



IIAM
Instituto de Investigação Agrária de Moçambique

FNDS
Fundo Nacional de Desenvolvimento Sustentável

INSTITUTO DE INVESTIGAÇÃO AGRÁRIA DE MOÇAMBIQUE
CENTROS ZONAIS NOROESTE (CZNW) E NORDESTE (CZND) / FUNDO
NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL (FNDS)

Sector de Florestas

Relatório Preliminar da Instalação e 1ª Medição da Parcela de Amostragem
Permanente NM04 na Reserva Especial de Niassa (REN)



Nampula/Lichinga

Outubro 2022

**Relatório Preliminar da Instalação e 1ª Medição da Parcela de Amostragem
Permanente NM01 na Reserva Especial de Niassa (REN)**

Autor: Aristides Cassiano Mamba

Co-autores: Alberto Fernando Mussana, Cremildo Riba Gouveia Dias, Papin Aurélio Mucaleque, Belto Elias João, Jacinto Mirione Mafalacusser, Munir Jussub e Tomé Rachide, Maria Angelina Ilhacoto e Cassamo Ismail.

Redacção: Aristides Cassiano Mamba

Revisão: Edna Munjovo Tembe, Sérgio Simão João, Muri Soares e Aristides Muhate.

Coordenação: Unidade de MRV do Fundo Nacional de Desenvolvimento Sustentável

Fotos e ilustrações: Aristides Cassiano Mamba, Jacinto Mirione Mafalacusser, Papin Aurélio Mucaleque e Alberto Fernando Mussana.

Revisão: Unidade de MRV do Fundo Nacional de Desenvolvimento Sustentável

Equipa técnica e funções

Tabela 1: Composição da equipa de trabalho

Nome do técnico	Funções
Alberto Fernando Mussana	Chefe da Equipa
Belto Elias João	Medidor de Alturas
Aristides Cassiano Mamba	Digitador de Dados
Papin Aurélio Mucaleque	Colector botânico
Tomé Rachide	Medidor de Distâncias
Cremildo Riba Gouveia Dias	Medidor de DAP
Jacinto MirioneMafalacusser	Pedólogo
Munir Jussub	Pedólogo

AGRADECIMENTOS

Agradecimentos imensos vão à administração do Reserva Especial do Niassa na pessoa do seu administrador, Terêncio Tamele e sua equipa (fiscais), à WCS (Wildlife Conservation Society) na pessoa do Nilton Cuna, ao Centro de Treinamento Ambiental e Técnico de Mariri na pessoa de Agostinho Jorge (director da concessão) e Collin (Proprietária da concessão) pela excelente colaboração na disponibilização de viaturas para abertura de trilhos, internet para os técnicos e local para acampamento. Ao regulado de Mbamba e Macalange pela disponibilização dos ajudantes de campo e sensibilização da comunidade, ao governo e comando distrital pela garantia da segurança da comunidade (incluindo os técnicos), dado que a parcela foi estabelecida numa zona suspeita de extremismo/terrorismo. A todas as entidades que directa ou indirectamente apoiaram na actividade, o nosso muito obrigado.

I. ÍNDICE

1.	INTRODUÇÃO:	10
2.	METODOLOGIA	11
2.1.	Descrição da área de estudo	11
2.1.1.	Localização da parcela	12
2.1.2.	Geomorfologia	12
2.1.3.	Clima	13
2.1.4.	Precipitação na região	14
2.1.5.	Temperatura do ar	15
2.1.6.	Humidade Relactiva	16
2.1.7.	Vegetação	16
2.2.	Alocação da parcela	17
2.2.1.	Determinação do ponto de referência	18
2.2.2.	Demarcação da parcela e medição de indivíduos	18
2.2.	Colecta de dados	20
2.2.1.	Colecta de amostras de solo	20
2.2.2.	Colecta de dados dos indivíduos arbóreos e/ou arbustivos na parcela	22
2.3.	Processamento e análise de dados	23
2.3.1.	Composição florística	23
2.4.2.	Estrutura horizontal	24
2.4.3.	Determinação da distribuição diamétrica	25
2.4.4.	Estrutura Vertical	25
2.4.5.	Posição sociológica	26
2.4.6.	Estrutura interna	27
2.4.7.	Relações hipsométricas	27
2.4.8.	Distribuição espacial das espécies de interesse	28
2.4.9.	Identificação botânica	29
2.4.10.	Análise qualitativa das árvores	30
3.	RESULTADOS	32
3.1.	Caracterização da PAP	32
3.2.	Análise de solos	32
3.2.1.	Descrição do perfil	34
3.2.2.	Caracterização dos horizontes	34
3.3.	Composição florística	36
3.3.1.	Riqueza de espécies	36
3.3.2.	Diversidade florística	38

3.4.	Estrutura horizontal	40
3.5.	Estrutura Vertical	43
3.6.	Estrutura hipsométrica.....	47
3.6.1.	Relação hipsométrica em Multi-espécies	48
3.7.	Distribuição diamétrica e Área Basal.....	51
3.8.	Padrão de distribuição espacial das espécies.....	54
3.9.	Avaliação qualitativa.....	56
4.	CONSIDERAÇÕES FINAIS	60
5.	BIBLIOGRAFIA.....	61
6.	APÊNDICES E ANEXOS	66

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Mapa de Localização da Reserva Especial do Niassa (REN) e das PAP	12
Figura 2: Distribuição da precipitação ao longo do ano e o balanço hídrico na região.....	14
Figura 3: Balanço Térmico da região	15
Figura 4: A esquerda: <i>Pterocarpus angolensis</i> , ponto de referência (PR) da parcela NM04; À direita <i>Sterculia quinqueloba</i> , espécie peculiar, árvore mais grande da PAP).	18
Figura 5: Modelo da parcela de amostragem permanente de 100 m x 100 m.....	19
Figura 6: Zona Tampão (ZT) ao redor da PAP.....	19
Figura 7: Representação gráfica de uma PAP, e os pontos de amostragem de solos.....	20
Figura 8: Vista parcial da vegetação, termiteiras e sondagem de referência, PAP-NM04.....	21
Figura 9: Colecta de espécimen e levantamento das variáveis na PAP NM04	23
Figura 10: Flora da PAP NM04 e fauna da área circunvizinha.....	32
Figura 11: Estrutura fitossociológica vertical da parcela NM04.....	44
Figura 12: Distribuição do índice de valor de importância ampliado (IVIA) das quinze principais espécies amostradas na parcela NM04	47
Figura 13: Distribuição das classes de altura dos indivíduos da parcela NM04.	47
Figura 14: Representação gráfica da relação hipsométrica, obtida através do modelo linear sobre os valores observados na parcela NM04.	48
Figura 15: Mapa de distribuição de diâmetro e altura dos indivíduos na parcela NM04.....	49
Figura 16: Distribuição das frequências por classe diamétrica para os indivíduos arbóreos com $DAP \geq 5$ cm na Parcela NM04.....	51
Figura 17: Distribuição da área basal (m^2ha^{-1}) por centro de classe de diâmetro.....	53
Figura 18: Distribuição da área basal dos indivíduos arbóreos com $DAP \geq 10$ cm na Parcela NM04	54

