxiliar e viabilizar as atividades florestais a serem conduzidas.

O número de unidades amostrais usado em levantamentos florísticos e fitossociológicos depende das características da floresta avaliada (MUELLER-DOMBOIS; ELLEMBERG, 1974). Desta forma, os mesmos autores recomendam

estabelecer a área mínima de amostragem, que consiste em fixar certo tamanho de unidade amostral e registrar a quantidade de espécies nela presente, caso aconteça o registro de novas espécies recomenda-se duplicar a área amostral até que o número de novas espécies seja minimizado.

Efron (1982), por sua vez, recomenda o uso da curva espécie/área, que seria o número acumulado de espécies encontradas em função do aumento da área amostrada para a definição da área mínima de unidade amostral. Assim, a área mínima corresponde ao ponto onde a curva torna-se praticamente constante, ou seja, um aumento da área de amostragem não implica um acréscimo significativo do número de espécies.

Pielou (1997) comenta que a construção de uma verdadeira curva espécie/área requer unidades amostrais independentes e sugere o uso do termo “Curva do coletor” para referir-se ao caso de unidades amostrais agrupadas. Porém, estudos fitossociológicos em Moçambique e na região austral de África usam a denominação “Curva do coletor” indistintamente, tanto para unidades amostrais únicas como disjuntas.

Nesse contexto, é importante distinguir o uso da relação espécie/área na caracterização de comunidades vegetais do uso dessa relação na definição de questão relativa à amostragem dessas comunidades. Kilburn (1966) relatam que as pesquisas sobre relação espécie/área concentram-se em quatro aspectos principais: 1) predição do número mínimo de espécies em grandes áreas; 2) determinação da expressão matemática precisa da relação; 3) determinação do tamanho ótimo da amostra; 4) determinação da área mínima de uma comunidade.

O foco desta pesquisa é discutir o terceiro aspecto: determinação do tamanho da amostra como forma de abordar a questão da suficiência amostral.

4 MATERIAIS E MÉTODOS

4.1 Características da área de estudo

Para o presente estudo foi selecionada uma unidade de manejo florestal de 1000 ha, parte integrante da Concessão Florestal de 40000 ha de área total, pertencente à Indústria Florestal Sotomane, Ltda. A área de estudo é composta por Floresta de Miombo Semiaberta, localizada no posto administrativo de Namanjavira, distrito de Mocuba na região central da província da Zambézia, em Moçambique entre as coordenadas $16^{\circ}33'58''$ e $16^{\circ}49'22''$ de latitude Sul e $36^{\circ}32'57''$ e $36^{\circ}47'39''$ de longitude Oeste (MAE, 2005), conforme mostrada na Figura 2.

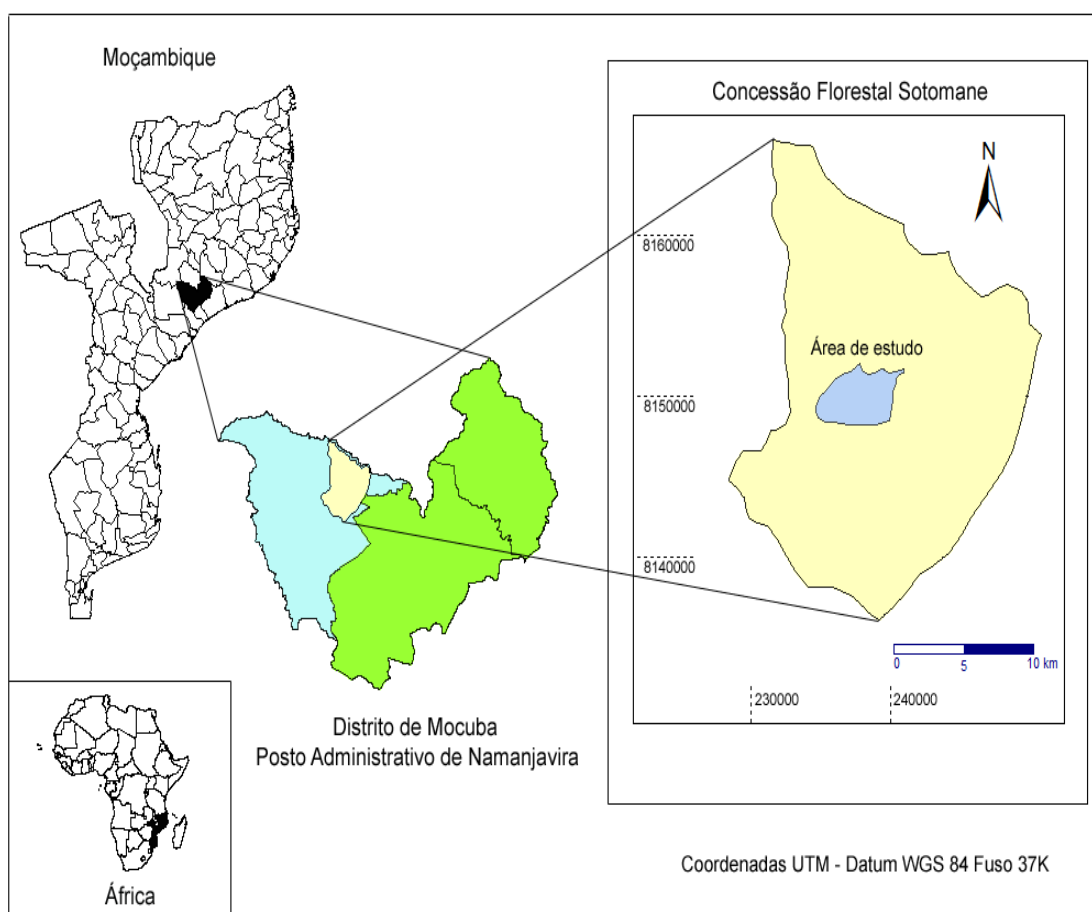


Figura 2 – Localização geográfica da área do estudo na concessão florestal Sotomane Ltda., no posto administrativo de Namanjavira, distrito de Mocuba, na província da Zambézia, em Moçambique.

4.1.1 Clima

No distrito de Mocuba, o clima predominante, segundo a classificação de Köppen, é do tipo “Aw” tropical quente, com duas estações bem definidas, influenciada pela Zona de Convergência Intertropical (AMÓS et al., 1997; MAE, 2005). Na região do estudo, o clima apresenta-se homogêneo, com padrão de precipitação bimodal oscilando de 850 a 1300 mm/ano, e uma média de 1200 mm/ano do período de 1916 a 1968, distribuídas entre os meses de outubro a março (PEREIRA, 2006).

A distribuição de precipitação no distrito está associada às depressões e ao anticiclone subtropical do Oceano Índico que invariavelmente condicionam o estado de tempo nas duas estações, cuja posição oscila entre 25° de latitude Sul durante a época seca e 38° de latitude Sul durante a época chuvosa, com alta em fevereiro (AMÓS et al., 1997).

A temperatura média anual no distrito varia de 22 a 27 °C, sendo os meses entre outubro a fevereiro o período mais quente e úmido correspondente à época chuvosa, devido às massas de ar equatorial e tropical marítimo (MAE, 2005). Os meses de março a outubro apresentam tempo fresco e longa estação seca devido às massas de ar tropical continental e polar marítimo com precipitações irregulares, sendo os meses entre junho a agosto considerados os mais frescos e raramente registram-se temperaturas inferiores a 18 °C (AMÓS et al., 1997; PEREIRA, 2006).

4.1.2 Relevo e Solos

Na área de estudo, as condições geológicas, hidrológicas e geomorfológicas apresentam variabilidade, sendo distintas duas regiões influenciadas pela altitude (MAE, 2005). Uma delas, conforme Amós et al. (1997), corresponde à média que varia de 180 a 400 m, a outra de baixa altitude que varia de 180 a 250 m, com relevo de ondulações não muito pronunciadas.

Os solos predominantes nas planícies são arenosos e, por vezes, argilosos vermelhos, caracterizados por serem moderadamente profundos. Nos vales largos,

predominam solos argilosos pretos em condições hidromórficas e argiloso nos topos dos terrenos desenvolvidos das rochas ácidas, nos declives onde o lençol freático encontra-se mais perto da superfície, cinzento escuro e preto no fundo dos vales (MAE, 2005).

4.1.3 Vegetação

Pereira (2006) descreve que a vegetação da área de estudo é uma Floresta de Miombo Semiaberta em estágio de sucessão primário como fisionomia predominante (Figura 3). Essa fisionomia forma um mosaico na cobertura vegetal da área de estudo relacionado às variações ambientais (umidade e fertilidade de solo), microclima e até mesmo a ocorrência de fogo (FROST, 1996).

As espécies dominantes pertencem à família Fabaceae, a *Brachystegia spiciformis* e *Julbernardia globiflora* associadas às espécies *Combretum imberbe* e *Pteleopsis myrtifolia* da família Combretaceae, entre outras (CAMPBELL, 1996; GELDENHUYS, 2005).

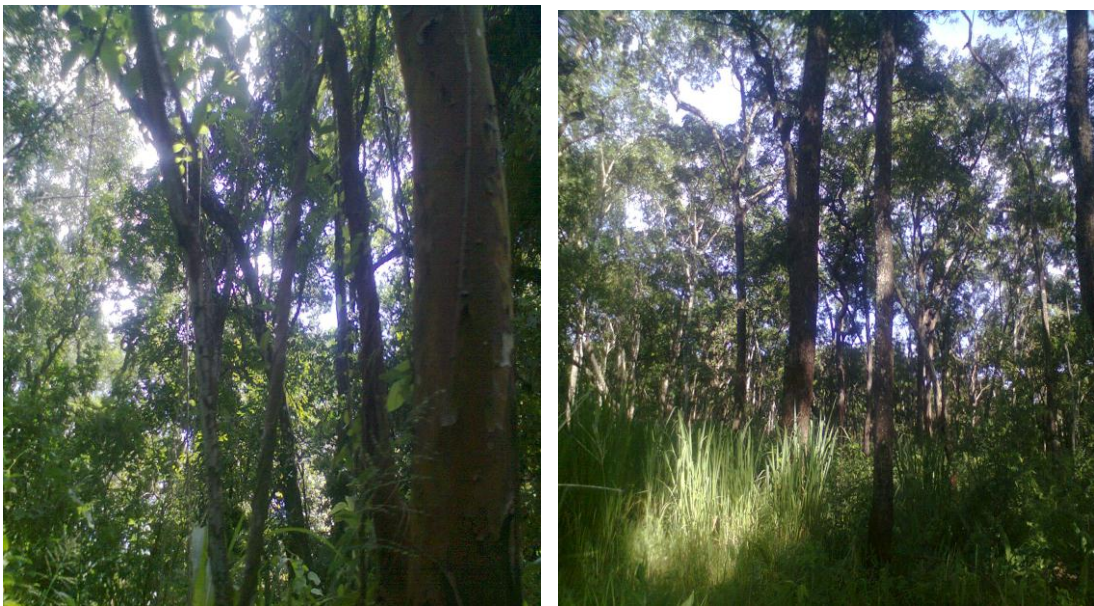


Figura 3 - Detalhes da vegetação na área de estudo, no distrito de Mocuba, província da Zambézia, em Moçambique.

4.2 Procedimento amostral

Para o presente estudo, selecionou-se a unidade de manejo definida para corte no ano de 2014, dentro da área de Concessão Florestal por apresentar visualmente vegetação menos alterada por atividades antrópicas recentes e possuir variação de espécies, densidade, diâmetro e altura para diferentes sítios dentro da mesma tipologia florestal.

A unidade de manejo foi representada por uma grade amostral sistemática recobrando uma área de 1000 ha, contando com 128 unidades amostrais, inseridas em 16 faixas distantes de 200 m entre si, com oito unidades alocadas aleatoriamente e independentes entre si, de tamanhos diferentes e forma retangular em cada faixa, mantida a distância mínima de 300 m uma das outras, a partir do centro das unidades, obedecendo aos limites estabelecidos por Queiroz (1977) e Cavalcanti et al. (2009). As 128 unidades amostrais foram georreferenciadas e monumentadas no campo, conforme ilustrado na Figura 4.

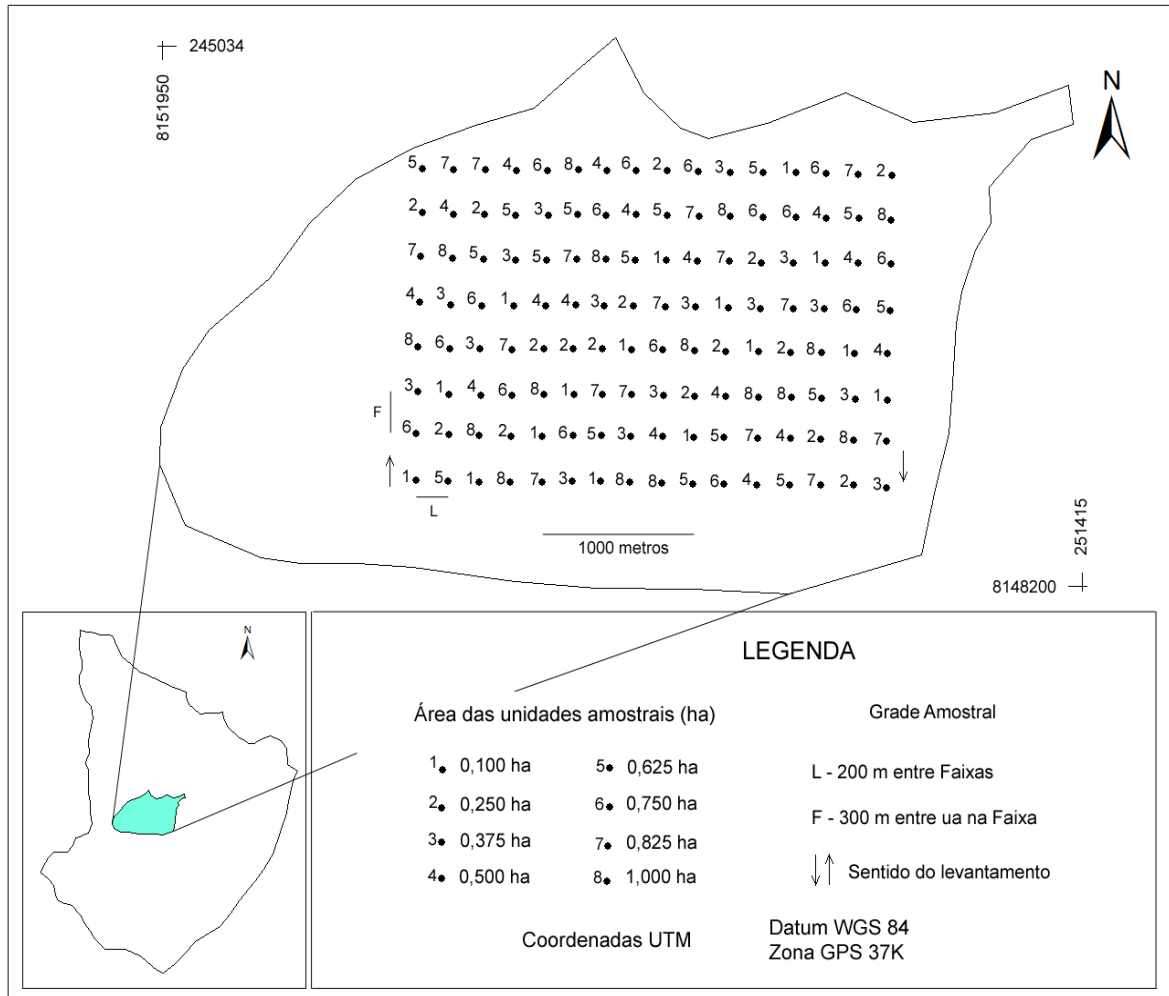


Figura 4 – Desenho esquemático da grade amostral e sentido de caminhamento na área de estudo, no distrito de Mocuba, província da Zambézia, em Moçambique.

A largura das unidades amostrais foi de 50 m, a qual é aproximadamente o limite que um homem pode avistar dentro da floresta indivíduos de grande porte (CAVALCANTI et al., 2009). O comprimento das unidades amostrais variou de 20 a 200 m, ao longo de cada faixa estabelecida, perfazendo uma amplitude de variação de 0,1 a 1,0 ha. Portanto, a área de abrangência do estudo foi de 1000 ha, porém, a área efetivamente amostrada foi de 71,6 ha (Tabela 1).

O comprimento das faixas seguiu na direção norte-sul e a largura na direção leste-oeste, usando uma bússola. Para a demarcação das unidades amostrais foram fixados marcos nos cantos a partir do centro da unidade, com propósito de facilitar definição da unidade e minimizar os erros (DALLMEIER, 1992).

Tabela 1 – Tratamentos e número de repetições, para o estudo de tamanho ótimo de unidade amostral, na Floresta de Miombo no distrito de Mocuba, Moçambique.

Tratamento (T_n)	Tamanho de u.a (m x m)	Área (ha)	Repetições (n)
T ₁	50 x 20	0,100	16
T ₂	50 x 50	0,250	16
T ₃	50 x 75	0,375	16
T ₄	50 x 100	0,500	16
T ₅	50 x 125	0,625	16
T ₆	50 x 150	0,750	16
T ₇	50 x 175	0,875	16
T ₈	50 x 200	1,000	16

Onde: T_n – Tratamento correspondente aos tamanhos de unidades amostrais; u.a - Unidade amostral.

A opção desses tamanhos de unidades amostrais foi baseada nas pesquisas similares anteriores realizadas por outros pesquisadores em áreas de Floresta de Miombo na região sul e sudeste de África, com destaque para Huang et al. (2003); Schwartz et al. (2002; 2003); Opulukwa et al. (2002); Andrew (2003); Luoga et al. (2004); Malimbwi et al. (1994; 2001; 2005); Isango (2007); Banda et al. (2006; 2008); Williams et al. (2008); Lupala (2009); Giliba et al. (2011); Ryan et al. (2011); Munishi et al. (2011); Osman e Idris (2012); Kalaba et al. (2013) e Chidumayo (1991; 1997; 2004; 2013).