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Composição da equipa de trabalho.....	II
Tabela 2: : Aspectos gerais da parcela	17
Tabela 3: Tipo e número de amostras colectadas nas PAP NM04.....	22
Tabela 4: Equações utilizadas nos cálculos dos índices de diversidade e equabilidade.....	24
Tabela 5: Fórmulas usadas no cálculo dos parâmetros de estrutura horizontal	24
Tabela 6: Funções matemática utilizadas na modelação da relação H-D na PAP NM04	27
Tabela 7: Descrição dos horizontes do perfil do solo	34
Tabela 8: lista de espécies de Plantas vasculares encontradas na parcela NM04.....	36
Tabela 9: Famílias e géneros encontrados na parcela NM04.....	37
Tabela 10: Índices da diversidade florística da parcela NM03, Reserva Especial do Niassa.	39
Tabela 11: Estrutura horizontal de espécies arbóreas com DAP \geq 10 cm da parcela NM04.....	40
Tabela 12: Estrutura horizontal de espécies com DAP entre 5 e 10 cm da parcela NM04.....	43
Tabela 13: Estrutura sociológica vertical da parcela NM04.	45
Tabela 14: Estatísticas do ajuste dos modelos NLME pelo método ML e ponderação dos resíduos	50
Tabela 15: Estimativa dos parâmetros, erro padrão e p-valores de ajuste do principal modelo de relação hipsométrica.....	50
Tabela 16: Número de árvores por centro de classe de diâmetro e espécie da PAP	52
<i>Tabela 17: Padrão espacial de algumas espécies florestais encontradas na parcela NM04.....</i>	<i>55</i>

ABREVIATURAS E ACRÓNIMOS

PAP – Parcela de Amostragem permanente

REN – Reserva Especial do Niassa

IIAM – Instituto de Investigação Agrária de Moçambique

CZnd – Centro Zonal Nordeste

CZnw – Centro Zonal Noroeste

ZCIT – Zona de Convergência Intertropical

FSDIM – Floresta Semi-decídua incluindo o Miombo

FSSV – Floresta Semi-sempre-verde

NM04 – Niassa Mecula 04

PP – Ponto principal

PR – Ponto de Referência

LMA –

MAE – Ministério de Administração Estatal

II. LISTA DE APÊNDICES E ANEXOS

Apêndice 1: Código da PAP: NM04. Dados analíticos das amostras colectadas na parcela 66

1. INTRODUÇÃO:

Na exploração e manejo de recursos florestais, é indispensável que as intervenções a serem executadas sejam baseadas em critérios técnicos que incluam desde o conhecimento da silvicultura e auto-ecologia das espécies até informações sobre a produtividade por unidade de área, oriundas, em grande parte, do monitoramento da dinâmica das florestas. São várias as formas de se monitorar a dinâmica da floresta e, dentre elas, destaca-se a utilização de parcelas de amostragem permanentes, que são áreas demarcadas na floresta e periodicamente revisitadas para a medição de indivíduos arbóreos e/ou arbustivos, e registo de eventos como mortalidade e ingresso de novos indivíduos (Felfilli *et al.*, 2005).

As Parcelas de Amostragem Permanentes (PAPs) permitem gerar parâmetros nacionais para a monitoria de mudanças que ocorrem nas florestas ao longo do tempo, cuja informação não é captada nos inventários florestais de parcelas temporárias, tais como:

1. Taxas anuais de mudança de estoques de carbono dos principais ecossistemas florestais;
2. Reservatórios de carbono e,
3. Dados sobre o crescimento e rendimento das diferentes espécies florestais.

Assim, os dados colectados e analisados de forma consistente irão permitir:

1. Monitorar as mudanças da estrutura e composição florística da vegetação ao longo do tempo;
2. Monitorar a dinâmica das espécies florestais (taxas de crescimento, mortalidade, recrutamento, regeneração);
3. Gerar dados para modelos de crescimento e rendimento;
4. Actualizar os factores de Emissão (FE) referentes aos diferentes tipos florestais e tipos de solos; que definem os stocks de carbono aéreo e de solo;
5. Permitir a calibração de imagens de satélite para o cálculo de biomassa aérea através de técnicas de teledeteccção espacial.

O presente relatório é referente à Parcela de Amostragem Permanente denominada NM04 montada na Reserva Especial do Niassa, concretamente no Centro de Treinamento Ambiental e Técnico de Mariri nos mês de Maio de 2022.

2. METODOLOGIA

2.1. Descrição da área de estudo

A Reserva Especial do Niassa (REN) fundada em 1960 através do Diploma Legislativo Nº. 2.884 de 23 de Julho de 1960, é a maior área protegida do país, cobre parcialmente as províncias de Niassa e Cabo Delgado, numa extensão incluindo a zona tampão de 42.400 km² (SGDRN, 2007).

Cerca de 60000 habitantes vivem dentro da REN e com uma densidade média estimada de elefantes de 0,4 indivíduos/km² (Craig, 2009), mas com maiores concentrações no lado leste da área. Em 2012, a população de elefantes era de aproximadamente 20000, actualmente, estima-se uma população de quase 5000.

A REN enquadra-se no chamado miombo oriental, uma ecoregião¹ que cobre quase 1/2 milhão de km² estendendo desde a parte sul da Tanzânia até o sudeste do Malawi incluindo o norte de Moçambique (Ribeiro *et al.*, 2007).

A Reserva Especial do Niassa (REN) está localizada entre os paralelos 12°38'48.67''S e 11°27'05.83''S e os meridianos 36°25'21.16''E e 38°30'23.74''E, e pertence a uma das maiores áreas de conservação de florestas de Miombo do mundo e a maior de Moçambique (Ribeiro *et al.*, 2007). A REN faz fronteira com a Tanzânia, ocupando cerca de 1/3 da província de Niassa, concretamente os distritos de Mecula, Mavago, parte dos distritos de Muembe, Majune, Marrupa, Sanga e parte dos distritos de Mueda e Montepuez, na Província de Cabo Delgado, sendo limitada pelo rio Rovuma a Norte, Rio Lugenda a Sudeste, Rio Luatize a Sudoeste e pelo rio Lussanhando no extremo Oeste (Amade, 2016; Cangela, 2014).

A REN está subdividida em 15 unidades de gestão nomeadamente, R1, R3, R4, R6, L1, L2, L4, L5, L6, L7 e L9 (áreas de conservação de recursos), R2, R5, L3 e L8 (áreas de conservação de selva virgem) e montes Jau e Mecula (áreas especiais de conservação) (Cangela, 2014). A floresta de Miombo, da qual faz parte a vegetação da REN, é o maior ecossistema de floresta tropical seca do mundo. Ocupa cerca de 1,9 milhões de km² na África Austral em 7 países (Dziba *et al.*, 2020).

¹ Ecoregião geralmente cobre área relativamente grande de terra e contém comunidades e espécies características dessa área delimitada geograficamente.

2.1.1. Localização da parcela

A Parcela de Amostragem Permanente NM04 foi estabelecida no Centro de Treinamento Ambiental e Técnico de Mariri, Província do Niassa, numa região da floresta semi-decídua incluindo o miombo (Fig. 1).