4.3 Obtenção dos dados a campo

Na área delimitada por cada unidade amostral, todos os indivíduos lenhosos, com Cap (circunferência a altura do peito) maior ou igual a 31,5 cm, foram identificados, medidos e sequencialmente numerados com plaqueta de alumínio fixados com linha de nylon, onde constou o número do indivíduo e unidade amostral. Este procedimento foi adotado com objetivo de evitar erros de remedição e permitir que medições futuras sejam realizadas no mesmo local.

O Cap foi mensurado a 1,3 m do nível do solo com auxílio de uma trena com precisão em milímetros. Nos indivíduos com sapopemas, o Cap foi medido acima

destas. Em seguida, as alturas dos indivíduos foram obtidas com hipsômetro Blume-leiss, com precisão de 0,1 m. Na altura comercial, foi considerada a distância entre o nível do solo e a porção superior utilizável do tronco, determinada pela presença de bifurcação, tortuosidade acentuada ou galhos de grande porte.

Em razão das características da população avaliada, as alturas das árvores acima de 15,0 m apresentaram dificuldades para medi-las. A falta de visibilidade do operador em manter-se a uma posição apropriada, causado pelo fechamento do dossel impossibilitou a medição desta variável. Por esse motivo, as alturas não foram consideradas no presente estudo.

Inicialmente, a identificação botânica dos indivíduos foi feita a campo pelo nome comum com ajuda de guias locais (mateiros). Para os nomes científicos, foram utilizados dois livros de descrição botânica, bastante empregados em identificação de espécies vegetais na Floresta de Miombo (PALGRAVE, 2002; VAN WYK; VAN WYK, 2011). No entanto, para os indivíduos não identificados no local foram preparados exsicatas para, posteriormente, serem comparadas com exemplares depositados no Herbário da Universidade Eduardo Mondlane (UEM). Após esta etapa, a grafia e a validade dos nomes científicos das espécies foram conferidas e atualizadas em revisões taxonômicas no site da Internacional Plant Names Index, versão online 2013 e as abreviações dos nomes de autores foram padronizadas de acordo com Brummit e Powel (1992). A nomenclatura das espécies segue a proposta do Angiosperm Phylogeny Group (APG III, 2009).

4.3.1 Espécies de interesse comercial

O decreto de lei nº 12/2002 de 06 de Junho de 2002 (<http://faolex.fao.org/docs/pdf/moz61589.pdf>) determina as espécies produtoras de madeira comercial em Moçambique. Conforme Pereira (2006) existe um grupo de espécies produtoras de madeira comercial exploradas na área de Concessão Florestal Sotomane Ltda., e no distrito de Mocuba, Moçambique (Tabela 2).

Tabela 2 – Volume médio de espécies produtoras de madeira de interesse comercial no distrito de Mocuba, província da Zambézia, Moçambique.

Nome científico	Nome comum	Volume comercial (m ³ .ha ⁻¹)
<i>Azelia quanzensis</i>	Chanfuta	0,15
<i>Millettia stuhlmannii</i>	Jambire	0,47
<i>Pterocarpus angolensis</i>	Umbila	1,22
<i>Swartzia madagascariensis</i>	Pau-ferro	0,22
<i>Dalbergia melanoxylon</i>	Pau-preto	0,02
<i>Pericopsis angolensis</i>	Muanga	0,93
<i>Khaya anthotheca</i>	Umbaua	0,09
<i>Burkea africana</i>	Mucarala	0,87
<i>Combretum imberbe</i>	Mondzo	0,06
Total		4,02

Fonte: Pereira (2006).

As demais espécies florestais com potencial comercial na área da Concessão Florestal e no distrito de Mocuba, na província da Zambézia, ainda não exploradas e nem tradicionalmente comercializadas, têm possibilidades de serem colocadas no mercado local ou no exterior num futuro próximo, pois as suas propriedades físicas, químicas e anatômicas da madeira já foram estudadas (ALI et al., 2008).

4.4 Análise de dados

4.4.1 Parâmetros fitossociológicos

Os parâmetros fitossociológicos das espécies e famílias registradas nas unidades amostrais dentro da área de estudo permitiu calcular valores absolutos e relativos de densidade, frequência, dominância e agrupados em um único valor que indica a importância ecológica (VI) da espécie na floresta (MÜELLER-DOMBOIS; ELLENBERG, 1974), descritos na Tabela 3.

Tabela 3 – Fórmulas utilizadas no cálculo dos parâmetros fitossociológicos para as espécies amostradas na área de estudo, no distrito de Mocuba, província da Zambézia, Moçambique.

Parâmetro	Abreviação	Fórmula	Unidade
Densidade absoluta	DA	$DA = n_i / A$	$n \cdot ha^{-1}$
Densidade relativa	DR	$DR = (DA / n \cdot ha^{-1}) \times 100$	%
Dominância absoluta	DoA	$DoA = g_i / A$	$m^2 \cdot ha^{-1}$
Dominância relativa	DoR	$DoR = (DoA / G) \times 100$	%
Frequência absoluta	FA	$FA = (p_i / P_t) \times 100$	%
Frequência relativa	FR	$FR = (FA / \sum FA) \times 100$	%
Valor de importância	VI	$DR + DoR + FR$	%

Em que: n_i = número total de indivíduos amostrados de cada espécie i , por unidade de área; N = número total de indivíduos amostrados, independentes da espécie; g_i = área basal de cada espécie; G = área basal total das espécies encontradas por unidade de área; A = área amostrada (ha); p_i = número de unidades de amostragem com a presença da espécie i ; P_t = número total de unidades de amostragem.

Para a análise dos parâmetros fitossociológicos, os dados foram processados pelo software Mata Nativa 2 (CIENITEC, 2006).

4.4.2 Índice de diversidade e equabilidade

A diversidade e a equabilidade foram avaliados pelo índice de diversidade de Shannon-Wiener (H') e Pielou (J'), respectivamente (MAGURRAN, 1988). Para os oito tratamentos avaliados, calculou-se esses índices.

Brower et al. (1998) mencionam que o índice de diversidade de Shannon-Wiener é o mais utilizado para expressar as características de uma comunidade pelo seu nível de organização biológica. O mesmo busca medir o grau de incerteza na predição correta da espécie a que pertence o próximo indivíduo coletado em uma amostragem sucessiva, combinando a riqueza de espécies e a equabilidade.

Para Magurran (1988), o índice de Shannon-Wiener (H') não é afetado pelo tamanho da amostra e assume pressuposição dificilmente verificável para estrato arbóreo desse ambiente como a distribuição aleatória das espécies, sendo o número

de espécies (S) uma variável importante, pois a partir dela se conhece a diversidade da floresta, conforme as seguintes expressões:

$$H' = -\sum P_i \times \ln(P_i) \quad (1)$$

$$P_i = n_i / N \quad (2)$$

Sendo: P_i = proporção de cada espécie em relação ao total de indivíduos; \ln = logaritmo natural; n_i = número de indivíduos da espécie; N = número total de indivíduos. O seu valor varia de 1,0 até 3,5 e raramente ultrapassa 4,5 (PIELOU, 1975).

Por sua vez, a equabilidade de Pielou (J') é derivada do índice de diversidade de Shannon-Wiener (H') e permite representar a uniformidade da distribuição dos indivíduos entre as espécies existentes (PIELOU, 1977), sendo quantificado pela seguinte expressão:

$$J' = H' / H'_{\max.} \quad (3)$$

Sendo: H' = índice de diversidade de Shannon; $H'_{\max.} = \ln(S)$; S = número de espécies amostradas. O valor da equabilidade apresenta uma amplitude entre 0 (uniformidade mínima) e 1 (uniformidade máxima).

Os valores do índice de diversidade de Shannon-Wiener (H') obtidos para cada tratamento foram avaliados pela ANOVA, considerando um $\alpha = 5\%$ e quando constatado diferenças significativas comparou-se as média pelo teste de Tukey para distinguir os que diferiram entre si.

4.4.3 Suficiência amostral para florística

A suficiência amostral para florística foi estabelecida com base na análise gráfica da curva espécie/área ou curva do coletor (PIELOU, 1975; EFRON, 1982).

Na obtenção da curva espécie/área, utilizou-se o conjunto de dados das 16 repetições de cada tratamento mediante a aleatorização da entrada das unidades

amostrais pelo método bootstrap por permutação (EFRON, 1982). De acordo com o mesmo autor, no método bootstrap consiste em estimar a riqueza da área empregando dados de todas as espécies nas unidades amostrais. Esse método gera curvas médias em intervalos de confiança empíricos de 95%. O estimador Bootstrap é baseado na proporção de unidades amostrais contendo cada espécie, assim, requer somente dados de incidência (presença/ausência) de espécies (SMITH; BELLE, 1984). Desta forma, considerando as características desse estimador, nota-se que a distribuição das espécies tem consequências importantes na estimação da riqueza (MAGURRAN, 1988).

As curvas médias geradas por esse método são menores do que as usuais de espécie-área (RODAL et al., 1992). Essas últimas levam em conta a ordem de observação das unidades amostrais, evidenciando a falta de aleatoriedade na ocorrência das espécies e mostrando patamares de possíveis suficiências amostrais (EFRON, TIBSHIRANI, 1986).

Para gerar as curvas espécie/área usando o método bootstrap por permutação, usou-se o pacote Vegan (OKSANEM, 2006) no *Software R* (R core team, 2013), onde uma amostra aleatória de 16 unidades de cada tratamento é retirada dos dados, usando reamostragem com reposição. O ponto de saturação do número acumulado de espécies foi determinado por análise visual da função ajustada à curva espécie/área (EFRON; TIBSHIRANI, 1986).

4.4.4 Estrutura diamétrica

Para avaliar a estrutura diamétrica da floresta os Cap's foram convertidos em Dap's. A amostragem a campo recobriu todos os indivíduos com Dap maior ou igual a 10 cm, e adotou-se a amplitude de classe de 5,0 cm. Foi ajustada a função de Meyer para o número de indivíduos por classe de Dap para a população, assim como para os oito tratamentos analisados em separado (MEYER, 1952), conforme a expressão:

$$(N_j = e^{b_0 + b_1 \cdot cc}) \quad (4)$$

Sendo: N_j = estimador do número de indivíduos por hectare na j -ésima classe de *Dap*; b_0 e b_1 = coeficientes da equação; cc = diâmetro correspondente ao centro da j -ésima classe de *Dap*; e = a constante do logaritmo neperiano.

Conforme Davis e Johnson (1987), o modelo de Meyer é facilmente ajustado à floresta inequiana e permite ter conhecimento da frequência teórica, ou estimada, das espécies da população analisada. O modelo de Meyer sofreu transformação na variável dependente e os valores do erro padrão das estimativas em percentagem ($S_{yx}\%$) e o coeficiente de determinação ajustado ($R^2_{aj.}$) foram recalculados para que permitissem a comparação com modelos que não sofreram transformação na variável (SCHNEIDER et al., 2009).

Foi aplicado o teste de aderência Chi-quadrado (χ^2) para verificar o grau de concordância entre os valores da distribuição de frequência de classe de *Dap* observados seguem propostas pelo modelo de Meyer ajustada (CONOVER, 1980; SOKAL; ROHLF, 1995). Nessa análise, foram testadas as seguintes hipóteses: H_0 : a distribuição de número de indivíduos por classe de *Dap* estimada não difere da observada; e H_1 : a distribuição de número de indivíduos por classe de *Dap* estimada difere da observada.

4.4.5 Análise de Covariância

Para a análise de covariância, primeiramente, testou-se a diferença de inclinação a um $\alpha=5\%$. Se não há evidência de diferença estatística de inclinação entre as distribuições de frequência por classe de *Dap* nos oito tratamentos avaliados, a hipótese de não diferença de níveis era testada. Se as diferenças estatísticas não fossem significativas para inclinação e nível, uma regressão única poderia ser ajustada entre os tratamentos (FREUND; LITTLE, 1981). Para realizar essa análise usou-se o PROC GLM (*General Linear Models*) do *Statistical Analysis System* (SASTM versão 8.0).

4.4.6 Processo de amostragem para estimativa de área basal

Para a estimativa do parâmetro área basal da população e para o grupo de espécies de interesse comercial nos oito tratamentos avaliados, foram calculados a média, variância, desvio, erro padrão das estimativas e os intervalos de confiança, utilizando a amostragem aleatória simples, conforme Cochran (1965).

A escolha do tamanho ótimo de unidade amostral para todos os indivíduos e para o grupo de espécies de interesse comercial foi definida pela grandeza erro de amostragem percentual, considerando o limite de erro de 10%, para $\alpha=5\%$.

Foi também gerado o diagrama em caixa ou *boxplot* para uma melhor visualização da estatística descritiva e da amplitude de variação das áreas basais médias entre os tratamentos.

Essa análise gráfica pelo diagrama em caixa possibilita representar a distribuição de um conjunto de dados com base na estatística descritiva, utilizando cinco medidas estatísticas: valor mínimo, valor máximo, mediana (valor centrais), primeiro e terceiro quartil da variável quantitativa de dispersão (BARNETT; LEWIS, 1995). O limite superior da caixa indica o percentil de 75% dos dados e o limite inferior da caixa indica o percentil de 25% dos dados. A distância entre esses dois quartis é conhecida como interquartil e a linha dentro da caixa indica o valor de mediana dos dados (BAKKER; GRAVEMEIJER, 2004). Esses gráficos avaliam a assimetria dos dados, sua dispersão e a existência ou não de *outliers*, permitindo interpretar e fornecer uma solução para diferentes tratamentos equilibrando dois fatores: o efeito do tratamento e a variabilidade dos dados, para a floresta analisada.

O gráfico *boxplot* foi gerado pela *PROC BOXPLOT*, e os dados resultantes da área basal média em relação aos tratamentos foram submetidos à ANOVA considerando um $\alpha = 5\%$ e quando constatado diferenças significativas comparou-se as média pelo teste de Tukey para distinguir os que diferiram entre si. Utilizou-se o pacote estatístico SAS, versão 8.0 (SAS Institute Inc., 1999).

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Composição de espécies e estrutura horizontal

No levantamento florístico, foram registrados 36535 indivíduos lenhosos vivos e identificadas 124 espécies, distribuídas em 83 gêneros e 31 famílias botânicas. A família Fabaceae apresentou maior riqueza de espécies (48), seguida da Euphorbiaceae (11), Meliaceae (8), Combretaceae (7) e Sterculiaceae (5), respectivamente (vide Anexo A). Essas famílias em conjunto abrangeram 55,63% das espécies amostradas na área. A densidade foi de 517 ind.ha⁻¹ (Tabela 4).

Esses resultados assemelham-se aos obtidos por Giliba et al. (2011) e Chidumayo (2013), que observaram a presença marcante da família Fabaceae em floresta de Miombo, quando considerada como um só táxon, e Kalaba et al. (2013) verificou que, para além de Fabaceae, as famílias Euphorbiaceae, Meliaceae, Combretaceae e Sterculiaceae apresentaram-se com maior riqueza específica nessas formações florestais. No entanto, a presença de número considerável de espécies da família Combretaceae nessas florestas está associada a perturbações antrópicas no passado, ocasionadas pela presença de fogo, agricultura e extração de madeira (RYAN; WILLIAMS. 2011).

Dos resultados, verifica-se ainda que a área de estudo apresentou alta riqueza de espécies comparativamente ao observado por Ribeiro et al. (2008) que relataram 79 espécies e densidade de 548 ind.ha⁻¹ em 50 unidades amostrais estabelecidas de 0,25 hectares e Williams et al. (2008) que verificou 22 espécies e densidade 574 ind.ha⁻¹ em 20 ha amostrados. Isto deveu-se ao esforço amostral empregado e à presença da mata ciliar em algumas unidades amostrais o que contribuiu para a ocorrência de mais espécies. No entanto, observou-se que o número de indivíduos por hectare foi inferior ao registrado por esses autores. Isso é atribuído ao critério de inclusão de indivíduos adotado no presente estudo (Dap≥10 cm). Kalaba et al. (2013) consideram que a diferenciação da riqueza e da composição florística nessas florestas está relacionado ao estágio sucessional, ao histórico de perturbação por atividade humana e às condições climáticas.

Tabela 4 - Estimativa dos parâmetros fitossociológicos da estrutura horizontal, ordenadas de forma decrescente pelo valor de importância (VI em %) considerando o mínimo de 1%, em 71,6 hectares amostrados, na área de estudo, no distrito de Mocuba, Moçambique.

Nome científico	N	DA	DR	DoA	DoR	FA	FR	VI
<i>Brachystegia spiciformis</i>	4020	56,8	11	2,9	11,1	97,6	1,9	8,0
<i>Pterocarpus angolensis</i>	2381	33,7	6,5	1,66	6,3	100	1,9	4,9
<i>Pseudolachnostylis maprouneifolia</i>	1791	25,3	4,9	1,29	4,9	99,2	1,9	3,9
<i>Swartzia madagascariensis</i>	1668	23,6	4,6	1,18	4,5	98,4	1,9	3,7
<i>Julbernardia globiflora</i>	1248	17,6	3,4	0,87	3,3	95,2	1,8	2,9
<i>Burkea africana</i>	1132	16,0	3,1	0,81	3,1	85,7	1,7	2,6
<i>Pteleopsis myrtifolia</i>	1032	14,6	2,8	0,75	2,9	89,7	1,7	2,5
<i>Brachystegia boehmii</i>	873	12,3	2,4	0,63	2,4	92,9	1,8	2,2
<i>Ficus ingens</i>	831	11,8	2,3	0,61	2,3	67,5	1,3	2,0
<i>Pericopsis angolensis</i>	743	10,5	2,0	0,52	2,0	92,1	1,8	1,9
<i>Azelia quanzensis</i>	744	10,5	2,0	0,51	2,0	91,3	1,8	1,9
<i>Cordyla africana</i>	798	11,3	2,2	0,61	2,3	60,3	1,2	1,9
<i>Erythrophleum suaveolens</i>	734	10,4	2,0	0,52	2,0	84,9	1,6	1,9
<i>Dalbergia melanoxylon</i>	677	9,6	1,9	0,45	1,7	93,7	1,8	1,8
<i>Combretum imberbe</i>	624	8,8	1,7	0,48	1,8	81,8	1,6	1,7
<i>Millettia stuhlmannii</i>	558	7,9	1,5	0,42	1,6	88,1	1,7	1,6
<i>Brachystegia bussei</i>	610	8,6	1,7	0,44	1,7	55,6	1,1	1,5
<i>Parinari curatellifolia</i>	539	7,6	1,5	0,38	1,4	77,8	1,5	1,5
<i>Kirkia acuminata</i>	509	7,2	1,4	0,37	1,4	80,2	1,5	1,5
<i>Pseudobersama mossambicensis</i>	422	6,0	1,2	0,35	1,3	82,5	1,6	1,4
<i>Piliostigma thonningii</i>	403	5,7	1,1	0,29	1,1	78,6	1,5	1,2
<i>Albizia adianthifolia</i>	371	5,2	1,0	0,3	1,1	70,6	1,4	1,2
<i>Albizia glaberrima</i>	348	4,9	1,0	0,25	1,0	77,8	1,5	1,1
<i>Ficus lutea</i>	520	7,4	1,4	0,33	1,3	36,5	0,7	1,1
<i>Pterocarpus rotundifolius</i>	512	7,2	1,4	0,37	1,4	30,2	0,6	1,1
<i>Balanites maughamii</i>	323	4,6	0,9	0,24	0,9	73,8	1,4	1,1
<i>Faurea speciosa</i>	318	4,5	0,9	0,23	0,9	72,2	1,4	1,0
<i>Terminalia sericea</i>	379	5,4	1,0	0,29	1,1	52,4	1,0	1,0
<i>Lonchocarpus capassa</i>	359	5,1	1,0	0,27	1,0	57,1	1,1	1,0
<i>Diplorhynchus condylocarpon</i>	330	4,7	0,9	0,24	0,9	62,7	1,2	1,0
<i>Uapaca kirkiana</i>	321	4,5	0,9	0,25	1,0	59,5	1,1	1,0
Outras	10417	147,3	28,4	7,40	28,3	-	-	36,9
Total	36535	516,6	100	26,21	100	-	100	100

N = número de indivíduos (71,6 ha); DA = densidade absoluta (ind.ha⁻¹); DR = densidade relativa, em %; DoA = dominância absoluta, em m².ha⁻¹; DoR = dominância relativa, em %; FA = frequência absoluta, em %; FR = frequência relativa, em %.

Observa-se que as dez espécies de maiores valores de importância (VI) por ordem decrescente foram a *B. spiciformis*, *P. angolensis*, *P. maprouneifolia*, *S. madagascariensis*, *J. globiflora*, *B. africana*, *P. myrtifolia*, *B. boehmmii*, *F. ingens* e *P. angolensis* respectivamente (Tabela 4). As mesmas representam 33,76 % do total do VI.

Nota-se ainda que, para as espécies de densidade e dominância maior, o VI variou de acordo com os três índices fitossiológicos conjuntamente. Por exemplo, a *B. spiciformis* destacou-se das demais pela alta dominância e densidade, conseqüentemente representa a espécie sociologicamente mais importante com 8,0% de VI. As espécies *Pterocarpus angolensis* e a *Pericopsis angolensis* também se mostraram bem distribuídas e dispersas ao longo da área amostrada. Giliba et al. (2011) discutem que a distinção entre as formações de Miombo observa-se, principalmente, pela dominância na comunidade por determinado grupo de espécies que quando somados seus indivíduos não ultrapassam 50% do total das espécies existentes. Dewees et al. (2010) e Chidumayo (2013) afirmam que a *B. spiciformis* segue o padrão florístico típico para essas formações florestais e está associada à capacidade da mesma em competir com indivíduos de outras espécies em solos porosos e de baixa fertilidade. No entanto, a abundância de *P. angolensis* e *P. angolensis* na área é explicada pela forte prevalência de fogos no passado (ZOLHO, 2005; TOPP-JØRGENSEN, 2005; RYAN; WILLIMAS, 2011).

Dos resultados da Tabela 4, verifica-se ainda que a área basal média foi de 26,21 m².ha⁻¹. Isto indica que a área de estudo trata-se de uma formação de Miombo densa em transição para floresta aberta (BANDA et al., 2008; SHIRIMA, 2011).

Na Zâmbia, Kalaba et al. (2013) compararam duas áreas de 6,0 ha distintas, uma degradada pela frequência fogo e produção de energia e outra com intervenção silvicultural, constataram que primeira apresentou a área basal de 10,8 m².ha⁻¹ e a segunda oscilou entre 26,8 m².ha⁻¹ a 27,5 m².ha⁻¹. Comparando os resultados dessa pesquisa, nota-se, claramente, que a perturbação nessa área influenciou na dominância. Isso sugere que a condução do estoque da floresta baseado na área basal, no diâmetro máximo e no quociente (BDq) pode ser alternativa de manejo da floresta na área do estudo (DAVIS; JOHNSON, 1987; HUANG et al., 2003).

5.2 Índices ecológicos

5.2.1 Diversidade florística e equabilidade

Os índices ecológicos, considerados os oito tratamentos empregados no estudo, variam entre 3,03 a 3,64 para o índice de diversidade Shannon-Wiener (H') e entre 0,81 a 0,88 para a equabilidade de Pielou (J'), respectivamente (Tabela 5).

Tabela 5 - Índices de diversidade florística e equabilidade para todas as espécies amostradas referentes aos oito tratamentos na área de estudo, na Floresta de Miombo, no distrito de Mocuba, Moçambique.

DIVERSIDADE FLORÍSTICA	Tamanho de unidade amostral (ha)							
	0,1	0,25	0,375	0,5	0,625	0,75	0,875	1,0
Número de espécies	103	118	119	93	96	108	103	124
Shannon-Weaver (H')	3,03 ^{a*}	3,50 ^b	3,41 ^b	3,55 ^b	3,64 ^b	3,43 ^b	3,57 ^b	3,59 ^b
Pielou (J')	0,86	0,85	0,82	0,88	0,87	0,83	0,86	0,81
Indivíduos por hectare	525	519	542	518	583	432	512	517
Indivíduos amostrados	840	2075	3252	4140	5826	5178	6958	8266

* Letras iguais não diferem estatisticamente entre si a significância de 5% conforme o teste de Tukey.

O comportamento observado para o índice de diversidade de Shannon-Wiener (H') e Pielou revela que a área de estudo exibe alta diversidade de espécies e distribuição uniforme de número de indivíduos em relação ao número de espécies, fato que evidencia a estabilidade na estrutura da floresta (SANTOS et al., 2009). Este fato foi observado por Isango (2007) e Giliba et al. (2011) em estudos realizados na região do Miombo, onde os autores obtiveram, para a riqueza florística, número de 102 e 110 espécies, porém menor índice de diversidade Shannon-Wiener (H') 2,1 a 2,8, respectivamente. Na Tanzânia, Njana (2008) em duas áreas de Miombo em recuperação, após sofrerem distúrbios, obteve valores

para o índice Shannon-Wiener (H') superiores a presente pesquisa 3,8, e 3,76, respectivamente.

Esses resultados são interessantes tratando-se de mesma formação florestal, pois evidencia que o estágio sucessional influenciou fortemente neste índice. Isto indica que as florestas de Miombo possuem alta capacidade de resiliência após certa perturbação (CHIDUMAYO, 2004). No entanto, Appiah et al. (2013) referem que a elevada riqueza e diversidade de espécies numa floresta em estágio sucessional ocasionado por distúrbios sugere incerteza na permanência das mesmas espécies no futuro, se considerar que a maioria delas está presente somente nas classes de diâmetro inferiores, incluindo a regeneração.

Dos resultados, verificou-se ainda que houve diferenças significativas pelo teste F, para o índice de diversidade de Shannon-Wiener entre o tratamento e pelo teste Tukey observou-se que o tratamento 1 (0,1 ha) diferiu dos demais ($F=9,89$; $Pr<0,01$). Isto sugere que embora tenha sido observada a alta diversidade florística da área de estudo, porém o Tratamento 1 (0,1 ha) não conseguiu capturar a representatividade florística da área.

Importa salientar que o tratamento 6 (0,75 ha) não apresentou diferenças estatísticas significativas para o Índice de Shannon-Wiener em relação aos demais tratamentos. No entanto, constatou-se a diminuição da riqueza de espécies nas unidades amostrais desse tratamento. Este fato é explicado pela presença de afloramento rochoso, fato constatado a campo em algumas unidades desse tratamento dentro da área de estudo, o que limitou a ocorrência de espécies como *K. anthotheca*, *P. mossambicensis* e *E. caudatum*. Pereira (2006) refere também que o histórico de perturbação antrópica no passado ocasionou a alteração da composição florística e diversidade em partes distintas nas florestas no distrito de Mocuba.

Dos resultados, verifica-se ainda que o tratamento 2 (0,25 ha) apresentou maior equabilidade de $J'=0,85$. Isto indica que a área estudada, para além de possuir alta diversidade florística, apresenta-se homogênea na distribuição das espécies. Teoricamente, seria necessário o incremento de mais 15% de espécies para atingir a diversidade máxima da comunidade vegetal na área de estudo (BROWER et al., 1998).

5.2.2 Esforço amostral na componente florística

Nas curvas espécie/área, observa-se que número de espécies para os oito tratamentos variou entre 93 a 124, respectivamente (Figura 5).

Dos resultados, pode-se observar ainda que os tratamentos 4 (0,5 ha), 5 (0,625 ha) e 7 (0,875 ha), apresentam 93, 96 e 103 espécies, respectivamente. Esses tratamentos mostram comportamento semelhante em alguns pontos da curva, verificando-se a estabilização a partir de 4,0 ha, com a ocorrência de 86 espécies correspondente a 70% do total encontrada na área. Isto indica que a amostragem foi suficiente para capturar a representação da riqueza na área de estudo. Na Tanzania, Shirima et al. (2011), num conjunto de 82 unidades amostrais, observaram a estabilização da curva espécie/área a partir de 3,0 ha com a ocorrência de 114 espécies no final da amostragem e concluíram ser suficiente para caracterizar a riqueza na vegetação analisada.

Para o tratamento 8 (1,0 ha), verifica-se que 8 unidades amostrais correspondente a 50% da área amostrada, 96% das espécies encontradas. As unidades amostrais maiores teoricamente conseguem capturar maior riqueza de espécies, no entanto, exigem maior esforço amostral para além de apresentarem acréscimo lento na inclusão de novas espécies no final da amostragem (KALABA et al., 2013).

O surgimento progressivo de novas espécies nos tratamentos 1 (0,1 ha), 2 (0,25 ha) e 6 (0,75 ha) resultou em 103, 118 e 108 espécies, no final da amostragem. No entanto, esses tratamentos mostraram que, para o conjunto das 16 unidades amostrais, não conseguiram capturar a riqueza de espécies no final da amostragem e, conseqüentemente, as curvas espécie/área não estabilizaram.

Esse comportamento é decorrente da existência de diferenças marcantes do meio abiótico, como afloramento rochoso, declividade do terreno, características físicas e químicas do solo que condicionam a ocorrência de espécies em partes distintas dentro de uma mesma comunidade (CHIDUMAYO, 2004; ERIKSEN, 2007; FURLEY et al., 2008; CHIDUMAYO, 2013). Este fato comprova que a distribuição das espécies na floresta de Miombo não segue um padrão homogêneo, por conseguinte, não pode ser explicada pela variável, tamanho de unidade amostral.

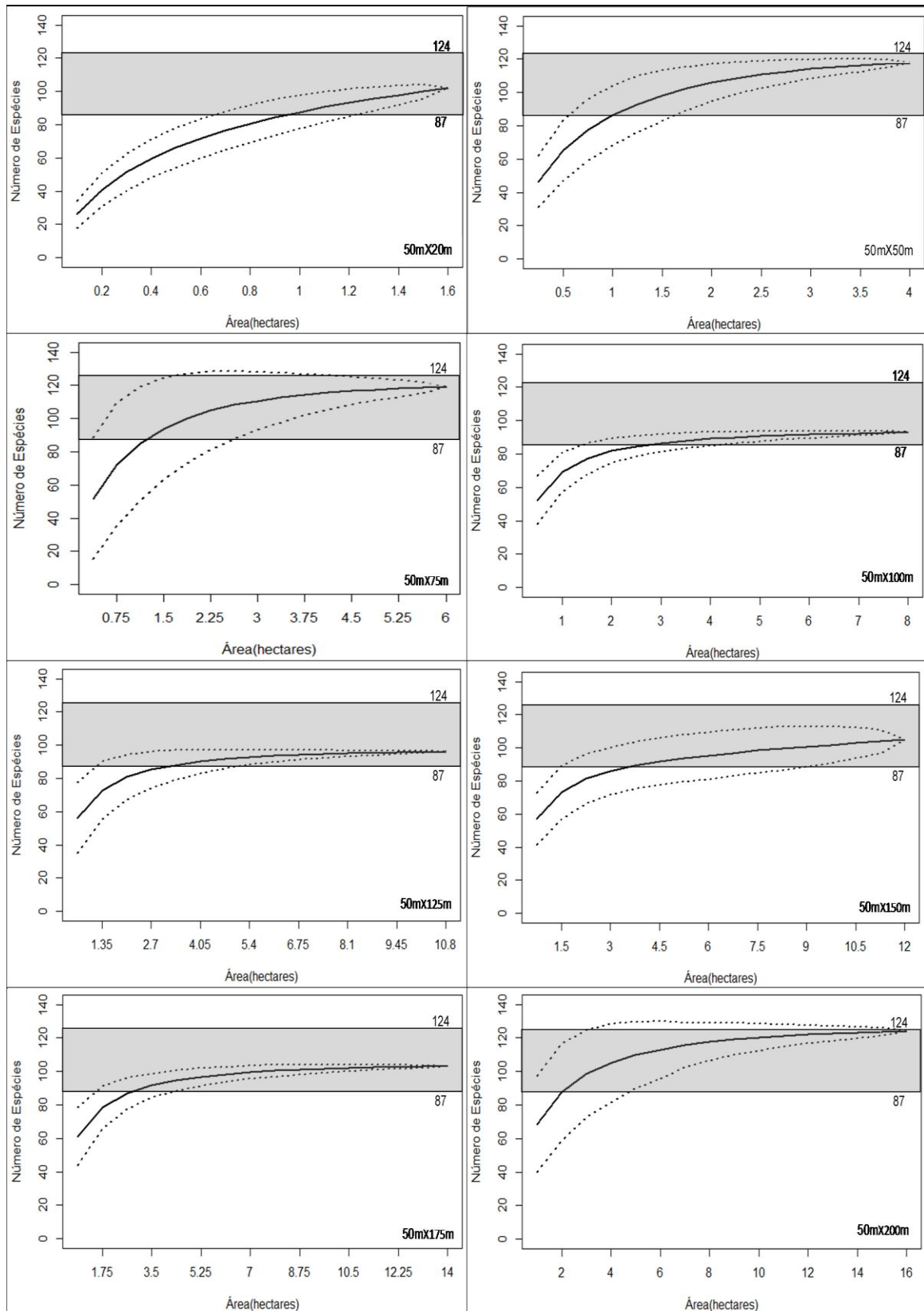


Figura 5 – Curva média de acumulação de espécies (linha contínua suavizada), intervalos de confiança de 95% (linhas tracejadas) em relação aos oito tratamentos avaliados, na área de estudo, para Floresta de Miombo, no distrito de Mocuba, província da Zambézia, Moçambique.

5.3 Estrutura diamétrica

5.3.1 Distribuição diamétrica para a população

A curva de distribuição diamétrica para o conjunto de indivíduos na área amostrada apresentou o padrão usual das florestas de natural, a curva do tipo exponencial negativa denominada J-invertido (Figura 6). Esta curva mostra que a frequência de indivíduos diminui com o aumento do diâmetro. Esse comportamento sugere a existência de um balanço entre o recrutamento e a mortalidade de indivíduos, garantindo o processo dinâmico da floresta (WESTPHAL et al., 2006).

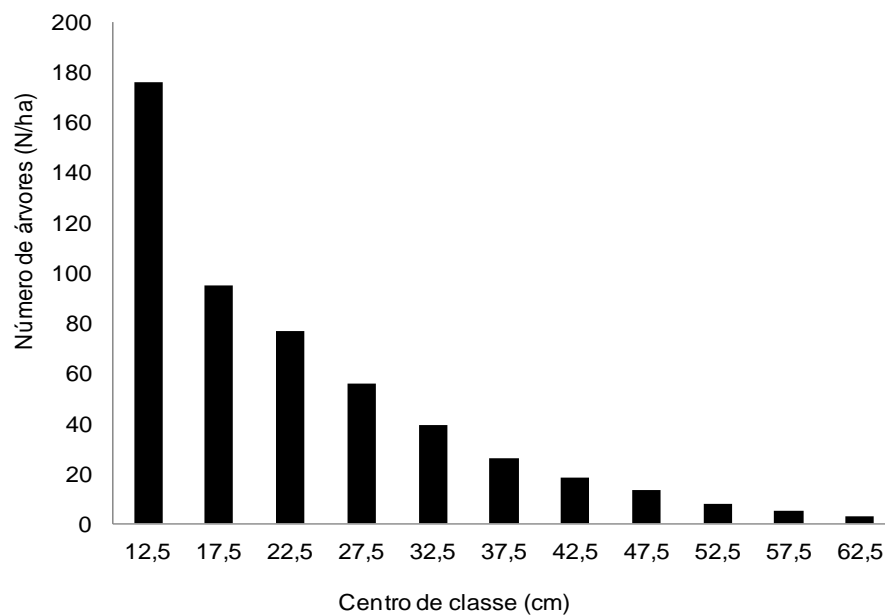


Figura 6 – Distribuição de frequência por classe de Dap para todos os indivíduos amostrados na área de estudo, na Floresta de Miombo no distrito de Mocuba, província da Zambézia, Moçambique.