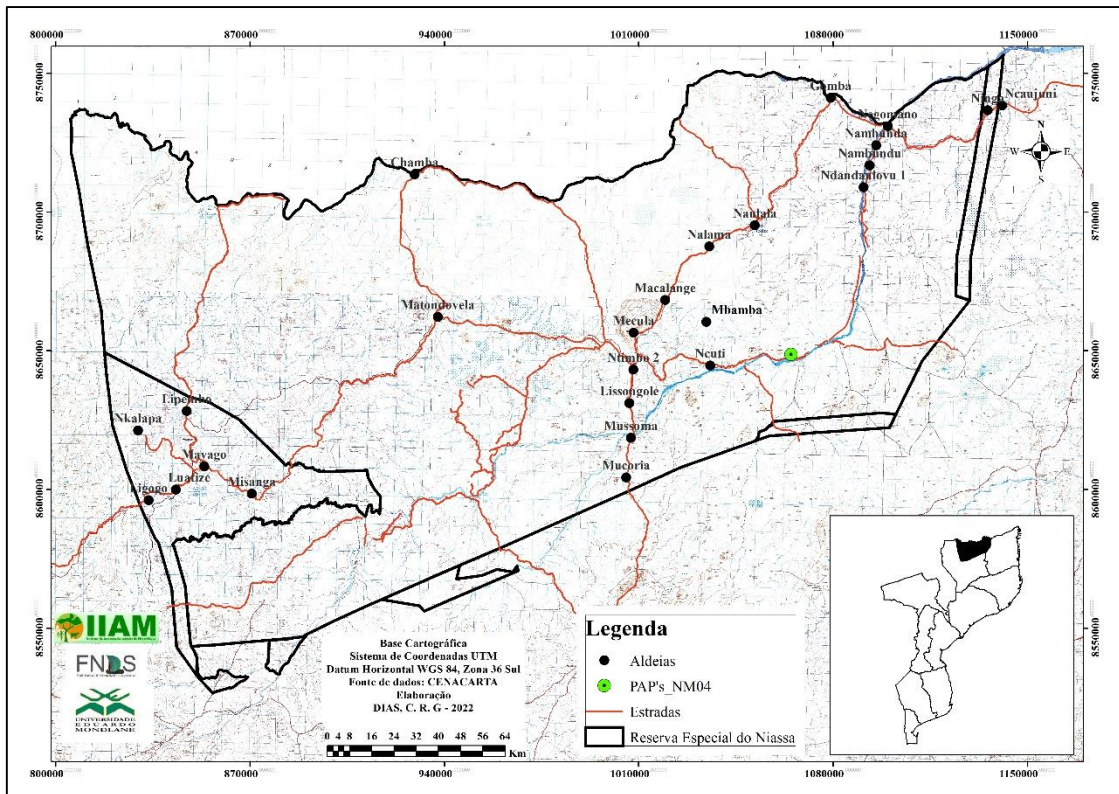


Figura 1: Mapa de Localização da Reserva Especial do Niassa (REN) e das PAP

2.1.2. Geomorfologia

O relevo é acidentado e com muitas elevações no extremo Oeste passando para plano a Este. A altitude varia de 100–1400m, desde a vizinhança dos rios Rovuma e Lugenda até monte Mecula. Além dos montes Mecula e Jodo, alberga numerosos inselbergs de granito na região (Cangela, 2014).

A montanha de Mecula é um *inselberg* isolado, localizado no centro da reserva e rodeada de área plana. As características dos solos variam de areno-argilosos, profundos e permeáveis de pouca fertilidade à inférteis de camadas estreitas de areia, regularmente susceptíveis à erosão (Cangela, 2014).

O panorama macro paisagístico da região onde foram estabelecidas as PAPs na Reserva Especial do Niassa abrange as áreas de altitude média que varia entre 200 à 1000 metros, donde emergem grandes maciços montanhosos separados por áreas peneplanálticas mais ou menos acidentadas e serpenteadas por numerosos cursos sazonais de água, em harmonia com a irregularidade topográfica resultante da pluviosidade relativamente elevada, característica típica da região (Ferro & Bouman, 1987).

Segundo a Carta Hidrogeológica de Moçambique (Ferro & Bouman, 1987), esta região apresenta remanescentes dos ciclos de erosão mesocretácicos e outros mais antigos, com efeito, é de salientar que os elevados cimos de alguns relevos representem vestígios desses ciclos. A topografia das áreas circunjacentes, planálticas, cujo substrato litológico é predominantemente constituído por granitos e granitos-gnêissicos, resistentes à erosão, é já uma superfície de um ciclo conducente a pediplanícies com numerosos inselbergues.

A geologia da região é dominada por rochas do Complexo gnaissico-migmatítico, incluindo a Série Metassedimentar, o Complexo granito-gnâissico-migmatítico e a série Charnoquítica. Ainda, por vezes, os xistos verdes, serpentinitos, quartzitos listrados, conglomerados e grauvaques (Ferro & Bouman, 1987).

2.1.3. Clima

O clima da área é tropical sub-húmido, com uma precipitação média anual de 750 mm que aumenta do Este (800 mm) para o oeste (1400mm) e uma temperatura média anual de 25°C, que varia de 20 - 26°C durante a estação seca (de Maio até Outubro). A estação húmida ocorre de Novembro à Abril com uma precipitação de 900 mm e uma temperatura média anual de 30°C (SGDRN, 2005).

Em geral, esta PAP, esta dentro duma parte integrante da região onde predomina o regime meteorológico do Norte de Moçambique, encontrando-se sob influência da Frente de Convergência Intertropical (ZCIT), característica do Norte, fortemente influenciado pela altitude, facto que resulta na quantidade elevada de precipitação (Kassam *et al.*, 1981).

De Janeiro à Fevereiro, um período em que a ZCIT afecta parte da região, os ventos predominantes são, geralmente, de quadrante nordeste, corrente dos alísios de nordeste, do hemisfério norte, em virtude de a ZCIT estender-se para o sul.

Mais ainda, a região é influenciada pelos centros de acção seguintes:

- (i) Frente de convergência intertropical que afecta parte da região no período de Dezembro a Fevereiro, provocando invasões de ar equatorial; e
- (ii) Célula de altas pressões de origem térmica contrastada pela altitude.

Por coincidência e semelhança, há uma clara definição entre as estações quente e chuvosa, e a fresca e seca. Contudo, há uma pequena variação térmica no espaço temporal (duração) no Verão (tempo quente) e no Inverno (tempo fresco). Localmente, as precipitações tendem a aumentar com a altitude (Kassam *et al.*, 1981).

2.1.4. Precipitação na região

Em geral, e segundo a figura abaixo, a precipitação média anual dos últimos 10 anos é de 1.418,4 mm. A sua distribuição não é regular, mas obedece uma ascensão gradual desde o mês de Novembro até o mês de Março e depois observa-se o inverso até o mês de Setembro. As chuvas mais fortes (acima de 100mm mês⁻¹), ou seja, 90% da precipitação total ocorrem no período de Dezembro de um ano a Abril do ano seguinte (Fig. 2). O mês de Março regista a precipitação mais elevada (um pouco mais de 350mm).