Dos resultados, observa-se alta concentração de indivíduos nas primeiras classes de diâmetro (70% até o limite de 35 cm). Felfili et al. (2002) referem que padrão é indicativo de uma fitofisionomia autorregenerativa, em razão do maior número de indivíduos nas classes com menor Dap, com a gradativa diminuição do

número de indivíduos nas classes de maiores Dap. No entanto, Angers et al. (2005) mencionam que essa análise deve ser considerada por espécie e não para o conjunto de todos os indivíduos de uma população analisada.

5.3.1.1 Ajuste da função de distribuição Meyer por tratamento

Os resultados da distribuição de frequência por classe de Dap ajustada para os oito tratamentos pela função de Meyer apresentou valores de coeficiente de determinação corrigido variando de 0,962 para o tratamento 1 até o valor de 0,988 para o tratamento 7 (Tabela 6). Os valores altos de coeficientes de determinação ajustado indicam alta correlação entre a variável centro de classes de Dap e número de indivíduos por hectares. Observou-se comportamento similar para o erro padrão da estimativa em percentagem que também apresentou pouca diferença entre os tratamentos.

Tabela 6 – Equação e estatísticas de ajuste do número de indivíduos por hectare em função da classe de diâmetro para os oito tratamentos avaliados na área de estudo, no distrito de Mocuba, Moçambique.

Tratamento	Equação	Estatística	
		$R^2_{aj.}$	$S_{yx}\%$
T ₁ 0,100 ha	$N_i = e^{5,8651 - 0,0686*cc}$	0,962	6,84
T ₂ 0,250 ha	$N_i = e^{6,1965 - 0,0796*cc}$	0,942	10,17
T ₃ 0,375ha	$N_i = e^{6,1042 - 0,0770*cc}$	0,967	7,31
T ₄ 0,500 ha	$N_i = e^{6,0668 - 0,0771*cc}$	0,981	5,65
T ₅ 0,625 ha	$N_i = e^{6,0508 - 0,0769*cc}$	0,984	5,14
T ₆ 0,750 ha	$N_i = e^{6,1454 - 0,0800*cc}$	0,965	8,03
T ₇ 0,875 ha	$N_i = e^{5,9806 - 0,0748*cc}$	0,988	4,34
T ₈ 1,000 ha	$N_i = e^{6,2126 - 0,0803*cc}$	0,967	7,68

Em que: T_n = tratamento (tamanho de unidade amostral); N_i = número de árvores por hectare ajustado; e = constante dos logaritmos neperianos; cc = centro de classe de diâmetro.

A análise gráfica permitiu ter uma maior clareza dos parâmetros estimados ajustados para cada tratamento e julgar a tendenciosidade da função de Meyer em relação à distribuição de frequência por classe de Dap observados (Figura 7).

Nos gráficos, as barras de cor preta referem-se às frequências observadas do número de indivíduos por hectare em cada tratamento e o padrão das linhas pontilhadas em diagonal para baixo, tracejado, retratam a frequência ajustada pela função de Meyer.

Dos resultados, observa-se claramente que todos os tratamentos são compostos preponderantemente por indivíduos de classe de diâmetro menores e apresentam também o comportamento da curva “J” invertido. Verifica-se ainda que os valores estimados pela função de Meyer são muito próximos aos valores reais, porém, nota-se que tem tendência a superestimar o número de indivíduos nas classes de diâmetro maiores.

Embora a distribuição de frequência por classe de diâmetro dê boa precisão nas estatísticas de ajuste para a série de dados levantados de cada tratamento, verifica-se distribuição irregular no número de indivíduos, refletida nas classes de diâmetro inferiores principalmente na de 15 a 20 cm, onde é notória a variação abrupta de indivíduos entre os tratamentos. Este fato indica que a área de estudo já sofreu distúrbios relacionados a atividades antrópica no passado: fato reportado nos resultados de avaliação florística do presente estudo.

Lupala (2009) observou que, nesta região de África, a população humana vive dentro dos limites destas formações, e serve-se dela como parte de estratégias de subsistência, explorando indivíduos de classe de diâmetro inferior para energia, material de construção, incluindo os frutos como alternativa de alimentação durante tempos da seca prolongada.

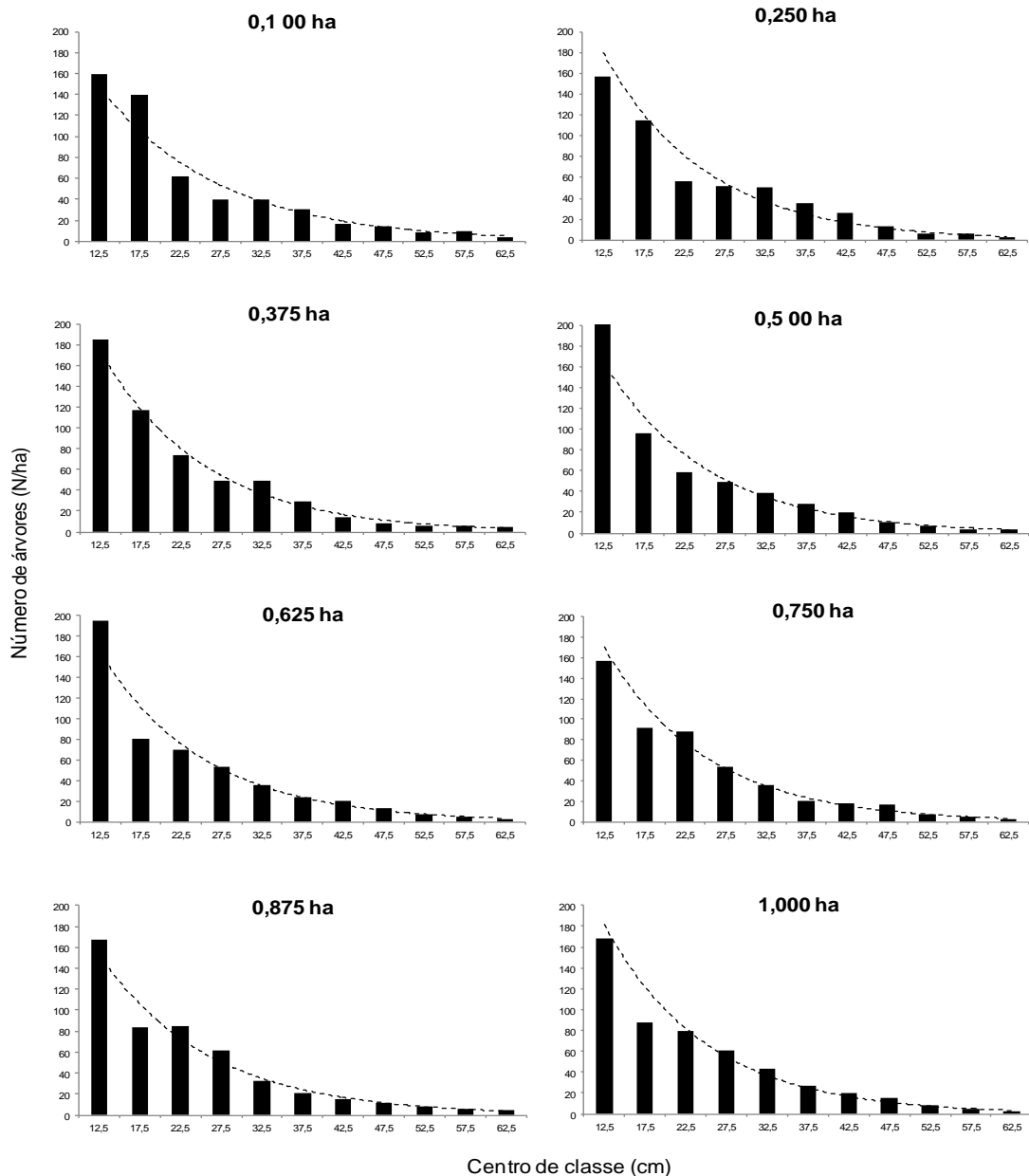


Figura 7 – Curvas de distribuições de frequência observadas e ajustadas para número de indivíduos por classe de Dap, em função dos oito tratamentos avaliados na área de estudo, no distrito de Mocuba, Zambézia, Moçambique.

Rubin et al. (2006) referem que a análise dos histogramas e o desempenho das funções de distribuições de classe de Dap, apesar de válida, são subjetivas, e não conferem a esse método total confiabilidade. Por conseguinte, o teste de aderência (χ^2) evidenciou setores da distribuição de frequência por classe de Dap estimada, foi imprecisa na predição do número de indivíduos por hectare (Figura 8).

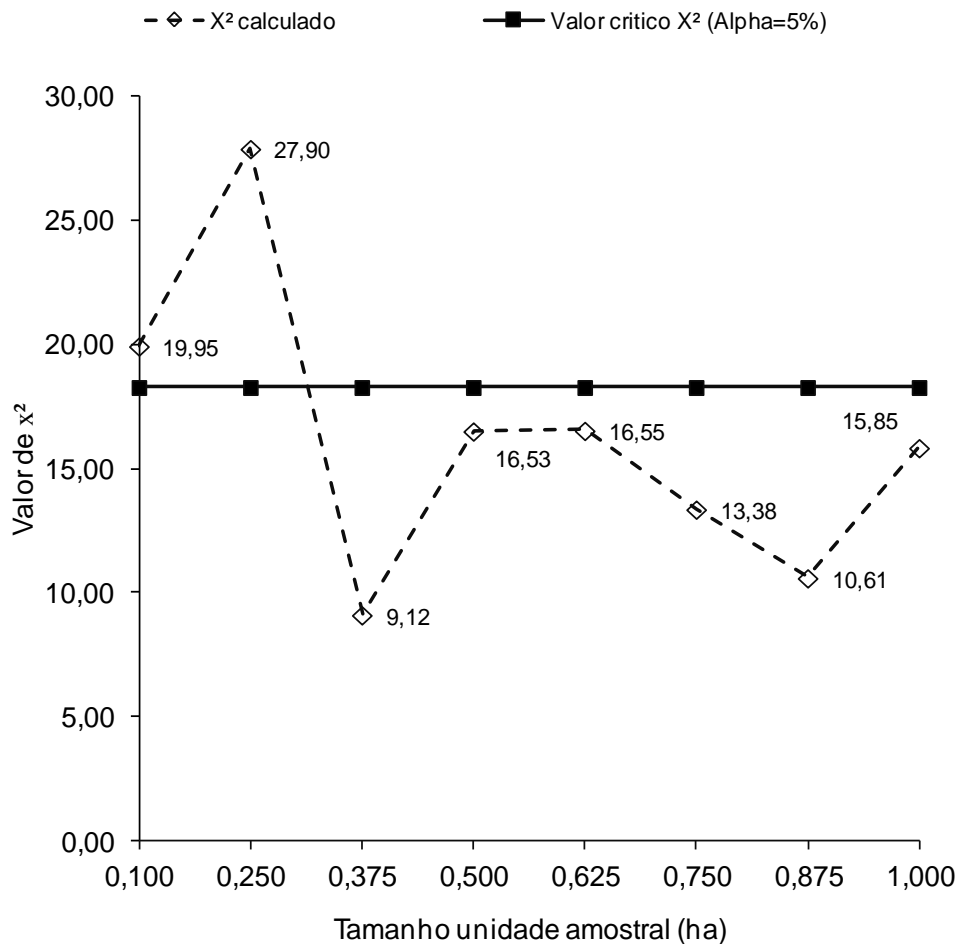


Figura 8 - Valores de χ^2 gerados no processo de validação da função de Meyer para distribuição das frequências observadas e esperadas para os oito tratamentos avaliados na área de estudo, no distrito de Mocuba, Moçambique.

Dos resultados, observa-se que todos os tratamentos apresentaram χ^2 médio abaixo do valor crítico, ao nível crítico de $\alpha=5\%$, com exceção dos tratamentos 1 (0,1 ha) e 2 (0,25 ha), as quais apresentaram o valor de χ^2 acima do tabelado. Isto indica a não rejeição da hipótese de nulidade para os tratamentos que apresentaram o valor médio de χ^2 abaixo do valor crítico, concluindo-se que as frequências esperadas e observadas são similares sob o ponto de vista estatístico e foram aderentes para $\alpha=5\%$.

5.3.1.2 Análise de covariância da distribuição de frequência por tratamento

A análise de covariância para verificar se existem ou não diferenças de inclinação e de níveis na distribuição de frequência por classe de Dap para os oito tratamentos avaliados mostrou valores de probabilidade não significativos para a interação da variável $Tam_i * cc$ ($Pr.=0,6137$). Isto indica que não existem diferenças entre inclinações na distribuição de frequências por classe de diâmetro nos tratamentos. O mesmo resultado de não significância foi também observado na variável Tam_i ($Pr.=0,8741$), mostrando que não existem diferenças entre níveis na distribuição de frequência por classe de Dap nos oito tratamentos (Tabela 7).

Tabela 7 – Análise de covariância ajustada pelo função de Meyer sob forma linearizada $\ln(n_i) = b_0 + b_1 * cc$ para comparação da distribuição de frequências por classe diamétrica em função dos oito tratamentos avaliados na área de estudo, Floresta de Miombo, distrito de Mocuba, Moçambique.

FV	GL	SQ	QM	F	Pr>F
Modelo	15	130,1472	8,6764	167,37	<,0001
Cc	1	129,7082	129,7082	2502,09	<,0001
$Tam_i * cc$	7	0,2796	0,0399	0,77	0,6137
Tam_i	7	0,1595	0,0228	0,44	0,8741
Erro	72	3,7325	0,0518		
Total	87	133,8797			

Em que: n_i = número de indivíduos por classe de diâmetro; cc = centro de classe de diâmetro; b_0 e b_1 = parâmetros equação; Tam_i = tamanho de unidade amostral; \ln = logaritmo natural; FV = fonte de variação; GL = grau de liberdade; SQ = soma de quadrado; QM = quadrado médio; F = valor de teste F; Pr = probabilidade.

Esses resultados evidenciam que os oito tratamentos avaliados não apresentam regressões distintas quanto a níveis e inclinações das curvas de distribuição de frequência por classe de Dap (Anexo B). Isto permite o emprego da mesma função para descrever a distribuição de frequências por classe de Dap para os oito tratamentos (NORD-LARSEN; CAO, 2006). Na Tanzânia, Mbwambo et al. (2008) obtiveram resultados similares ao ajustarem a função de Meyer utilizando 46 unidades amostrais de diferentes tamanhos, onde não obtiveram diferenças estatísticas de níveis e inclinações independentemente da variação do tamanho.

5.4 Estimativas dos parâmetros para a área basal

5.4.1 Estatística de amostragem para a estimativa da área basal por tratamento

Os resultados da estatística de amostragem para a estimativa da área basal da população em função dos oito tratamentos avaliados no inventário florestal na área de estudo são descritos na Tabela 8.

Tabela 8 – Estimativas de área basal por hectare, considerando o limite do erro de 10% da média com 95% de probabilidade de confiança para os oito tratamentos avaliados na área de estudo, no distrito de Mocuba, Moçambique.

Parâmetro	Tamanho da unidade amostral (ha)							
	0,100	0,250	0,375	0,500	0,625	0,750	0,875	1,000
\bar{g}	2,80	6,95	9,81	12,53	15,72	19,24	22,01	26,60
G/ha	28,00	27,80	26,17	25,06	25,14	25,66	25,15	26,60
$S_{\bar{x}}$	0,14	0,24	0,27	0,22	0,27	0,33	0,33	0,27
ER(%)	10,85	7,36	5,91	3,82	3,64	3,70	3,18	2,18
LI	2,50	6,48	9,22	12,02	15,13	18,49	21,30	26,02
LS	3,10	7,52	10,38	12,98	16,27	19,91	22,70	27,18
D (n)	18,70	9,74	6,53	2,04	1,85	1,91	1,43	0,71
D (ha)	1,87	2,44	2,45	1,02	1,16	1,43	1,25	0,71
CV (%)	20,52	13,81	11,10	7,17	6,82	6,94	5,97	4,09

Onde: \bar{g} = área basal média da amostra em m²/parcela; G/ha = área basal por hectare; $S_{\bar{x}}$ = erro padrão das estimativas; ER = erro de amostragem relativo em %; LI = limite inferior para o intervalo de confiança; LS = limite superior para o intervalo de confiança; D = dimensionamento da intensidade amostral em unidades de amostragem; D(ha) = dimensionamento da intensidade amostral em hectare; CV = coeficiente de variação em %.

Dos resultados, observa-se que o erro de amostragem percentual (%) variou de 10,85 para o tratamento 1 (0,1 ha) e 2,18% para o tratamento 8 (1,0 ha), evidenciando o decréscimo do erro de amostragem com o aumento do tamanho da unidade amostral. Este fato confirma a hipótese aceita de que a precisão aumenta em função do aumento do tamanho das unidades amostrais (GREGOIRE, 1998; KANGAS; MALTAMO, 2006).

Verifica-se ainda que, para todos os tratamentos comparados, apenas o menor (0,1 ha) produziu erros amostrais acima do limite admitido, isto é, 10,85%. Isso revela que unidades amostrais desse tamanho estão mais sujeitas às variações da distribuição da população, por conseguinte, acarretando erros de maior magnitude (TOKOLA; SHRESTRA, 1999).

Nota-se ainda que para os demais tratamentos comparados apresentaram tendência de diminuição dos erros amostrais, além de que se mostraram consistentes e precisos para estimativa da área basal média. Nos tratamentos 2 (0,25 ha) e 3 (0,375 ha) obtiveram dimensionamento de 10 e 7 unidades amostrais, respectivamente. Isto possibilita a percepção da variabilidade da população e mostra que área de 2,45 ha é suficiente para obter estimativas precisas de área basal da floresta analisada (CAVALCANTI et al., 2009).

Na Tanzânia, Osman e Idris (2012) usaram o método de amostragem de área fixa para comparar 60 unidades de tamanhos que variaram entre 0,04, 0,08 e 0,12 ha, e distribuídas de forma aleatória sobre floresta, com resultados de censo. Os autores obtiveram erro amostrais inferiores a 10% nas unidades de 0,12 ha, na estimativa da área basal e volume. Estes resultados assemelham-se aos obtidos na presente pesquisa.

O CV (%) mostrou um decréscimo variando entre 20,52 % no tratamento 1 a 4,09 % no tratamento 2 (Figura 9). Esse comportamento era esperado devido à dependência entre a variância da média de unidade amostral e o tamanho (BECKER; NICHOLS, 2011). Verifica-se ainda uma tendência de estabilização do CV(%) a partir do tratamento 4 (0,5 ha), embora, note-se um leve aumento do tratamento 5 (0,625 ha) para 6 (0,750 ha).

Esses resultados foram inferiores aos obtidos por Osman e Idris (2012), para grupos de espécies na Floresta de Miombo, na Tanzânia. Os autores obtiveram valores de 68,62%, 50,35% e 39,50%, respectivamente. Isto indica que a floresta estudada apresentou menor variabilidade entre unidades para a variável área basal, para além, de ter sido decorrente do tamanho das unidades e o esforço amostral do presente estudo, o nível de inclusão de indivíduos adotado pelos autores $Dap \geq 20$ cm e pelo fato de ter sido amostrado apenas um determinado grupo de espécies (VAUHKONEN, 2012).

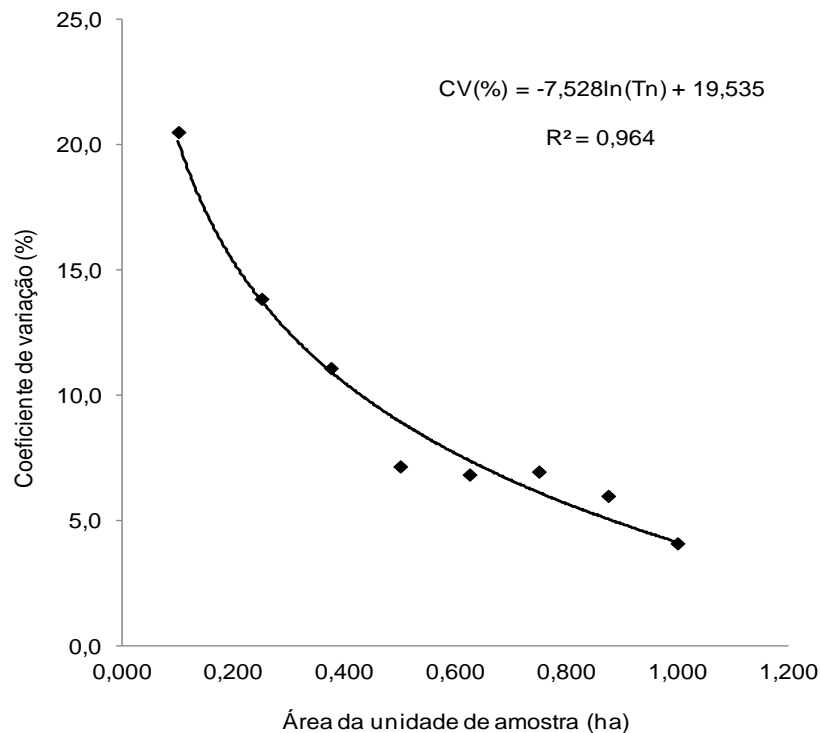


Figura 9 - Comportamento do coeficiente de variação (%) em função dos tratamentos para o inventário na Floresta de Miombo, no distrito de Mocuba, província da Zambézia, Moçambique.

Se considerar o CV(%) como critério de seleção alternativa de amostragem, pode-se assegurar que tratamento 4 (0,5 ha) como tamanho ótimo de unidade de amostral para a floresta estudada. Cavalcanti et al. (2009) utilizaram o CV(%) como critério de seleção de alternativas de amostragem em população espécies comerciais na floresta da Amazônia, no estado de Acre, em unidades amostrais variando de 0,25 ha a 2,0 ha, e observaram a estabilização do mesmo a partir de unidades de 0,75 ha e concluíram ser o tamanho ótimo da unidade para a população estudada.

Importante ressaltar que, no presente estudo, tratamentos de unidades amostrais superiores a 0,375 ha mostraram-se inviáveis, devido ao dimensionamento de unidades inferior a cinco unidades amostrais, que comumente considerado número mínimo de amostras para condução de experimento em área florestal (COCHRAN, 1965; HUSCH et al., 2003).

5.4.2 Variação da área basal para todas as espécies amostradas por tratamento.

A estatística descritiva para a área basal por hectare nos oito tratamentos comparados mostrou que existe variação na amplitude de área basal por hectare entre o quartil inferior e a mediana dentro dos tratamentos e esta tende a diminuir com o aumento do tamanho de unidade amostral (Tabela 9)

Tabela 9 - Estatística descritiva para a área basal média para os oito tratamentos avaliados na área de estudo, na Floresta de Miombo, no distrito de Mocuba, Moçambique.

Variável	Tamanho de unidade amostral (ha)							
	0,100	0,250	0,375	0,500	0,625	0,750	0,875	1,000
Número U.A	16	16	16	16	16	16	16	16
Média	27,89	27,80	26,16	25,06	25,14	25,66	25,15	26,60
Mínimo	20,24	20,26	22,53	22,01	22,4	22,76	23,03	25,08
Máximo	38,59	34,72	31,28	27,99	28,20	28,51	28,60	28,99
Mediana	27,47	27,94	25,75	25,38	25,30	25,16	24,87	26,28
Desvio padrão	5,72	3,87	2,90	1,79	1,71	1,78	1,50	1,09
Quartil inferior	25,58	24,87	23,67	23,60	24,05	24,53	24,34	25,91
Quartil superior	30,60	30,55	28,02	26,19	26,22	27,44	25,65	27,06

Esses resultados explicam a existência de maior variabilidade entre os tratamentos de menor área, influenciada pelas características específicas que os sítios representam (SCHREUDER, 2004).

Nota-se ainda que a distância interquartis é semelhante em torno da área basal média para os oito tratamentos, sendo que a dispersão, a simetria e os potenciais *outliers* foram melhor representados no gráfico *boxplot* (Figura 10).

Da Figura 10, verifica-se que os valores de área basal média apresentaram decréscimo na dispersão (altura das caixas) com aumento do tamanho de unidade amostral. Pelo teste F, observaram-se diferenças estatísticas para a área basal média entre os tratamentos ($F=2,49$; $Pr<0,02$). No entanto, pelo teste de Tukey observou-se que essa variação de área basal média não era significativamente diferente ao nível $\alpha=5\%$ de probabilidade entre os tratamentos.

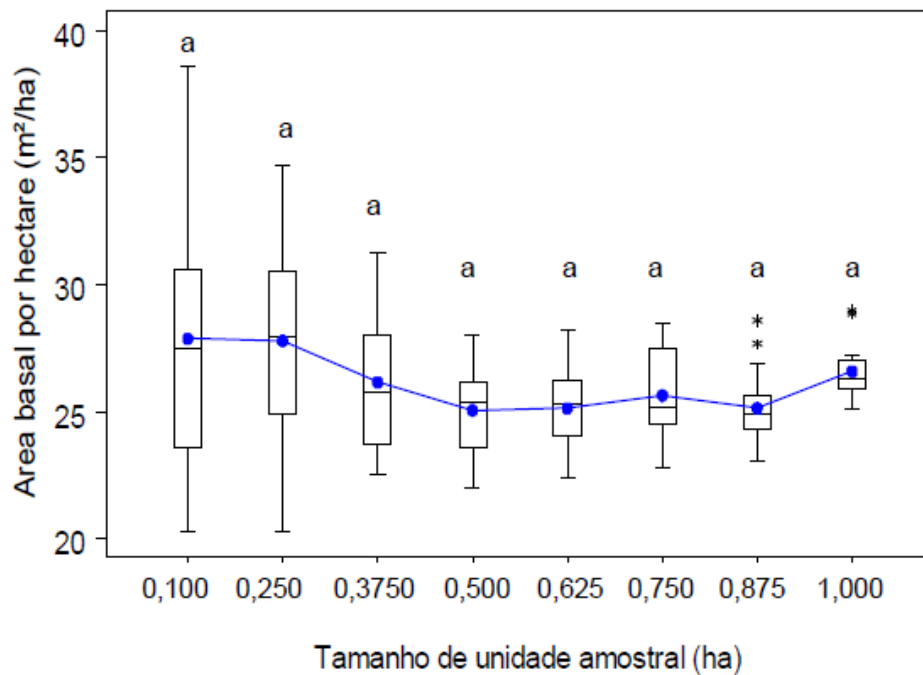


Figura 10 – Representação do gráfico *box-plot* para a área basal ($m^2 \cdot ha^{-1}$) de todas as espécies levantadas na área de estudo em função dos oito tratamentos, na Floresta de Miombo, no distrito de Mocuba, Moçambique.

Letras iguais não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 95% de significância.

Williams et al. (2002) referem que a variância de um estimador de inferência baseada no tamanho de unidade amostral é estatisticamente dependente da distribuição de valores de área basal. No entanto, esses resultados permitem inferir que os valores obtidos de área basal médio não afetaram variância, pois não se mostraram diferentes entre si.

Dos resultados, verifica-se ainda a ocorrência de valores extremos para área basal média nos tratamentos 7 (0,875 ha) e 8 (1,0 ha), que sugere dados discrepantes (potenciais *outliers*). No entanto, após uma análise criteriosa dos dados, constatou-se que os pontos indicados no *boxplot* como possíveis *outliers* não são advindos de erros de medição ou mesmo associados digitação errônea.

Resultados semelhantes foram obtidos por Da Sé (2012) ao comparar o efeito da correlação entre unidades amostrais sobre a precisão em amostragem sistemática em um fragmento de floresta estacional semidecidual, em Lavras, MG. A autora concluiu que o gráfico *boxplot* não se mostrou eficaz em investigar a

presença de *outliers*, pois os limites para população heterogênea como as florestas nativas podem ser consideradas dados discrepantes quando na verdade ocasionado pela variabilidade da população. Dependendo das características intrínsecas da floresta, como os hábitos de algumas espécies, a posição sociológica superior e a exposição da copa a luz, algumas unidades amostrais podem apresentar valores altos ou baixos de áreas basais devido às condições a que estão sujeitas (KORHONEN et al., 2006).

5.4.3 Estimativas de área basal para o grupo de espécies de interesse comerciais por tratamento.

Na área inventariada, foram registradas 7835 indivíduos de espécies comerciais (Tabela 10). Observa-se que as estimativas dos valores de área basal média para esse grupo de espécies variou de $0,592 \text{ m}^2.\text{ha}^{-1}$ a $0,742 \text{ m}^2.\text{ha}^{-1}$ entre os tratamentos, sendo que os valores altos foram registrados nos tratamentos 1 e 8.

Nota-se ainda que a distribuição das áreas basais médias para as espécies *M. stulhimannii*, *P. angolensis* e *D. melanoxylon* tem a tendência de diminuição com o aumento do tamanho de unidade amostral. Isto é explicado pela baixa frequência e densidade observadas em todos os tratamentos para indivíduos destas espécies. A variação na frequência e área basal dentro das unidades amostrais na área de estudo está relacionada com o comportamento de determinado grupo de espécies com distribuição agregada como a *K. anthotheca* e *D. melanoxylon*.

No entanto, Pereira (2006) refere que parte dessa variação pode ser atribuída ao fato de que houve em algumas áreas da Concessão Florestal, embora em escala reduzida, a extração de madeira antes de iniciar a licitação, o que alterou a ocorrência natural de determinados grupos de espécies.

Tabela 10 – Resultados da amostragem para a área basal por hectare e número total de indivíduos por espécie comercial, na área de estudo, no distrito de Mocuba, Moçambique.

Espécie	Variável	Tamanho de unidade amostral (ha)								Total
		0,100	0,250	0,375	0,500	0,625	0,750	0,875	1,00	
<i>Afzelia</i>	N	7	82	182	76	73	92	85	147	744
<i>quanzensis</i>	G	0,16	0,66	0,50	0,54	0,42	0,53	0,41	0,60	3,82
<i>Millettia</i>	N	23	33	62	51	56	75	103	155	558
<i>stulhimannii</i>	G	1,00	0,40	0,54	0,30	0,28	0,34	0,36	0,49	3,71
<i>Pterocarpus</i>	N	72	133	217	259	333	343	477	547	2381
<i>angolensis</i>	G	2,60	1,35	1,79	1,39	1,70	1,48	1,58	1,80	13,69
<i>Swartzia</i>	N	34	103	156	175	214	265	323	398	1668
<i>Madagascariensis</i>	G	1,11	1,09	1,21	1,07	0,95	1,21	1,17	1,26	9,07
<i>Dalbergia</i>	N	31	61	99	78	96	89	97	126	677
<i>melanoxylon</i>	G	0,87	0,86	0,61	0,49	0,48	0,37	0,32	0,37	4,37
<i>Pericopsis</i>	N	16	30	72	87	106	134	132	166	743
<i>angolensis</i>	G	0,45	0,39	0,61	0,52	0,52	0,59	0,45	0,51	4,04
<i>Khaya</i>	N	2	5	7	14	24	18	25	22	117
<i>anthotheca</i>	G	0,04	0,04	0,06	0,05	0,16	0,09	0,09	0,12	0,65
<i>Burkea africana</i>	N	11	30	30	90	14	70	45	33	323
	G	0,32	0,53	0,34	0,54	0,81	0,92	0,95	1,01	5,42
<i>Combretum</i>	N	3	27	57	63	113	88	135	138	624
<i>imberbe</i>	G	0,04	0,51	0,39	0,43	0,57	0,40	0,50	0,52	336
Total	N	199	504	882	887	1881	1351	1652	2077	7835
	G	6,60	5,83	6,05	5,34	5,90	5,94	5,84	6,66	48,16
\bar{g}		0,732	0,643	0,672	0,592	0,654	0,659	0,648	0,742	5,35
Erro (%)		14,98	5,66	7,31	10,72	6,16	8,57	7,30	4,85	29,34
CV (%)		28,12	10,62	13,73	20,12	11,57	16,08	13,61	9,11	31,63

Em que: N = número de espécies de valor comercial observa do por tratamento na área de estudo; \bar{g} = área basal por unidade amostral ($m^2/u.a$); G = basal por hectare ($m^2.ha^{-1}$).

Da tabela 10, verifica-se que, para o grupo das nove espécies de interesse comercial na região de Mocuba, o CV(%) decresceu de 28,12% a 9,11% com aumento do tamanho de unidade amostral. O erro de amostragem relativo também mostrou tendência semelhante, variando de 14,98% a 10,85% com o aumento do tamanho de unidade amostral.

A análise gráfica dos erros de amostragem relativos para todos os indivíduos e para grupo de espécies de interesse comercial em relação aos tratamentos

verificou-se que somente o tratamento 1 (0,1 ha) produziu erros amostrais superiores a 10% (Figura 11). Nota-se ainda que o aumento do tamanho de unidade amostral correspondeu a uma diminuição do erro de amostragem, porém, para o grupo de espécies comerciais, o erro amostral variou em relação aos tratamentos, pressupondo certa inconsistência.

Dos resultados da figura 11, observou-se que independentemente do grupo testado as unidades amostrais superiores a 0,1 ha produziram estimativas acuradas, sempre abaixo de 10%, com exceção do tratamento 4 (0,5 ha) que mostrou aumento do erro amostral para o grupo das espécies de valor comercial. Ubialli et al. (2009) compararam dados de amostragem e de censo em uma floresta decidual homogênea no norte do estado de Mato Grosso e observaram que, para estimativas de área basal, somente a partir de 0,25 ha, a precisão e acuracidade foi alcançada. Esses resultados são similares aos obtidos no presente estudo.