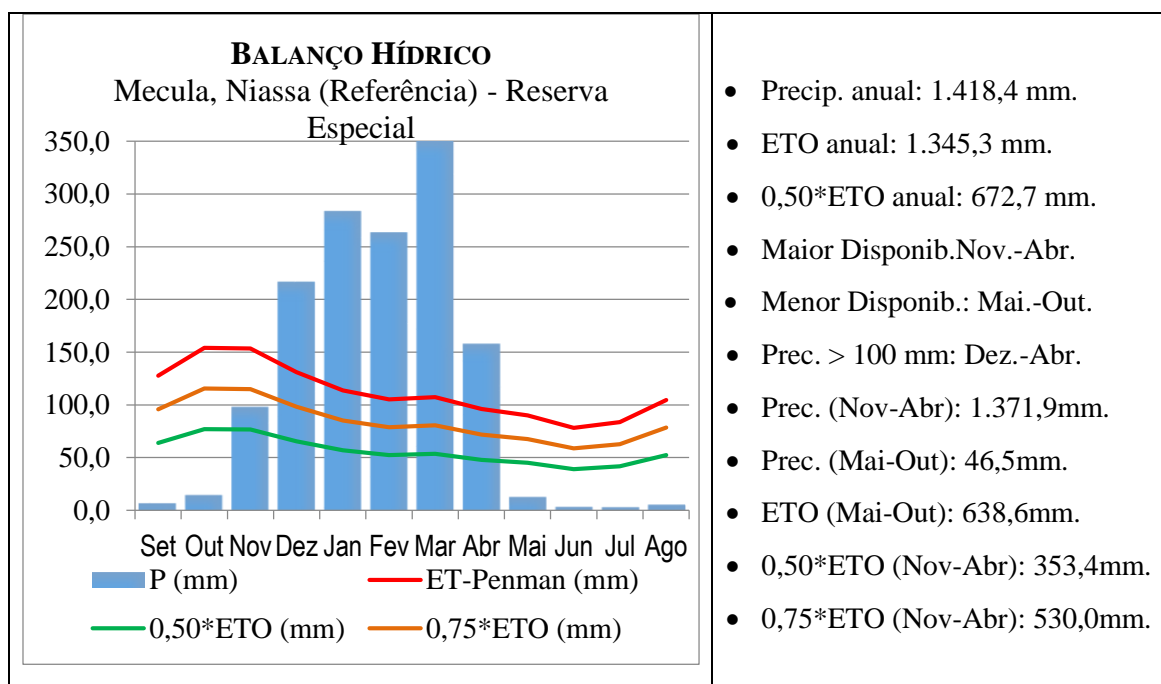


Figura 2: Distribuição da precipitação ao longo do ano e o balanço hídrico na região

Tomando como base, a disponibilidade da água no solo para as plantas, ou seja, $Prec. > 0,50 \cdot ETO$, o balanço hídrico seguro ocorre a partir do mês de Novembro e este prolonga-se até o mês de Abril do ano seguinte.

A evapotranspiração acumulada está na ordem dos 1.345,3mm. O *déficit* hídrico pode ocorrer no período compreendido entre os meses de Maio e Outubro, neste período, a precipitação acumulada é de apenas 46,5mm contra cerca de 638,6mm de evapotranspiração potencial o que perfaz um *déficit* absoluto de -592,1mm. Contudo, tratando-se de formações florestais em regiões sub-húmidas, estas têm uma capacidade de conservar a humidade por mais tempo, localmente, a espessura dos detritos orgânicos chega a variar entre 0,0 cm (solo exposto) a 3,7 cm.

2.1.3. Temperatura do ar

A temperatura do ar é um factor climático muito importante para a vida de todos os seres vivos incluindo as formações vegetais, pois esta exerce grande influência em todas as actividades fisiológicas, por controlar as taxas das reacções metabólicas nas células.

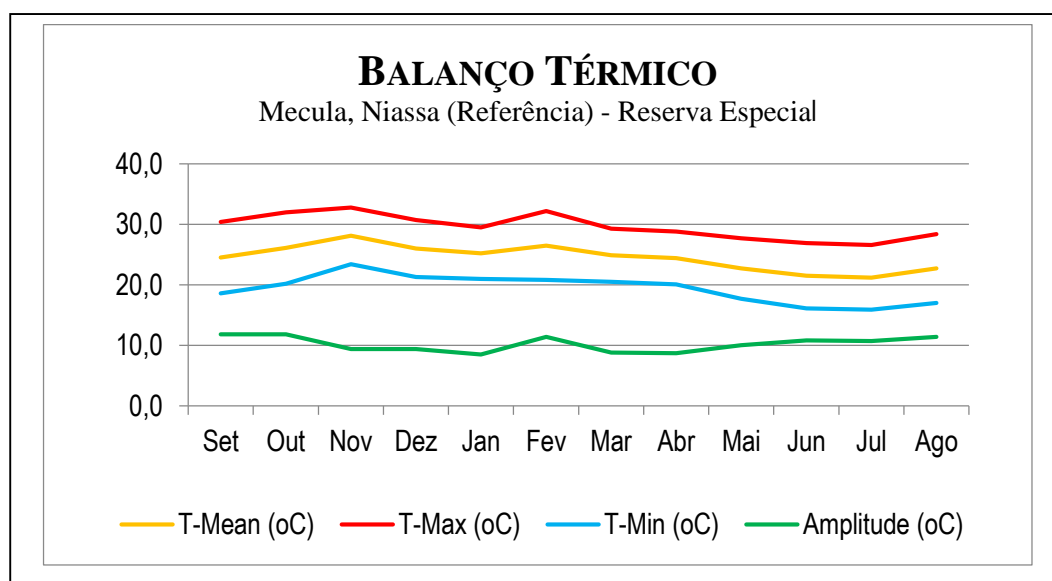


Figura 3: Balanço Térmico da região

Na região, a temperatura média anual tem uma variação considerável. Tendo como base a estação meteorológica de referência, a amplitude térmica anual calculada entre a temperatura média do mês mais quente (32,8°C) e a do mês mais frio (15,9°C) é de 16,9°C.

A amplitude térmica da temperatura máxima absoluta (Nov: 32,8°C; Jul: 26,6°C) é de 6,2°C; e a da mínima absoluta (Nov: 23,4°C, e Jul: 15,9°C) é de 7,5°C. Os valores

extremos absolutos (32,8°C de máxima absoluta em Novembro; e 15,9°C de mínima absoluta em Julho), perfazem uma amplitude global absoluta de 16,9°C. Contudo, a média da amplitude das temperaturas máxima e mínima é de 10,2°C esta é classificada como sendo moderada.

A variação da amplitude térmica na região é fortemente influenciada por factores tais como: *a)* o tipo de clima; *b)* tipo de vegetação dominante; *c)* relevo; *d)* altitude; *e)* massas do ar; e *f)* pressão atmosférica.

2.1.6. Humidade Relactiva

A humidade relactiva do ar é a concentração de moléculas de água em forma de vapor na atmosfera. As plantas apresentam um mecanismo contínuo de evapotranspiração que consiste na retirada da água do solo através das raízes e levá-la até as folhas, e destas ela sai como vapor de água para a atmosfera.

Em geral, a humidade relativa abaixo de 60% pode ser prejudicial, pois aumenta a taxa de transpiração e acima de 90% reduz a absorção de água e nutrientes, devido a redução da transpiração, além de favorecer a propagação de doenças sobretudo as de tipo fungos.

Na região, a humidade relactiva média anual é de 70,0% e os valores absolutos extremos ocorrem em Outubro (50,0%) e Janeiro (89,0%). Apenas os meses de Setembro e Outubro registam valores abaixo de 60% e os restantes meses são considerados como sendo moderados a óptimos para maior parte de espécies vegetais sobretudo àquelas que mantém a folhagem sempre verde e garantem o equilíbrio da taxa de transpiração e a absorção de água e nutrientes.