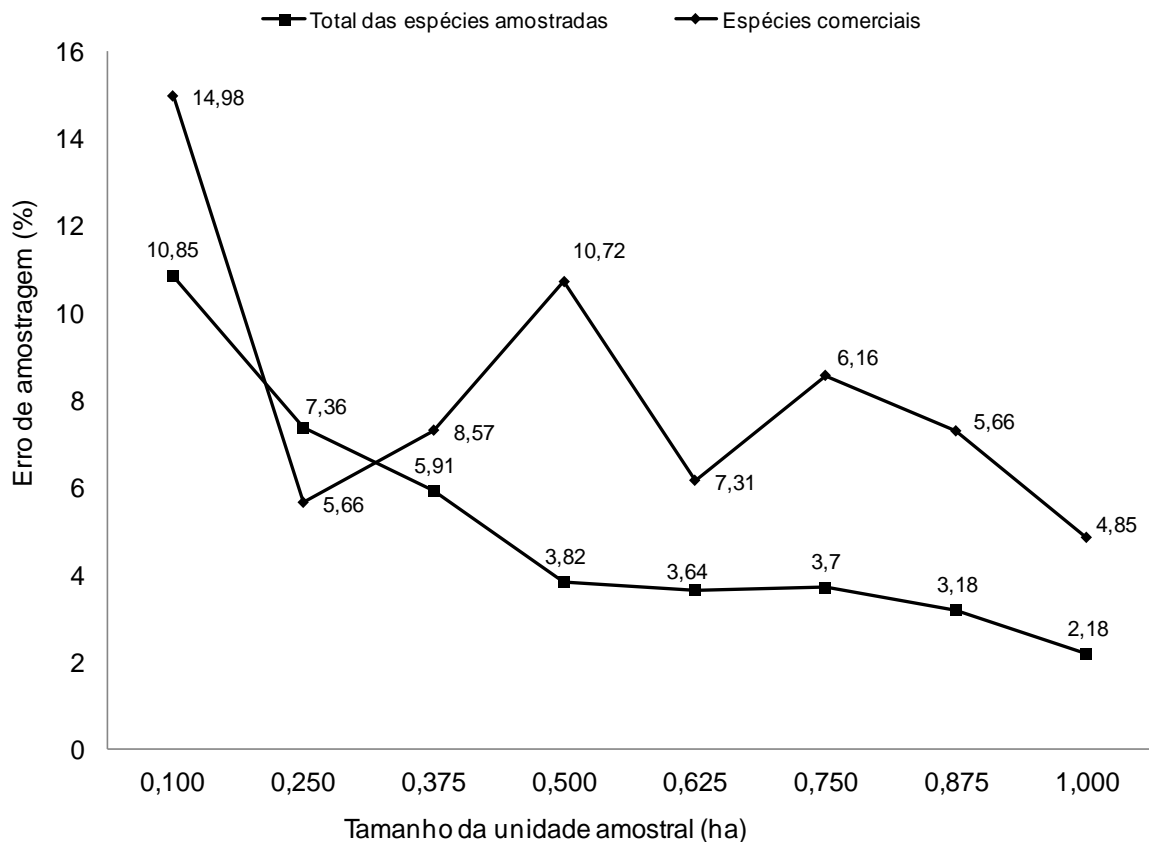


Figura 11 - Erros de amostragem relativos para a variável área basal da população e grupo de espécies de valor comercial por tratamento, para a Floresta de Miombo, no distrito de Mocuba, Moçambique.

Bonetes (2003) refere que em inventários de florestas nativas dificilmente irá desejar-se obter apenas a informação da área basal por hectare de toda a população e sim informações detalhadas por espécie para a realização de manejo florestal ou outros fins. A comparação dos resultados do erro de amostragem relativo de todos os indivíduos e para as nove espécies de valores comerciais separadamente, verificou-se que os erros de amostragem foram maiores para as espécies (Figura 12).

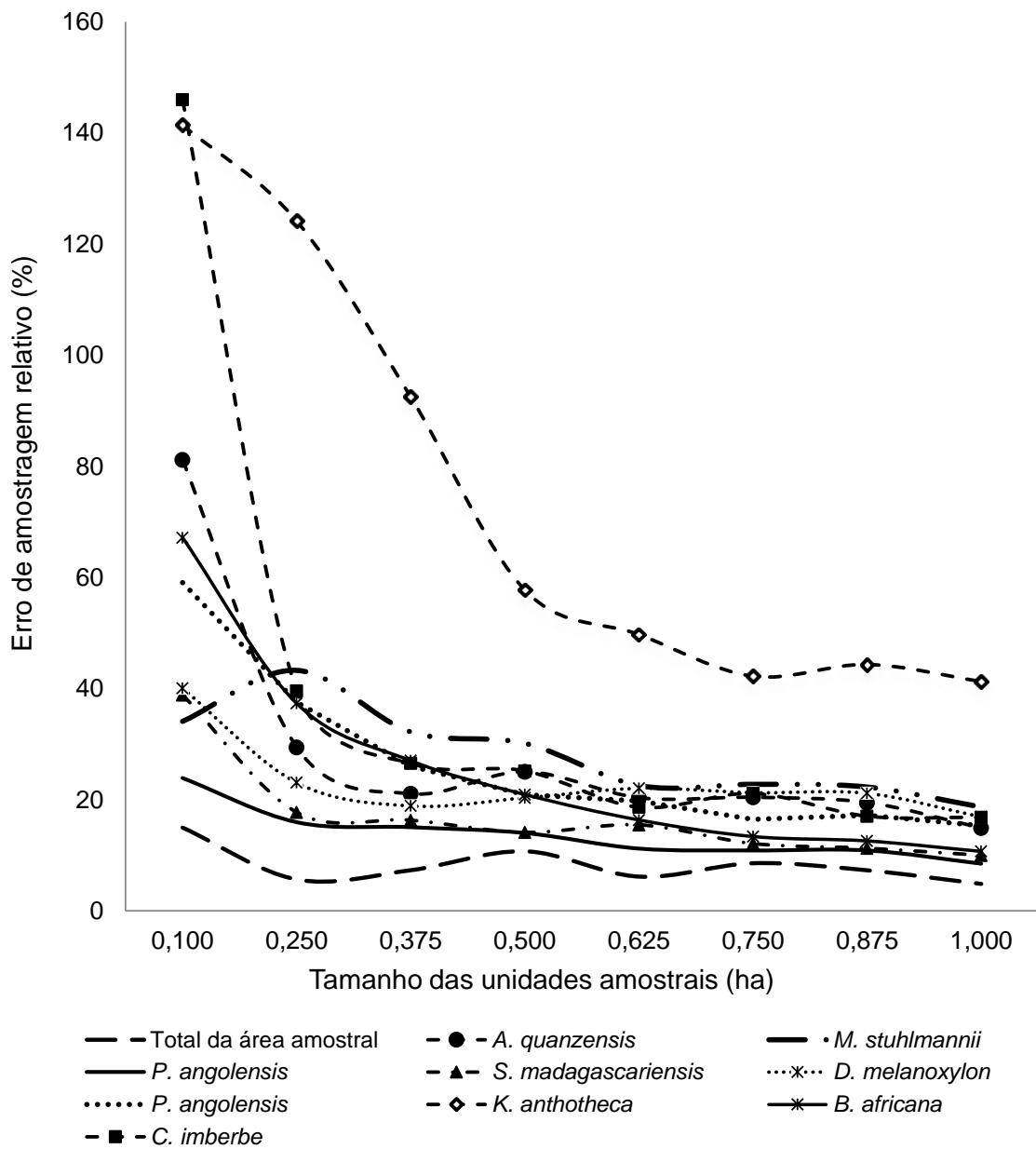


Figura 12 - Erros de amostragem relativos para a variável área basal da população e para as nove espécies de valor comercial por tratamento, na Floresta de Miombo, no distrito de Mocuba, Moçambique.

Dos resultados, observa-se que valores altos de erro de amostragem para todas as espécies individualmente deram-se no tratamento 1 (0,1 ha). Por outro lado, verifica-se que somente *P. angolensis* e *S. madagascariensis* obtiveram estimativas precisas, com erro de amostragem abaixo de 10%.

Importante ressaltar que, para espécie *K. anthotheca*, obteve-se valores altos de erros de amostragem, devido à baixa frequência de indivíduos na área de estudo. Isso comprova que a variação dos erros de amostragem nas estimativas de área basal, para grupos e para espécie em uma floresta nativa, é decorrente da raridade dos indivíduos (MALIONDO et al., 2005). Cavalcant et al. (2009) compararam os resultados obtidos por censo e por amostragem para diferentes tamanhos de unidades amostrais, considerando as variáveis área basal na floresta Amazônica no estado de Acre e concluíram que as estatísticas por amostragem são precisas para o total das espécies, mas não são confiáveis ao nível de espécie, notadamente quando estas apresentam uma baixa frequência na floresta. Esses resultados são semelhantes aos obtidos no presente trabalho

Assim, as estimativas da área basal em nível de espécie apresentaram-se inconsistentes e quase sempre muito elevadas para todos os tratamentos comparados. Motz et al. (2010) mencionam que, para corrigir a inconsistência na estimativa de área basal para um determinado grupo e em nível de espécie, deve-se inventariar a população recorrendo à estratificação ou a enumeração total dos indivíduos para estimar com precisão as variáveis de interesse.

6 CONCLUSÕES

De acordo com os objetivos desta dissertação, as principais contribuições e conclusões encontram-se resumidas a seguir:

- a) a família Fabaceae é a mais rica, e as espécies *Brachystegia spciformis*, *Pterocarpus angolensis* e *Pseudolachnostylis maprouneifolia* são as mais importantes fitossociologicamente;
- b) a área apresentou alta diversidade florística, porém, verificou-se diferenças estatísticas significativas entre o primeiro tratamento e para os demais avaliados;
- c) a curva espécie/área mostrou que, para atingir a suficiência amostral para a florística da área, somente 16 unidades amostrais de 0,25 ha são necessárias;
- d) a distribuição de frequência por classe de Dap mostrou o comportamento de uma floresta inequiânea e pela análise de covariância não apresentou regressões distintas, permitindo o emprego de única equação para os diferentes tratamentos;
- e) a distribuição de frequência por classe de Dap ajustada pela função de Meyer mostrou-se aderente para os tamanhos de unidades amostrais superiores a 0,25 ha;
- f) unidades amostrais superiores a 0,1 ha apresentaram erros superiores a 10%, devido à variabilidade entre as unidades amostrais;
- g) o erro amostral em percentagem e o coeficiente de variação estabilizaram-se a partir do tamanho da unidade amostral de 0,25 ha, embora apresentem pequenas flutuações, chegando a um mínimo para tamanhos de 1,0 ha;
- h) não ocorreram diferenças estatísticas significativas na estimativa da área basal entre os tratamentos analisados, exceto para tratamento 1 (0,1 ha);
- i) o método de amostragem de área fixa gerou estimativas com erros elevados quando se estimou parâmetros por espécie, principalmente para aquelas de baixa frequência por hectare.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABBOT, P. G.; LOWORE, J. D. Characteristics and management potential of some indigenous firewood species in Malawi. **Forest Ecology and Management**, v. 119, n. 3, p. 111-121, oct. 1999.

ABBOT, P.; LOWORE, J.; WERREN, M. Models for the estimation of single tree volume in four Miombo Woodland types. **Forest Ecology and Management**, v. 97, n. 1, p. 25–37, set. 1997.

ALI, A. C. et al. Anatomical characteristics, properties and use of traditionally used and lesser-known wood species from Mozambique: a literature review. **Wood Science and Technology**, v. 42, p. 453–472, 2008.

AMÓS, L. et al. **Inventário dos recursos de solo nas localidades de Mocuba e Mugeba**. Instituto Nacional de Investigação Agronómica. Moçambique, Maputo, 1997. 111 p.

ANDREW, W. D. **Management and utilization of Miombo biodiversity. Impact of refugees influx in Kasulu, Tanzania**. 2003. 42 f. Master thesis (Master in Forest Management and Biodiversity) - University of Agricultural Sciences Uppsala, Uppsala, Swedish, 2003.

ANGERS, V. A. et al. Comparing composition and structure in old-growth and harvested (selection and diameter-limit cuts) northern hardwood stands in Quebec. **Forest Ecology and Management**, v. 217, n. 2-3, p. 275–293, out. 2005.

APG III. The Angiosperm Phylogeny Group III. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of higher plants: APG III. **Botanical Journal of the Linnean Society**, London, v. 161, n. 2, p.105-121, 2009.

APPIAH, M. Tree population inventory, diversity and degradation analysis of a tropical dry deciduous forest in Afram Plains, Ghana. **Forest Ecology and Management**, v. 295, p. 145–154, maio. 2013.

AVERY, T. E.; BURKHART, H. E. **Forest measurements**. 5th. Ed. Boston: McGraw-Hill, 2002. 456 p.

BACKÉUS, I. et al. Tree communities and structural dynamics in Miombo (Brachystegia–Julbernardia) Woodland, Tanzania. **Forest Ecology and Management**, v. 230, n. 1-3, p. 171–178, jul. 2006.

BAKKER, A.; GRAVEMEIJER, K. Learning to reason about distribution. In BEN-ZVI, D.; GARFIELD, J. **The challenge of developing statistical literacy, reasoning and thinking**. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, Netherlands, p. 147-168, 2004.

BANDA, T. et al. The woodland vegetation of the Katavi-Rukwa ecosystem in western Tanzania. **Forest Ecology and Management**, v. 255, n. 8-9, p. 3382–3395, maio. 2008.

BANDA, T.; SCHWARTZ, M. W.; CARO, T. Woody vegetation structure and composition along a protection gradient in a Miombo ecosystem of western Tanzania. **Forest Ecology and Management**, v. 230, n. 1-3, p. 179–185, jul. 2006.

BARNETT, V.; LEWIS, T. **Outliers in statistical data**. John Wiley, Chichester, 1995. 584 p.

BECKER, P.; NICHOLS, T. Effects of basal area factor and plot size on precision and accuracy of forest inventory estimates. **Northern Journal of Applied Forestry**, v. 28, n. 3, p. 152–156, 2011.

BONETES, L. **Tamanho de parcelas e intensidade amostral para estimar o estoque e índices fitossociológicos em uma Floresta Ombrófila Mista**. 2004. 111 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2004.

BOURLIÈRE, F.; HADLEY, M. **Tropical savannas. Ecosystems of the world, 13**. Elsevier Science and Technology, Amsterdam, 1983. 730 p.

BROUWER, R.; FALCÃO, M. P. Wood fuel consumption in Maputo, Mozambique. **Biomass and Bioenergy**, v. 27, n. 3, p. 233–245, set. 2004.

BROWER, J. E.; ZAR, J. H.; VAN ENDE, C. N. **Field and laboratory methods for general ecology**. 4th. Ed. New York: WCB and McGraw, 1998. 273 p.

BRUMMITT, R. K.; POWELL C. E. **Authors of plant names. A list of authors of scientific names of plants, with recommended standard forms of their names, including abbreviations.** Royal Botanic Gardens, Kew, 1992. 732 p.

BURNETT, M. R. et al. The influence of geomorphological heterogeneity on biodiversity. I. A patch-scale perspective. **Conservation Biology**, v. 12, n. 2, p. 363-370. 1998.

CAMPBELL, B. M. et al. **Miombo Woodlands: Opportunities and barriers to sustainable forest management.** CIFOR, Bangor, 2008. 41 p.

CAMPBELL, B. M. **The Miombo in transition: Woodlands and welfare in Africa.** Center for International Forestry Research - CIFOR, Bogor, Indonesia, 1996. 266 p.

CARO, T. M. et al. Recruitment of *Pterocarpus angolensis* in the wild. **Forest Ecology and Management**, v. 219, n. 2-3, p. 169–175, nov. 2005.

CAULDWELL, A. E.; ZIEGER, U. A reassessment of the fire-tolerance of some Miombo woody species in the Central Province, Zambia. **African Journal of Ecology**, v. 38, p. 138–146. 2000.

CAVALCANTI, F. J. B.; MACHADO, S. A.; HOSOKAWA, R. T. Tamanho de unidade de amostra e intensidade amostral para espécies comerciais da amazônia. **Floresta**, v. 39, n. 1, p. 207–214, 2009.

CIENTEC. Consultoria e Desenvolvimento de Sistemas. **Software Mata Nativa 2: Sistema para Análise Fitossociológica, Elaboração de Inventários e Planos de Manejo de Florestas Nativas.** Viçosa - MG: Cientec, 2006.

CHAPIN, F. S. et al. Consequences of changing biodiversity. **Nature**, v. 405, p. 234–242. 2000.

CHIDUMAYO, E. N. Development of *Brachystegia-Julbernardia* Woodland after clear-felling in central Zambia: Evidence for high resilience. **Applied Vegetation Science**, v. 7, n. 2, p. 237, 2004.

CHIDUMAYO, E. N. Forest degradation and recovery in a Miombo Woodland landscape in Zambia: 22 years of observations on permanent sample plots. **Forest Ecology and Management**, v. 291, p. 154–161, mar. 2013.

CHIDUMAYO, E. N. **Miombo ecology and management: An introduction**. Intermediate Technology Publications Ltd (ITP) and in association with the Stockholm Environment Institute, 1997. 166 p.

CHIDUMAYO, E. N. Woody biomass structure and utilisation for charcoal production in a Zambian Miombo Woodland. **Bioresource Technology**, v. 37, p. 43–52, 1991.

COCHRAN, W. G. **Sampling techniques**. 2nd. Ed. New York: John Wiley, 1965. 555 p.

CONOVER, W. J. **Practical nonparametric statistics**. New York: John Wiley, 1980. 592 p.

DA SÉ, D. C. **Efeito da correlação entre parcelas sobre a precisão em amostragem sistemática**. 2012. 63 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal). Universidade Federal de Lavras, MG, 2012.

DALLMIER, F. **Long term monitoring of biological diversity in tropical forest area. Methods for establishment and inventory of permanent plots**. Unesco, Paris, 1992. 73 p.

DAVIS, L. S.; JOHNSON, K. N. **Forest management**. 3rd. ed. New York: McGraw-Hill, 1987. 790 p.

DE KONING, J. **Checklist of vernacular plant names in Mozambique**. Wageningen Agricultural University, Wageningen, 1993. 260 p.

DE RIDDER, M. et al. Tree-ring analysis of an African long-lived pioneer species as a tool for sustainable forest management. **Forest Ecology and Management**, v. 304, p. 417–426, set. 2013.

DESANKER, P. V. Development of a Miombo Woodland dynamics model in Zambebian Africa using Malawi as a case study. **Climate change**, v. 34, p. 279–288, 1996.

DEWEES, P. A. et al. Managing the Miombo Woodlands of Southern Africa: Policies, Incentives and Options for the Rural Poor. **Journal of Natural Resources Policy Research**, v. 2, n.1, p. 57-73. 2010.

DIRNINGER, P. **Natural regeneration and management implications of the Miombo forests in Tanzania. Indicators and tools for restoration and sustainable management of forests in east Africa.** 2004. 31 p. (Working Paper, n. 25).

EDMONDS, A. C. R. **Forest management book for Lusaka and Feira districts.** Forest Department. Ndola, 1964. 83 p.

EFRON, B. **The jackknife, the bootstrap and other resampling plans.** Society for Industrial and applied mathematics. Philadelphia, 1982. 92 p.

EFRON, B.; TIBSHIRANI, R. Bootstrap methods for standard errors, confidence intervals, and other measures of statistical accuracy. **Statistical Science**, v.1, n. 1, p. 54-75, feb. 1986.