2.1.7. Vegetação

A Reserva Nacional do Niassa está localizada a Norte de Moçambique; 70% do qual é coberto pelas florestas de miombo, que inclui mais 800 espécies de plantas, metade das quais endémicas, enquanto os 30% restantes são cobertos por savanas abertas e dambos (Ribeiro *et al.*, 2008).

A vegetação dentro da REN subdivide-se em 6 classes, designadamente, Floresta Aberta decídua, Floresta densa decídua, Floresta Sempre verde, Dambos (Pradaria inundada), Vegetação Ribeirinha e Floresta com Agricultura Itinerante (Marzoli, 2007; Timberlake, *et al.*, 2004).

Setenta e dois por cento da área total da Reserva do Niassa é coberta por “*dry Zambezian Miombo woodland*” / floresta seca de Miombo Zambeziano que é dominado por *Brachystegia spiciformis*, *Bachystegia boehmiie*, espécies de plantas *J. globiflora* (White, 1983). A copa do miombo seco é geralmente inferior a 15 m de altura e decídua por um mês ou mais durante a estação seca (Timberlake *et al.*, 2004).

Em geral, estas florestas caracterizam-se pela folhagem caduca (coloração amarelo-acastanhada) na época seca a verde quando começa a época das chuvas. E de forma alternada ocorre a outra metade donde predominam as pradarias e as zonas húmidas.

2.2. Alocação da parcela

Definiu-se que a Rede Nacional de Parcelas Permanentes deveria ter como quadro amostral a grelha nacional de 2 km * 2 km, e como população alvo da alocação das unidades amostrais a Floresta Semi-decídua incluindo o Miombo (FSDIM) e Floresta Semi-sempre-verde (FSSV), Mecrusse e Mopane, definidos no IV inventario florestal nacional.

Esta é uma grelha sistemática distribuída por todo o país, da qual um total de 100 unidades amostrais foram definidas como unidades amostrais da rede das PAPs em Moçambique e estas unidades amostrais foram alocadas recorrendo a amostragem aleatória estratificada. Da locação resultou em amostras localizadas dentro das áreas de conservação, que é caso da parcela NM04.

Neste âmbito, a NM04, dista aproximadamente 10 km do Acampamento de Mariri, 1500 m da via principal e cerca de 45 km da Vila de Mecula-Sede.

2.1.1. Aspectos gerais da PAP

A parcela NM04 têm as seguintes características gerais:

Tabela 2: : Aspectos gerais da parcela

Código da parcela	NM04
Coordenadas	12°10'24''s e 38°11'26,5''E
Declinação magnética	-10°
Altitude	243 m
Tipo de vegetação	FSDIM
Período de instalação e medição	29 de Maio a 3 de Junho de 2022
Área de levantamento	Reserva especial do Niassa(REN), localidade de Mpindimbi-Mariri

2.1.2. Determinação do ponto de referência

Marcou-se um ponto de referência à uma distância de 27.1 metros do ponto principal. O ponto de referência utilizado foi uma árvore adulta da espécie *Pterocarpus angolensis* (Fig. 4).



Figura 4: A esquerda: *Pterocarpus angolensis*, ponto de referência (PR) da parcela NM04; À direita *Sterculia quinqueloba*, espécie peculiar, árvore mais grande da PAP).

2.1.3. Demarcação da parcela e medição de indivíduos

Para a demarcação desta parcela, usou-se o Truepulse calibrado com a declinação magnética de -10° . Na sequência, foi demarcada a primeira linha principal considerando o eixo Y, com a orientação SUL – NORTE. Com a fita métrica (de 100 metros) foram fixadas e alinhadas estacas com espaçamento de 20 m, numa distância de 100 metros.

Seguiu-se o alinhamento perpendicular à linha principal, considerando o eixo X, com a orientação OESTE – ESTE, marcada com a ajuda da bússola do GPS e do método do teorema de Pitágoras para se definir um ângulo recto no cruzamento das duas linhas (isto é, no ponto X e Y “0”). No segundo alinhamento as estacas foram colocadas com espaçamento de 10 metros com distância de 100 metros. Nestas posições com a ajuda de uma fita métrica de 100 m e uma corda de 10 m foram alinhados os eixos no sentido SUL-NORTE paralelos a linha principal, necessário para orientação e formação das subparcelas. A zona tampão foi demarcada ao longo do perímetro da PAP, com 25 m de comprimento em cada lado da PAP.

Deste modo, a parcela com o tamanho de 1 hectare (100 x 100) metros, ficou subdividida em 50 subparcelas de (10 x 20) metros, e cada subparcela recebeu a designação X₁, X₂, X₃...X₅₀, conforme a sua posição, considerando as direcções SUL – NORTE e OESTE–ESTE. Nestas subparcelas foram medidas todas as árvores adultas (DAP ≥ 10 cm) e nas subparcelas X₉, X₁₈, X₂₇, X₃₆ e foram medidos também indivíduos com DAP entre 5 e 10 cm (Figura 5).

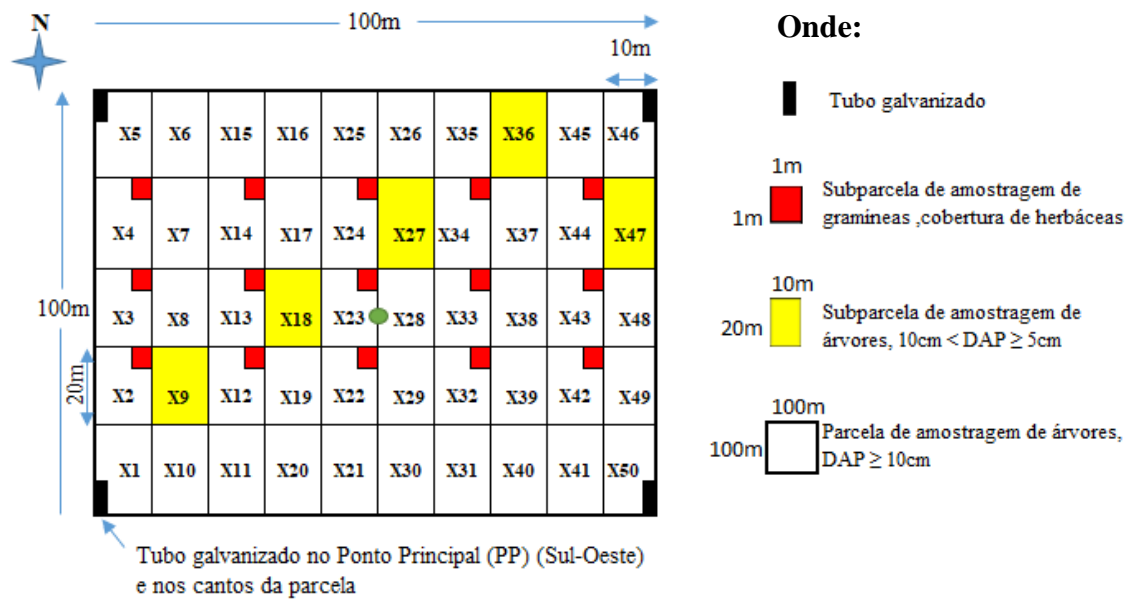


Figura 5: Modelo da parcela de amostragem permanente de 100 m x 100 m

A zona tampão foi demarcada ao longo do perímetro da PAP, com 25 m de comprimento em cada lado da PAP.

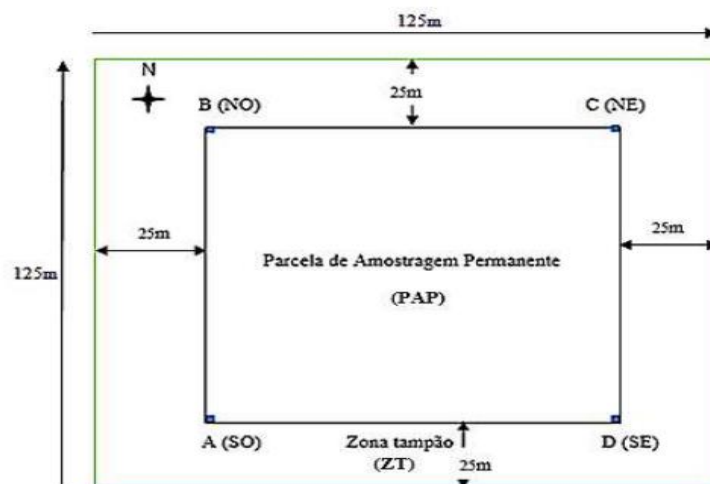


Figura 6: Zona Tampão (ZT) ao redor da PAP

Fonte: Fernandes et al., 2020

2.2. Colecta de dados

2.2.1. Colecta de amostras de solo

A metodologia de trabalho para a descrição de solos e recolha de amostras é a mesma descrita no Suplemento "Guião para colheita de amostras de solos nas parcelas de amostragem permanentes (FNDS, 2020), e consiste na localização do centro da parcela, donde a sondagem de referência é feita e posteriormente na zona tampão, ou seja, nos pontos (a, b, c, d), outra sondagem é feita para aferir a similaridade do solo com o da sondagem de referência no centro da PAP.

O perfil de referência de cada PAP foi aberto até uma profundidade de 1,50 m de profundidade, foi descrito segundo o manual de descrição de solos em uso na DARN (Comunicação N.º 74) e as amostras perturbadas e não perturbadas foram colectadas nas camadas (horizontes) identificadas durante a descrição. Os mini-perfis (I, II, III e IV) foram abertos na zona tampão, nos vértices de cada parcela no sentido S-N e seguindo os ponteiros do relógio tendo como ponto de partida o vértice A, ver Figura 7, o mais próximo do PP da parcela.

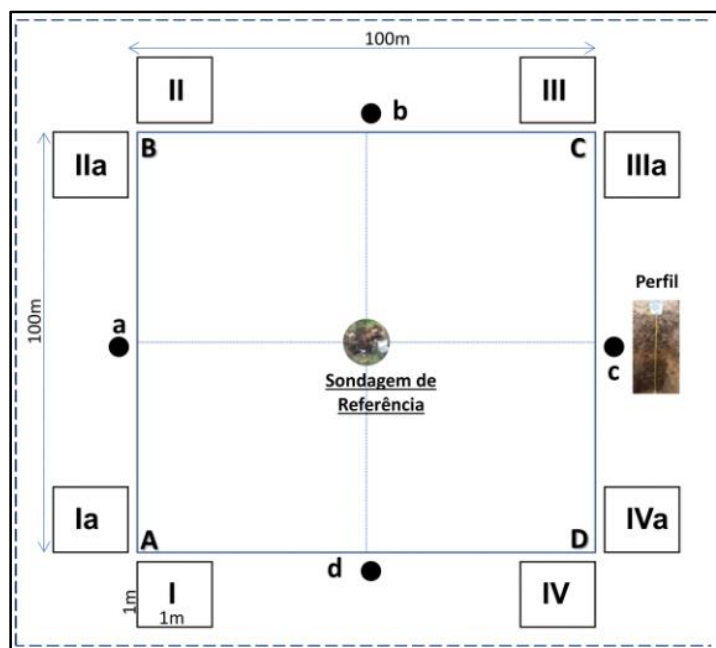


Figura 7: Representação gráfica de uma PAP, e os pontos de amostragem de solos

As sondagens de solo feitas no centro das parcelas, ou seja, sondagens de referência, determinaram a alocação dos perfis referência, nas três PAPs, no primeiro ponto de

verificação, ou seja, zona tampão, no ponto (a) segundo o diagrama representando uma PAP, ver Figura 7 e 8.

A amostragem nos perfis foi feita em função das camadas identificadas e dois tipos de amostras foram colectadas, as não perturbadas, estas para a determinação da densidade e as perturbadas para as análises das propriedades físicas e químicas do solo; enquanto que nos mini-perfis foram colectados os detritos orgânicos (uma amostra composta) nos 4 cantos, isto é, nas subparcelas I, II, III e IV), 3 amostras perturbadas compostas em três profundidades nomeadamente 0-10; 10-20 e 20-30 cm de profundidade, e 12 amostras não perturbadas, sendo 3 em cada mini-perfil nas mesmas profundidades. As amostras foram devidamente identificadas (código da PAP, localidade, distrito, profundidade etc.), transportadas e submetidas às devidas análises especializadas no laboratório de solos do IIAM-Sede.



Figura 8: Vista parcial da vegetação, termiteiras e sondagem de referência, PAP-NM04

As amostras de solo e de detritos orgânicos foram colectadas para análises laboratoriais e constituirão a base para a determinação da densidade aparente do solo dado que é um atributo fundamente na distribuição do sistema radicular das plantas e permitir o cálculo

do estoque de carbono e identificação da unidade de solo. Até ao momento da redacção do presente relatório, os dados laboratoriais ainda não estavam disponíveis.

A tabela 3 mostra de forma resumida, os tipos de amostras colectadas na PAP NM04, tanto no perfil do solo, assim como nos mini-perfis (I, II, III, IV).

Tabela 3: Tipo e número de amostras colectadas nas PAP NM04

Tipos de amostras colectadas				
Objecto de amostragem	Perturbadas	Não perturbadas ²	Detritos orgânicos	Lençol freático
PAP - NM04				
• Perfil	5	4	0	0
Mini-perfis (I, II, III,IV)	3	12	1	0
Total	8	16	1	0

2.2.2. Colecta de dados dos indivíduos arbóreos e/ou arbustivos na parcela

Os dados colectados em cada subparcela são: o diâmetro a altura do peito (DAP), situado a 1.30 m, porem, dependendo da qualidade do fuste, em casos previstos no manual, a altura da medição foi deslocada (pra cima ou pra baixo) e tomada a anotação da altura exacta onde se fez a medição, usando a fita diamétrica ou suta para arvores tombadas; as alturas comercial e totais foram tomadas com o uso de uma barra altimétrica ou hipsómetro; as distâncias x e y em relação a localização dos indivíduos dentro da subparcela, foram tomadas com auxilio de fitas métricas; a classificação da qualidade da árvore (vigor da copa, sanidade da árvore, qualidade do fuste e posição da copa) e a colecta de espécime.



² Para a determinação da densidade aparente do solo.