ERIKSEN, C. Why do they burn the 'bush'? Fire, rural livelihoods, and conservation in Zambia. **Geographical Journal**, v. 173, p. 242–256. 2007.

ERNST, W. H. O. Seed and seedling ecology of *Brachystegia spiciformis*, a predominant tree component in Miombo Woodlands in South Central Africa. **Forest Ecology and Management**, v. 25, n. 3-4, p. 195–210, nov. 1988.

FALCÃO, M.; SUMAILA, R.; GRUNDY, I. The Impact of policy on resource use in Mozambique : A case study of Savane. **Silva Lusitana**, v. 15, n. 1, p. 89–102, 2007.

FELFILI, J. M. et al. Composição florística e fitossociologia do cerrado sentido restrito no município de Água Boa, MT. **Acta Botânica Brasilica**, v. 16, n. 1, p. 103-112. 2002.

FREUND, R. J.; LITTELL, R. C. **SAS for linear models: A guide to the ANOVA and GLM Procedures.** SAS Institute INC., Cary, NC, 1981. 226 p.

FROST, P. **The ecology of Miombo Woodlands.** In: Campbell, B. (Ed.), *The Miombo in Transition: Woodlands and Welfare in Africa.* CIFOR, Bogor, p. 11– 57. 1996.

FURLEY, P. A. et al. Savanna burning and the assessment of long-term fire experiments with particular reference to Zimbabwe. **Progress In Physical Geography**, v.32, p.611–634. 2008.

GELDENHUYS, C. J. **Basic guidelines for silvicultural and management practices in Mozambique**. Report FW-04/05, Forestwood, Pretoria, 2005. 78 p.

GERHARDT, K.; HYTTEBORN, H. Natural dynamics and regeneration methods in tropical dry forests – an introduction. **Journal of Vegetation Science**, v. 3, n. 3, p. 361-364. 1992.

GILIBA, R. et al. Species composition, richness and diversity in Miombo Woodland of Bereku Forest Reserve, Tanzania. **Journal of Biodiversity**, v. 2, n. 1, p. 1-7, 2011.

GOVERNO DE MOÇAMBIQUE. **Regulamento de lei de floresta e fauna bravia**. Decreto de lei 12/2002 de 06 de junho. 2002. 77 p.

GREGOIRE, T. Design-based and model-based inference in survey sampling: appreciating the difference. **Canadian Journal of Forest Research**, v. 28: p. 1429-1447. 1998.

GRUNDY, I. M. Wood biomass estimation in dry Miombo Woodland in Zimbabwe. **Forest Ecology and Management**, v. 72, n. 2-3, p. 109–117, abr. 1995.

GUY, P. R. The influence of elephants and fire on a *Brachystegia*–*Julbernardia* Woodland in Zimbabwe. **Journal of Tropical Ecology**, v. 5, p. 215–226. 1989.

HIGGINS, S. I. et al. Effects of four decades of fire manipulation on woody vegetation structure in savanna. **Ecology**, v. 88, p. 1119–1125. 2007.

HIGGINS, S. I.; BOND, W. J.; TROLLOPE W. S. W. Fire, resprouting and variability: a recipe for grass–tree coexistence in Savanna. **Journal of Ecology**, v. 88, p. 213–229. 2000.

HÖGBERG P.; NYLUND, J. E. Ectomycorrhizae in coastal Miombo Woodland of Tanzania. **Plant and Soil**, v. 63, p. 283-289. 1981.

HOLMGREN, J. et al. Estimating stem volume and basal area in forest compartments by combining satellite image data with field data. **Scandinavian Journal Forest Research**, v. 15, p. 103-111. 2000.

HUANG, W. et al. Species diversity, forest structure and species composition in Tanzanian tropical forests. **Forest Ecology and Management**, v. 173, n. 1-3, p. 11–24, fev. 2003.

HUSCH, B.; BEERS, T. W.; KERSHAW JR, J. A. **Forest mensuration**. 4th. Ed. New York: John Wiley and Sons, 2003. 443 p.

ISANGO, J. **Stand structure and tree species composition of Tanzania Miombo Woodlands: A case study from Miombo Woodlands of community based forest management in Iringa District**. 2007. p. 43–56 (Working Papers of the Finnish Forest Research Institute, n. 50).

IZIDINE, S.; BANDEIRA, S. O. Mozambique. In J. S. **Golding, Southern African plant Red Data Lists**. p. 43–60. 2002. (Southern African Botanical Diversity Network Report, n. 14).

JANSEN, L. J. M.; BAGNOLI, M.; FOCACCI, M. Analysis of land-cover/use change dynamics in Manica Province in Mozambique in a period of transition (1990–2004). **Forest Ecology and Management**, v. 254, n. 2, p. 308–326, jan. 2008.

KALABA, F. K. et al. Floristic composition, species diversity and carbon storage in charcoal and agriculture fallows and management implications in Miombo woodlands of Zambia. **Forest Ecology and Management**, v. 304, p. 99–109, set. 2013.

KANGAS, A.; MALTAMO, M. **Forest inventory: Methodology and applications. Managing forest ecosystems**. Springer. Dordrecht, Netherlands, 2006. 368 p.

KENNEDY, A. D.; POTGIETER, F. A. L. Fire season affects size and architecture of *Colophospermum mopane* in southern African savannas. **Plant Ecology**, 167:179–192. 2003.

KIKULA, I. S. The influence of fire on composition of Miombo Woodland of SW Tanzania. **Oikos** 46: 317-324. 1986.

KLEINN, C.; VILČKO, F. A new empirical approach for estimation in k-tree sampling. **Forest Ecology and Management**, v. 237, n. 1-3, p. 522–533, dez. 2006.

KORHONEN, L. et al. Estimation of forest canopy cover: a comparison of field measurement techniques. **Silva Fennica**, v. 40, n. 4, p. 577–588. 2006.

LAWTON, R. M. A. Study of the dynamic ecology of Zambian vegetation. **Journal of Ecology**, v. 66, p. 175-198. 1978.

LOETSCH, F.; ZOHRER, F.; HALLER, K. E. **Forest Inventory**. volume II. BLV Verlagsgesellschaft Munchen, Bern, Wien, 1973. 469 p.

LUOGA, E.; WITKOWSKI, E. T.; BALKWILL, K. Economics of charcoal production in Miombo Woodlands of eastern Tanzania: some hidden costs associated with commercialization of the resources. **Ecological Economics**, v. 35, n. 2, p. 243–257, nov. 2000.

LUOGA, E.J., WITKOWSKI, E.T.F. AND BALKWILL, K. Regeneration by coppicing (resprouting) of Miombo (African savanna) trees in relation to land use. **Forest Ecology and Management**, v. 189, p. 23-35, 2004.

LUPALA, Z. J. **The impact of participatory forest management on Miombo woodland tree species diversity and local livelihoods. Case study of Bereku Miombo Woodland, Babati District, Tanzania**. 2009. 72 f. Master thesis (Faculty of Forest Management and Biodiversity) - University of Agricultural Sciences, Uppsala, Swedish, 2009.

MACKENZIE, C. **Forest governance in Zambezia, Mozambique: Chinese takeaway! Final report for FONGZA**. Fórum das organizações não governamentais da Zambézia, Maputo. 2006. 96 p. Disponível em:<URL:http://www.illegal-logging.info/uploads/Mozambique_China.pdf.>

MAGURRAN, A. E. **Ecological diversity and its measurement**. Dordrecht Springer. Netherlands, 1988. 179 p.

MALAISSÉ, F. P. The Miombo ecosystem. UNESCO. **Natural Resource Resaerch**, V. 14, p. 589–606. 1978.

MALIMBWI, R. E.; MUGASHA A. G. **Inventory report of Kitulangalo forest reserve, Morogoro, Tanzania**. Forest and Beekeeping Division, Dar es Salaam, 2001. 43 p.

MALIMBWI, R. E.; SOLBERG, B.; LUOGA, E. J. Estimation of biomass and volume in Miombo Woodland at Kitulangalo Forest Reserve, Tanzania. **Journal of Tropical Forest Science**, v.7, n. 2, p. 230–242. 1994.

MALIMBWI, R. E.; ZAHABU, E.; MONELA, G. C. Charcoal potential of Miombo Woodlands at Kitulangalo, Tanzania. **Journal of Tropical Forest Science**, v. 17, n. 2, p. 197–210, 2005.

MALIONDO, S. M. S. et al. Tree species composition and potential timber production of a communal Miombo Woodland in Handeni district, Tanzania. **Journal of Tropical Forest Science**, v. 17, p. 104–120. 2005.

MALMER, A. **General ecological features of Miombo Woodlands and considerations for utilization and management**. p. 34–42. 2007. (Working Papers of the Finnish Forest Research Institute, v. 50).

MARZOLI A. **Inventário florestal nacional. Avaliação florestal integrada de Moçambique**. Ministério da Agricultura. Maputo, Mozambique, 2007. 82 p.

MAQUIA, I. et al. Genetic diversity of *Brachystegia boehmii* Taub. and *Burkea africana* Hook. f. across a fire gradient in Niassa National Reserve, northern Mozambique. **Biochemical Systematics and Ecology**, v. 48, p. 238–247, jun. 2013.

MATTEUCCI, S. D.; COLMA, A. **Metodologia para el estudio de la vegetación**. Washington: The General Secretarial of the Organization of American States, 1982. 167 p.

MBWAMBO L.; VALKONEN, S.; KUUTTI, V. **Structure and dynamics of Miombo Woodland stands at Kitulangalo Forest Reserve, Tanzania**. p. 10–19. 2008. (Working Papers of the Finnish Forest Research Institute, v. 98).

MCGREGOR, J. Woodland pattern and structure in a peasant farming area of Zimbabwe: ecological determinants and present and past use. **Forest Ecology and Management**, v. 63, n. 2-3, p. 97–133, fev. 1994.

MEYER, H. A. Structure, growth, and drain in balanced uneven-aged forests. **Journal of Forestry**, Bethesda, v.50, p. 85-92, 1952.

MILLINGTON, A. C. et al. **Estimating woody biomass in Sub-Saharan Africa**. The World Bank, Washington D C, 1994. 192 p.

MINISTÉRIO DA ADMINISTRAÇÃO ESTATAL. **Perfil do distrito de Mocuba, província da Zambézia**. Maputo, Moçambique, 2005. 55 p.

MISTRY, J. **World savannas: Ecology and human use**. Prentice Hall. New York, USA, 2000. 344 p.

MOTZ, K.; STERBA, H.; POMMERENING, A. Sampling measures of tree diversity. **Forest Ecology and Management**, v. 260, n. 11, p. 1985–1996, nov. 2010.

MUELLER DOMBOIS, D.; ELLENBERG, H. **Aims and methods of vegetation and ecology**. John Wiley and Sons. New York, 1974. 547 p.

MUNISHI, P. K. T. at al. Tree species composition and local use in agricultural landscapes of west Usambaras, Tanzania. **African Journal of Ecology**, v. 46, p. 66–73. 2008.

MUNISHI, P. K. T.; TEMU, R. P. C.; SOKA, G. Plant communities and tree species associations in a Miombo ecosystem in the Lake Rukwa basin, Southern Tanzania : Implications for conservation. **Journal of Ecology and the Natural Environment**, v. 3, p. 63–71, Feb. 2011.

MISANA, S.; JAMBIYA, G. C.; MCHOME, B. Charcoal potential of Miombo woodlands at Kitulangalo, Tanzania. **Journal of Tropical Forest Science**, v. 17, p. 197-210. 2005.

MWAVU, E. N.; WITKOWSKI, E. T. F. Population structure and regeneration of multiple-use tree species in a semi-deciduous african tropical rainforest: Implications for primate conservation. **Forest Ecology and Management**, v. 258, n. 5, p. 840–849, ago. 2009.

NHANTUMBO, I.; DENT, J. .; KOWERO, G. Goal programming: Application in the management of the Miombo Woodland in Mozambique. **European Journal of Operational Research**, v. 133, n. 2, p. 310–322, jan. 2001.

NJANA, M. A. **Arborescent species diversity and stocking in Miombo Woodland of Urumwa Forest Reserve and their contribution to livelihoods**,

Tabora, Tanzania. 2008. 74 f. Master's Thesis (Faculty of Forestry and Nature conservation) - Sokoine University of Agriculture, Morogoro, 2008.

NORD-LARSEN, T.; CAO, Q. V. A diameter distribution model for even-aged beech in Denmark. **Forest Ecology and Management**, v. 231, n. 1-3, p. 218–225, ago. 2006.

OKSANEN, J. et al. **Vegan: community ecology package.cran. r-project. org/i**, 2006.

OPULUKWA, M. J.; HAMZA, K. F. S.; MALENDE, Y. H. M. B. Inventory of *Dalbergia melanoxylon* (Mpingo) in the southern part of Tanzania: The case of Nachingwea. **African Study Monographs**, v. 23, n. 1, p. 1-10, March. 2002.

OSMAN, E. L. M. H.; IDRIS, E. L. Z. A. Comparative Study On The Efficiency Of Some Selected Sampling Designs In Assessing Miombo Woodland. **Journal Of Forest Products and Industries**, v. 1, n. 1, p. 4–10, 2012

PALGRAVE, K. C. et al. **Trees of Southern Africa**. 3rd. ed. Cape Town: Struik publishers, 2002. 1000 p.

PEREIRA, C. R. **Estimating and mapping forest inventory variables using the K-NN method: Mocuba district case study, Mozambique**. 2006. 86 f. Doctoral thesis (Department of Environmental Science and Technology) - Tuscia University, Viterbo, Italy, 2006.

PIELOU, E. C. **Mathematical Ecology**. New York: John Wiley and Sons, 1977. 385 p.

QUEIROZ, W. T. Efeitos da variação estrutural em unidades amostrais na aplicação do processo de amostragem em conglomerados nas florestas do planalto do Tapajós. **FLORESTA**, p. 19–23, 1977.

RIBEIRO, N. S.; SHUGART, H. H.; WASHINGTON-ALLEN, R. The effects of fire and elephants on species composition and structure of the Niassa Reserve, Northern Mozambique. **Forest Ecology and Management**, v. 255, n. 5-6, p. 1626–1636, abr. 2008.

RODAL, M. J. N.; SAMPAIO, E. V. S. B; FIGUEIREDO, M. A. Manual sobre métodos de estudos florísticos e fitossociológicos. Sociedade Botânica do Brasil. **Ecossistema Caatinga**, São Paulo, 1992. 24 p.

RODGERS, W. A. **The Miombo Woodlands. In: East african ecosystems and their conservation.** (editors T. R. McLanahan and T. P. Young), Oxford University Press, Oxford, p. 299-326. 1996.

RUBIN, B. D.; MANION, P. D.; FABER-LANGENDOEN, D. Diameter distributions and structural sustainability in forests. **Forest Ecology and Management**, v. 222, n. 1-3, p. 427– 438, fev. 2006.

RYAN, C. M.; WILLIAMS, M. How does fire intensity and frequency affect Miombo Woodland tree populations and biomass? **Ecological applications: a publication of the Ecological Society of America**, v. 21, n. 1, p. 48–60, jan. 2011.

RYAN, C. M.; WILLIAMS, M.; GRACE, J. Above and below ground carbon stocks in a Miombo Woodland landscape of Mozambique. **Biotropica**, v. 43, n. 4, p. 423-43. 2011.

SANTOS, K.; KINOSHITA, L. S.; REZENDE, A. A. Species composition of climbers in seasonal semideciduous forest fragments of Southeastern Brazil. **Biota Neotropica**, São Paulo, v. 9, n. 4, p. 175-188, 2009.

SAS/STAT. **User's guide** – Version 8.0 (Computer manual). Cary N. C.: SAS Institute Inc. 1999.

SCHNEIDER, P. R.; SCHNEIDER, P. S. P.; SOUZA, C. A. M. **Análise de regressão aplicada à Engenharia Florestal**. 2. Ed. Santa Maria: UFSM, CEPEF, 2009. 236 p.

SCHOLLES, R. J. The regrowth of *Colophospermum mopane* following clearing. **Journal of the Grassland Society of South Africa**, v. 7, p. 147-51. 1990.

SCHREUDER, H. T. **Sampling using a fixed number of trees per plot**. Research note RMRS-RN-17. USDA Forest Service, p. 1–3. 2004.

SCHWARTZ, M. W.; CARO, T. M.; BANDA-SAKALA, T. Assessing the sustainability of harvest of *Pterocarpus angolensis* in Rukwa Region, Tanzania. **Forest Ecology and Management**, v. 170, n. 1-3, p. 259–269, out. 2002.

SCHWARTZ, M.; CARO, T. Effect of selective logging on tree and understory regeneration in Miombo woodland in western Tanzania. **African Journal of Ecology**, v. 41, p. 75–82, 2003.

SHACKLETON, C. M. Annual production of harvestable deadwood in semi-arid savannas, South Africa. **Forest Ecology and Management**, v. 112, n. 1-2, p. 139–144, dez. 1998.

SHACKLETON, C. M. et al. The importance of dry woodlands and forests in rural livelihoods and poverty alleviation in South Africa. **Forest Policy and Economics**, v. 9, n. 5, p. 558–577, jan. 2007.

SHEA, K. et al. Management of populations in conservation, harvesting and control. **Trends Ecology and Evolution**, v. 13, p. 371–375. 1998.

SHIRIMA, D. D. et al. Carbon storage, structure and composition of Miombo Woodlands in Tanzania's eastern arc mountains. **African Journal of Ecology**, v. 49, p. 332–342. 2011.

SILESHI, G.; MAFONGOYA, P. L. Variation in macrofaunal communities under contrasting land use systems in eastern Zambia. **Applied Soil Ecology**, v. 33, n. 1, p. 49–60, ago. 2006.

SMITH, E.; BELLE, G. V. Nonparametric estimation of richness. **Biometrics**, Arlington, v. 40, p. 119-129, 1984.