Figura 9: Colecta de espécimen e levantamento das variáveis na PAP NM04

2.3. Processamento e análise de dados

A análise de dados, seguiu os passos definidos por Fernandes *et al.* (2020). Para esta fase, as análises consistiram numa análise descritiva e parcial dos dados qualitativos e quantitativos, e o cálculo das estruturas horizontal (EH), vertical (EV) e composição florística dos indivíduos acima de 5 cm de DAP. Para determinação dos diferentes parâmetros da EV e EH, usou-se a subparcela como unidade amostral.

2.3.1. Composição florística

Para estimar a diversidade florística, foram utilizados os índices de diversidade de *Shannon-Weaver* (H'), *Dominância de Simpson* (C), *Diversidade Máxima* (H'_{max}), *Equabilidade de Pielou* (J), *Coefficiente de mistura de Jentsh* (QM) e *riqueza de espécies* (S). Para o cálculo da riqueza de espécie baseou-se no número total de espécies das subparcelas, para tal, construiu-se uma tabela para valores de espécies observadas e o, número de individuo de cada espécie. Para o índice de diversidade de *Shannon-Weaver* quanto maior for o valor do índice, maior será a diversidade florística da área em estudo. Os valores da *dominância de Simpson* variam de 0 (zero) a 1 (um), e quanto mais próximo de 1 (um) maior será a diversidade da comunidade. Para a *equabilidade de Pielou*, quanto maior o valor de J , maior será a diversidade florística da área em estudo, apresentando amplitude de 0 (uniformidade mínima) e 1 (uniformidade máxima). As fórmulas usadas para cálculo de cada diversidade estão descritas na Tabela 4.

Tabela 4: Equações utilizadas nos cálculos dos índices de diversidade e equabilidade

Parâmetro	Abrev.	Fórmula
Diversidade de Shannon-Weaver	H'	$H' = - \sum_{i=1}^S P_i * \ln(p_i)$
Dominância de Simpson	C	$C = 1 - \frac{\sum_{i=1}^S n_i * (n_i - 1)}{N * (N - 1)}$
Diversidade Máxima	H' max	$H'_{max} = \ln(S)$
Equabilidade de Pielou	J	$J = \frac{H'}{H'_{max}}$
Coefficiente de mistura de Jentsh	QM	$QM = \frac{S}{N}$

Onde: H' = diversidade de *Shannon*; pi = ni/N, ou seja, densidade relativa da i-ésima espécie por área; ni = número de indivíduos da espécie i; N = número total de indivíduos; ln = logaritmo neperiano; C = dominância de *Simpson*; S = número total de espécies amostradas; H' max = diversidade máxima; J = equabilidade de *Pielou*; Q = coeficiente de mistura de *Jentsch*.

2.4.2. Estrutura horizontal

A estrutura horizontal foi analisada através da frequência, densidade, dominância em forma de valores absolutos e relativos, índice de valor de importância (IVI) e distribuição diamétrica. Para calcular a importância ecológica (IVI) de cada espécie dentro da parcela, combinou-se os parâmetros relativos de estrutura horizontal nomeadamente, a frequência, abundância e dominância para gerar o índice de valor de importância (IVI) e índice de valor de cobertura (IVC) (Müeller-dombois & Ellenberg, 1974), descritos na Tabela 6.

Tabela 5: Fórmulas usadas no cálculo dos parâmetros de estrutura horizontal

Parâmetro	Abrev.	Fórmula	Unidade
Frequência absoluta	FA	$FA_i = p_i / P_t * 100$	%
Frequência relativa	FR	$FR_i = FA_i / \sum_{i=1}^S FA_i * 100$	%

Abundância absoluta	ABA	$ABA_i = n_i/A$	$n \cdot ha^{-1}$
Abundância relativa	ABR	$ABR_i = ABA_i / \sum_{i=1}^S ABA_i * 100$	%
Dominância absoluta	DoA	$DoA_i = G_i/A$	$m^2 \cdot ha^{-1}$
Dominância relativa	DoR	$DoR_i = DoA_i / \sum_{i=1}^S DoA_i * 100$	%
Índice de valor de importância	IVI	$IVI_i(\%) = DR_i + DoR_i + FR_i$	%
Índice de valor de cobertura	IVC	$IVC_i(\%) = DR_i + DoR_i$	%

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 = Sub-parcela com a presença da espécie i ; P_t = número total de sub-parcelas.

2.4.3. Determinação da distribuição diamétrica

A distribuição diamétrica de um povoamento florestal corresponde ao número de árvores, por hectare, e por classe de diâmetro, independentemente das espécies. Já a distribuição diamétrica da espécie é o número de árvores, por hectare, e por classe de DAP, para a i -ésima espécie. Na avaliação da estrutura diamétrica os dados correspondentes ao número de árvores, foram organizados em classes de diâmetros com amplitude de 5 cm.

2.4.4. Estrutura Vertical

A análise da estrutura horizontal e vertical, juntas, fornecem resultados mais precisos sobre a importância ecológica da espécie na comunidade florestal. Na estrutura vertical foi considerada a posição sociológica absoluta e relativa por espécie na comunidade vegetal, conforme recomenda (Finol, 1971).

2.4.5. Posição sociológica

Os parâmetros fitossociológicos da estrutura vertical englobam a posição sociológica, que fornece a composição florística dos diferentes estratos verticais da floresta e/ou povoamento. Com isso, para estudar a posição sociológica de cada espécie na comunidade vegetal é necessário, primeiro, estabelecer estratos de altura total dos indivíduos, depois, calcular o valor fitossociológico de cada estrato e, por fim, obter as estimativas dos valores absolutos e relativos da posição sociológica (Simões, 2017). O número de estratos ocorrentes na floresta é uma peculiaridade do povoamento, relacionada às diferenças em composição de espécies, relações competitivas, restrições ambientais e perturbações antrópicas ou naturais (Simões, 2017).

A análise da posição sociológica indica a importância da espécie, assim como sua participação nos estratos verticais da floresta. Neste trabalho, foram utilizados três estratos de altura total (Ht) para estimar a posição sociológica absoluta por espécie na comunidade vegetal, conforme as fórmulas abaixo:

1. Estrato Inferior: Árvore com $Ht < (Hm - 1S)$;
2. Estrato Médio: Árvore com $(Hm - 1S) \leq Ht < (Hm + 1S)$;
3. Estrato Superior: Árvore com $Ht \geq (Hm + 1S)$.

Onde: Hm = média das alturas totais (Ht) dos indivíduos amostrados; S = desvio padrão das alturas totais (Ht) dos indivíduos amostrados; e Ht = altura total do i-ésima árvore individual.

Após a classificação das alturas das árvores nos respectivos estratos (inferior, médio e superior), as estimativas de Posição Sociológica Absoluta (PSA_i), Posição Sociológica Relativa (PSR_i) e Índice de Valor de Importância Ampliado (IVIA), por espécie, foram obtidos pelo emprego das seguintes expressões:

$$PSA_i = \sum_{j=1}^J \left(\frac{N_j}{N} \right) * N_{ij} \quad PSR_i = \frac{PSA_i}{\sum_{i=1}^S PSA_i} * 100 \quad IVIA = IVI_i + PSR_i$$

Onde: PSA_i = posição sociológica absoluta da i-ésima espécie; N_j = número de indivíduos do i-ésimo estrato; N = número total de indivíduos de todas as espécies, em todos os estratos; N_{ij} = número de indivíduos da i-ésima espécie no i-ésimo estrato de altura; PSR_i = posição sociológica relativa da i-ésima espécie, expresso em percentagem.