SOKAL, R. R.; ROHLF, F. J. **Biometry: the principles and practice of statistics in biological research**. 2nd ed. Freeman, New York, 1995. 890 p.

TAFANGENYASHA, C. Decline of the mountain acacia *Brachystegia glaucescens* in Gonarezhou National Park, Southeast Zimbabwe. **Journal of Environmental Management**, v. 63, p. 37–50. 2001.

IPNI – THE INTERNATIONAL PLANT NAMES INDEX. **The international plant names index database**. Disponível em: <<http://www.ipni.org/index.html>>. Acesso em abr. 2013.

TINLEY, K. L., **The influence of soil moisture balance on ecosystem pattern in Southern Africa**. In: B. J. Huntley and B.H. Walker (Editors), *Ecology of Tropical Savannas*. Springer, New York, p. 175-192. 1982.

TOKOLA, T.; SHRESTRA, S. M. Comparison of cluster-sampling techniques for forest inventory in southern Nepal. **Forest Ecology and Management**, v.116, p. 219-231. 1999.

TOPP-JØRGENSEN, E. et al. Community-based monitoring of natural resource use and forest quality in montane forests and Miombo Woodlands of Tanzania. **Biodiversity and Conservation**, v. 14, n. 11, p. 2653–2677, out. 2005.

TOTHILL, J. C; MATT, J. J. **Ecology and management of the world Savannas**. Canberra: Australian Academy of Sciences, 1985. 384 p.

TRAPNELL, C. G. 1959. Ecological results of woodland burning experiments in Northern Rhodesia. **Journal of Ecology**, p. 47, p. 129-168. 1959.

UBIALLI, A. et al. Comparação de métodos e processos de amostragem para estimar a área basal para grupos de espécies em uma floresta ecotonal da região norte matogrossense. **Acta Amazônica**, v. 39, n. 2, p. 305 – 314. 2009.

VAN WYK, B.; VAN WYK, P. **Field guide to trees of Southern Africa**. Cape Town: Struik publishers, 2011. 536 p.

VAUHKONEN, J. et al. Comparative testing of single-tree detection algorithms under different types of forest. **Forestry**, v. 85, n.1, p. 27-40, Oct, 2012.

WERGER, M. J. A.; COETZEE, B. J. **The Sudano-Zambeian region**. In Werger, M. J. A. (editor.), *Biogeography and Ecology of Southern Africa*, Junk, The Hague, p. 301-462. 1978. (Monograph Biological, n. 31).

WESSELS, K. J. et al. Impact of communal land use and conservation on woody vegetation structure in the lowveld Savannas of South Africa. **Forest Ecology and Management**, v. 261, n. 1, p. 19–29, jan. 2011.

WESTPHAL, C. et al. Is the reverse J-shaped diameter distribution universally applicable in European virgin beech forests? **Forest Ecology and Management**, v. 223, n. 1-3, p. 75–83, mar. 2006.

WHITE, F. **The vegetation of Africa**. Unesco, Paris, Natural Resource Research, 1983. 356 p.

WILD, H.; BARBOSA, L. A. G. **Vegetation map of the flora Zambesiaca region**. M.O. Collins, Harare. 1967. 71 p.

WILD, H.; FERNANDES, A. **Flora Zambesiaca: Mozambique, Malawi, Rhodesia, Botswana: Supplement vegetation map of flora Zambesiaca area**. M. O. Collins (PVT) LTD., Salisbury, 1968. 71 p.

WILLIAMS, M. et al. Carbon sequestration and biodiversity of re-growing Miombo Woodlands in Mozambique. **Forest Ecology and Management**, v. 254, n. 2, p. 145–155, jan. 2008.

WILLIAMS, M. S.; ERIKSSON, M. Comparing the two paradigms for fixed-area sampling in large-scale inventories. **Forest Ecology and Management**, v. 168, n. 1-3, p. 135–148, set. 2002.

WILLIAMS, V. L.; FALCÃO, M. P.; WOJTASIK, E. M. *Hydnora abyssinica*: Ethnobotanical evidence for its occurrence in southern Mozambique. **South African Journal of Botany**, v. 77, n. 2, p. 474–478, abr. 2011.

ZOLHO, R. **Effect of fire frequency on the regeneration of Miombo Woodland in Nhambita, Mozambique**. 2005. 71 f. (Institute of Ecology and Resource Management) - University of Edinburgh, Edinburgh Scotland, UK, 2005. 71 p.

ANEXOS

Anexo A – Famílias, espécies lenhosas encontradas e identificadas nos 71,6 hectares no inventário florestal, da Floresta de Miombo existente na região de Namanjavira, distrito de Mocuba, província da Zambézia, Moçambique.

(Continua).

Família	Nome científico	Nome comum	Número de indivíduos
Anacardiaceae	<i>Lannea discolor</i> Engl.	Kanyupu	132
	<i>Sclerocarya birrea</i> Hochst.	Ntula	72
Annonaceae	<i>Annona senegalensis</i> Pers.	Muiupe	145
		Muwongow	
	<i>Artabotrys brachypetalus</i> Benth.	ongo	107
	<i>Monodora junodii</i> Engl. & Diels	Nchinga	13
	<i>Xylopi aethiopica</i> A.Rich.	Mujeleli	49
	<i>Xylopi parviflora</i> Benth.	Rutanda	25
Apocynaceae	<i>Diplorhynchus condylocarpon</i> (Müll. Arg.) Pichon	Tocarri	330
		Nhapwepwa	
	<i>Funtumia africana</i> (Benth.) Stapf	a	227
	<i>Landolphia kirkii</i> Dyer	Rapalala	4
Araliaceae	<i>Cussonia arborea</i> Hochst. ex A.Rich.	Capwapwa	139
	<i>Cussonia spicata</i> Thunb.	Mussenga	53
Balanitaceae	<i>Balanites maughamii</i> Sprague	Nulo	323
Bignoniaceae	<i>Kigelia africana</i> (Lam.) Benth.	Fungose	195
	<i>Kigelia pinnata</i> (Jacq.) DC.	Nrikiriki	34
	<i>Markhamia obtusifolia</i> Sprague	Nando	15
	<i>Stereospermum kunthianum</i> Cham	Kokonelo	22
Boraginaceae	<i>Ehretia amoena</i> Klotzsch.	Ncacata	12
Burseraceae	<i>Commiphora africana</i> (A.Rich.) Endl.	Nripue	193
Chrysobalanaceae	<i>Parinari curatellifolia</i> Planch. ex Benth.	Muhula	539

(Continuação).

Família	Nome científico	Nome comum	Número de indivíduos
Combretaceae	<i>Combretum adenogonium</i> Steud. ex A.Rich.	Upo	195
	<i>Combretum apiculatum</i> Sond.	Tonga	167
	<i>Combretum collinum</i> Fresen.	Naturia	229

	<i>Combretum imberbe</i> Wawra	Mondzo	624
	<i>Pteleopsis myrtifolia</i> Engl. & Diels	Mungoroze	1032
	<i>Terminalia sericea</i> Burch. ex DC.	Inconola	379
	<i>Terminalia stenostachya</i> Engl. & Diels	Nacavali	32
Dipterocarpaceae	<i>Monotes engleri</i> Gilg	Xiunga	19
	<i>Diospyros kirkii</i> Hiern	Tendje	31
Ebenaceae	<i>Diospyros mespiliformis</i> Hochst. ex A.DC.	Ébano	111
	<i>Diospyros rotundifolia</i> Hiern	e	11
	<i>Diospyros usambarensis</i> F.White	a	15
Erythroxylaceae	<i>Erythroxylum emarginatum</i> Thonn.	Shirundi	6
	<i>Antidesma venosum</i> E.Mey. ex Tul.	Nhonge	171
	<i>Bridelia cathartica</i> G.Bertol.	Npalapala	170
	<i>Bridelia micrantha</i> Baill.	Metacha	215
	<i>Cleistanthus schlechteri</i> Hutch.	Muchite	171
Euphorbiaceae	<i>Maprounea africana</i> Müll.Arg.	Muhunho	13
	<i>Phyllanthus reticulatus</i> Poir.	Tetenha	40
	<i>Pseudolachnostylis maprouneifolia</i> Pax	Messolo	1791
	<i>Schinziophyton rautanenii</i> (Schinz) Radcl.-Sm.	Mungomo	211
	<i>Uapaca nitida</i> Müll.Arg.	Metongoro	88
	<i>Uapaca sansibarica</i> Pax	Tela	16

(Continuação).

Família	Nome científico	Nome comum	Número de indivíduos
	<i>Acacia nigrescens</i> Oliv.	Namuno	129
	<i>Acacia polyacantha</i> Willd.	N'roca	258
Fabaceae	<i>Acacia senegal</i> Willd.	Malue	221
	<i>Acacia sieberiana</i> DC.	Nthonkoyo	244
	<i>Acacia tortilis</i> Hayne	Munga	272
	<i>Afzelia quanzensis</i> Welw.	Chanfuta	744
	<i>Albizia adianthifolia</i> W.Wight	Mepepe	371

<i>Albizia forbesii</i> Benth.	Tingare	201
<i>Albizia glaberrima</i> Benth.	Mutivera	348
<i>Albizia gummifera</i> C.A.Sm.	Mpovera	247
<i>Albizia harveyi</i> Fourn.	Mucanhan ga	204
<i>Albizia versicolor</i> Welw. ex Oliv.	Tanga- tanga	259
<i>Amblygonocarpus andongensis</i> (Welw. Oliv.) Exell & Torre	ex Mutiria	241
<i>Bauhinia galpinii</i> N.E.Br.	Naparrue	104
<i>Bauhinia tomentosa</i> L.	Mucorra	119
<i>Brachystegia boehmii</i> Taub.	Mafuti	873
<i>Brachystegia bussei</i> Harms	Kokoro	610
<i>Brachystegia longifolia</i> Benth.	Takata	267
<i>Brachystegia manga</i> De Wild.	Rupakhole	282
<i>Brachystegia spiciformis</i> Benth.	Messassa	4020
<i>Brachystegia utilis</i> Hutch. & Burt Davy	Mucoio	240
<i>Burkea africana</i> Hook.	Mucarala	1132

(Continuação).

Família	Nome científico	Nome comum	Número de indivíduos
	<i>Cassia abbreviata</i> Oliv.	Ntache	245
	<i>Cordyla africana</i> Lour.	Mutondo	798
	<i>Dalbergia arbutifolia</i> Baker	Murraca	70
	<i>Dalbergia boehmii</i> Taub.	Nrapesu	118
	<i>Dalbergia melanoxyton</i> Guill. & Perr.	Pau-preto	677
	<i>Dalbergia nitidula</i> Welw. ex Baker	Ntipakali	64
	<i>Dichrostachys cinerea</i> (L.) Wight & Arn.	Talala	234
	<i>Entada abyssinica</i> Steud.	Namalapa	12
	<i>Erythrophleum africanum</i> Harms	Uhacare	9
	<i>Erythrophleum suaveolens</i> (Guill. & Perr.) Brenan	Missanda	734
Fabaceae	<i>Faidherbia albida</i> (Delile) A.Chev.	M'Soango	31
	<i>Julbernardia globiflora</i> (Benth.) Troupin	Messassa encarnada	1248
	<i>Julbernardia paniculata</i> (Benth.) Troupin	Pacala	96
	<i>Lonchocarpus bussei</i> Harms	Napige	14
	<i>Lonchocarpus capassa</i> Rolfe	Pacassa	359
	<i>Millettia stuhlmannii</i> Taub.	Jambire	558

<i>Peltophorum africanum</i> Sond.	Mazeze	11
<i>Pericopsis angolensis</i> (Baker) Meeuwen	Muanga	743
<i>Piliostigma thonningii</i> (Schumach.) Milne-Redh.	Mucequece	403
<i>Piptadenia hildebrandtii</i> Vatke	Mgungue	19
<i>Pterocarpus angolensis</i> DC.	Umbila	2381
<i>Pterocarpus lucens</i> Lepr. ex Guill. & Perr.	Muxiviri	41
<i>Pterocarpus rotundifolius</i> Druce	Nandar	512

(Continuação).

Família	Nome científico	Nome comum	Número de indivíduos
Fabaceae	<i>Swartzia madagascariensis</i> Desv.	Pau-ferro	1668
	<i>Tamarindus indica</i> L.	Tamarindo	17
	<i>Xeroderris stuhlmannii</i> (Taub.) Mendonça & E.P.Sousa	Mulonde	185
Flacourtiaceae	<i>Aphloia theiformis</i> Benn.	Sicate Tongonamu	145
	<i>Flacourtia indica</i> (Burm.f.) Merr.	nziro	62
Loganiaceae	<i>Strychnos madagascariensis</i> Poir.	Massala	19
Meliaceae	<i>Ekebergia capensis</i> Sparrm.	Inhamarre	120
	<i>Entandrophragma caudatum</i> Sprague	Mbuti	57
	<i>Khaya anthotheca</i> C.DC.	Umbaua	117
	<i>Pseudobersama mossambicensis</i> (Sim) Verdc.	Minhe- minhe	422
Moraceae	<i>Ficus ingens</i> Miq.	N'tombozi	831
	<i>Ficus lutea</i> Vahl	Metololo	520
Myrtaceae	<i>Syzygium cordatum</i> Hochst. ex C.Krauss	Tucura	159
	<i>Syzygium guineense</i> Guill. & Perr.	Munhene	161
Olacaceae	<i>Olax dissitiflora</i> Oliv.	Tukuti	41
Polygalaceae	<i>Securidaca longepedunculata</i> Fresen.	Tsatso	10
Proteaceae	<i>Faurea speciosa</i> Welw.	Muguraube	318
Ptaeroxyla ceae	<i>Ptaeroxylon obliquum</i> Radlk.	Tchetcheret ane	94
Rhamnaceae	<i>Berchemia discolor</i> Hemsl.	Nhire	214
	<i>Berchemia zeyheri</i> (Sond.) Grubov	Pau-rosa	79
Rubiaceae	<i>Breonadia microcephala</i> (Delile) Ridsdale	Mugonha	197
	<i>Crossopteryx febrifuga</i> Benth.	Ncedgere	124

Sapindaceae	<i>Allophylus africanus</i> P.Beauv.	Muchucuba ka	187
-------------	--------------------------------------	-----------------	-----

(Conclusão).

Família	Nome científico	Nome comum	Número de indivíduos
Sapindaceae	<i>Deinbollia xanthocarpa</i> Radlk.	Nhacatarara	244
	<i>Lecaniodiscus fraxinifolius</i> Baker	Ntala	19
Sapotaceae	<i>Inhambanella henriquesii</i> (Engl. & Warb.) Dubard.	Rombe	15
	<i>Manilkara discolor</i> (Sond.) J.H.Hemsl.	Tinguele	47
	<i>Sideroxylon inerme</i> L.	Mebope	184
Simarobaceae	<i>Kirkia acuminata</i> Oliv.	Mtumbue	509
Sterculiaceae	<i>Dombeya kirkii</i> Mast.	Geondere Mupundururo	23
	<i>Dombeya rotundifolia</i> Planch.	o	26
	<i>Sterculia africana</i> (Lour.) Fiori	Rapeixo	27
	<i>Sterculia appendiculata</i> K.Schum. Engl.	ex Metil	71
	<i>Sterculia quinqueloba</i> K.Schum.	Metonha	98
Verbanaceae	<i>Vitex doniana</i> Sweet	Nhazuovo	75
Total			36535

Anexo B - Análise de covariância da distribuição de frequências por classe diamétrica ajustada pelo modelo de Meyer sob forma linearizada $\ln(n_i) = b_0 + b_1 \cdot cc$ em função dos oito tratamentos avaliados na Floresta de Miombo, no distrito de Mocuba, província da Zambézia, Moçambique.

FV	GL	SQ	QM	F	Pr>F
Modelo	15	130,1472	8,6764	167,37	<,0001
cc	1	129,7082	129,7082	2502,09	<,0001
Tam _i *cc	7	0,2796	0,0399	0,77	0,6137
Tam _i	7	0,1595	0,0228	0,44	0,8741
Erro	72	3,7325	0,0518		
Total	87	133,8797			
$R^2=0,972$		$CV(\%) = 7,12$		$S_{yx} = 0,2277$	
Variável	Parâmetro estimado	Erro padrão	Valor de t	Pr > t	
Intercepto	6,2126	0,1767	35,16	<,0001	
cc	-0,0802	0,0043	-18,49	<,0001	
Tam ₁	-0,3475	0,2499	-1,39	0,1686	
Tam ₂	-0,0161	0,2499	-0,06	0,9487	
Tam ₃	-0,1085	0,2499	-0,43	0,6655	
Tam ₄	-0,1459	0,2499	-0,58	0,5612	
Tam ₅	-0,1619	0,2499	-0,65	0,5192	
Tam ₆	-0,0672	0,2499	-0,27	0,7888	
Tam ₇	-0,2321	0,2499	-0,93	0,3561	
Tam ₈	0,0000				
cc*Tam ₂	0,0007	0,0061	0,12	0,9060	
cc*Tam ₃	0,0033	0,0061	0,53	0,5946	
cc*Tam ₄	0,0032	0,0061	0,52	0,6021	
cc*Tam ₅	0,0033	0,0061	0,54	0,5880	
cc*Tam ₆	0,0002	0,0061	0,04	0,9681	
cc*Tam ₇	0,0055	0,0061	0,89	0,3743	
cc*Tam ₈	0,0000				

Em que: n_i = número de indivíduos por classe de diâmetro; cc = centro de classe de diâmetro; b_0 e b_1 = parâmetros equação; Tam_i = tamanho de unidade amostral; \ln = logaritmo natural; FV = fonte de variação; GL = grau de liberdade; SQ = soma de quadrado; QM = quadrado médio; F = valor de teste F ; Pr = probabilidade. R^2 = coeficiente de determinação; $CV(\%)$ = coeficiente de variação; S_{yx} = erro padrão das estimativas.