2.4.6. Estrutura interna

Partindo do mesmo conceito de posição sociológica, pode-se analisar a distribuição dos indivíduos e das espécies frente a outros agrupamentos. A estrutura interna da floresta avalia essa distribuição com relação a grupos que indicam a qualidade do fuste e complementa a análise estrutural da floresta, sendo um indicador do valor económico da floresta. A estrutura interna da floresta é determinada com o emprego da seguinte expressão:

$$QAF_i = \sum_j^m n_{ij} * \frac{N_j}{N} \quad QRF_i = \frac{QAF_i}{\sum_i^m QAF_i} * 100$$

Onde: m = número de estratos; N_j = número de indivíduos no j-ésimo estrato; N = número total de indivíduos amostrados; QAF_i = qualidade absoluta do fuste na i-ésima espécie; QRF_i = qualidade relativa do fuste na i-ésima espécie.

2.4.7. Relações hipsométricas

No inventário florestal, a relação hipsométrica pode ser usada para fornecer as alturas das árvores com base na medição apenas do diâmetro. A relação hipsométrica, ou relação entre o diâmetro e altura das árvores é regulada geneticamente, por tanto, só faz sentido quando analisada para uma espécie e varia principalmente em função do sítio, idade e densidade arbórea. Assim, é fácil observar que espécies distintas podem ter valores de relação altura-diâmetro diferentes (Finger, 2006).

Para modelar a relação hipsométrica (H-D) em dados da parcela NM01 foram utilizados modelos não lineares amplamente divulgados na literatura florestal. Os modelos utilizados nos ajustes das equações estão compilados na Tabela 6.

Tabela 6: Funções matemática utilizadas na modelação da relação H-D na PAP NM04

Id	Nome da Função	Equação
1	Curtis	$h = 1,3 + \beta_0 (d/(1 + d))^{\beta_1}$
2	Naslund	$h = 1,3 + \frac{d^2}{(\beta_0 + \beta_1 d)^2}$
3	Meyer	$h = 1,3 + \beta_0 (1 - e^{-\beta_1 h})$
4	Michailoff	$h = 1,3 + \beta_0 e^{-\beta_1 d^{-1}}$
5	Wykoff	$h = 1,3 + \exp\left(\beta_0 + \frac{\beta_1}{d + 1}\right)$

h: altura total das árvores (m); d: diâmetro à altura do peito (cm); $\beta_0, \beta_1, \beta_2$: parâmetros a estimar; e: base do logaritmo natural (2,71828); 1,3 é uma constante utilizada para considerar que o diâmetro à altura do peito é medido a 1,3 m acima do solo.

Os procedimentos de modelagem foram feitos no ambiente R (R Core Team, 2022; RStudio team, 2022), utilizando basicamente o pacote nlme (Pinheiro *et al.*, 2019). Para a modelação dos dados foram estruturas em função das 50 sub-parcelas e recorrendo a função *groupedData* do pacote nlme, conforme descrito por Mehtatalo *et al.* (2015) ou Patrício *et al.* (2022). Após o agrupamento foi usada a função *nlsList* para explorar o comportamento inicial dos diferentes modelos a todas as sub-parcelas em simultâneo.

Na etapa seguinte procedeu-se com a selecção dos modelos usando a função *NLME*. Para tal foram tidos em conta os valores do critério de informação de Akaike (AIC) (Sakamoto *et al.*, 1986), do critério de informação bayesiano (BIC) (Schwarz, 1978), média dos resíduos (Mres), desvio padrão residual (RMSE) e coeficiente de determinação ajustado (R^2_{ajust}). A escolha do melhor modelo entre as diferentes funções matemáticas, foi tida em conta os valores mais baixos de todas as estatísticas associadas a um determinado modelo, e no caso do coeficiente de determinação ajustado, quanto maior o valor, tanto melhor.

2.4.8. Distribuição espacial das espécies de interesse

Para avaliar a distribuição espacial das espécies na área de estudo foram utilizados os índices de dispersão de Payandeh (P_i), Hazen (I_{Hi}) e Morisita (IM_i).

Para o índice de Agregação de Payandeh, a classificação do padrão de distribuição espacial dos indivíduos obedece a seguinte escala: $P_i < 1$ (distribuição aleatória); $1 \leq P_i \leq 1,5$ (tendência ao agrupamento) e $P_i > 1,5$ (distribuição agregada ou agrupada). As espécies com menos de dois indivíduos nas amostras foram desconsideradas por apresentarem sempre distribuição não-agrupada. O valor encontrado para Payandeh foi determinado pela seguinte expressão:

$$P_i = \frac{S_i^2}{M_i}$$

Onde: P_i = índice de Payandeh; S_i^2 = variância do número de indivíduos da espécie por parcela; M_i = média do número de indivíduos da espécie.

O método de Hazen faz uso de seguinte expressão:

$$IHi = \frac{S^2}{\bar{x}} (n - 1)$$

Onde: IHi = índice se Hazen; S^2 = variância; \bar{x} = média do número de indivíduos da espécie; n = número de observações.

Quando o IHi é maior que o valor de Qui-quadrado (X^2) a um nível de 0,99 de probabilidade, existe um factor influente na dispersão das espécies, considerando-se então que existe agrupamento; Quando o IHi é menor que o valor de Qui-quadrado (X^2) a 0,75 de probabilidade, a distribuição da espécie deve ser considerada como não agrupada; e quando o IHi é menor que o valor de Qui-quadrado (X^2) a 0,99 de probabilidade e maior ou igual que o valor de X^2 a 0,75 de probabilidade, considera-se que a espécie tem tendência ao agrupamento.

Para comprovar ou rejeitar a hipótese de aleatoriedade da distribuição espacial das espécies na regeneração natural e estrato adulto, utilizou-se o Índice de Morisita (IMi), por ser pouco influenciado pelo tamanho da unidade de amostra e apresentar excelente qualidade na detecção do grau de dispersão, sendo estimado pela expressão:

$$IM_i = \frac{n * (\sum X^2 - N)}{N(N - 1)}$$

Onde: IM= Índice de Morisita da i-ésima espécie; ni = número total de parcelas amostradas; N = número total de indivíduos, contidos nas n parcelas; X^2 = quadrado do número de indivíduos por parcela.

Se IMi = 1,0, infere-se que a i-ésima espécie tem padrão de distribuição espacial aleatório; se IMi < 1,0, o padrão de distribuição espacial da i-ésima espécie é uniforme ou regular; e se IMi > 1,0, o padrão de distribuição é agregado.

2.4.9. Identificação botânica

Em cada subparcela, as espécies colectadas foram identificadas pelos seus nomes locais e científicos provisórios, descritas suas características, etiquetadas, prensadas e posterior secagem em campo. No caso do desconhecimento deles, devido à falta de material botânico ou por serem espécies menos conhecidas pelos técnicos e/ou população local, o

espécime era considerado “não determinado”. Todas as amostras foram posteriormente encaminhadas para o herbário nacional (LMA – IIAM) para a sua identificação final e servirem como espécimes de referência. Para a identificação dos indivíduos arbóreos em campo, usou-se o livro “*Trees and Shrubs of Mozambique*” (Burrows *et al.*, 2018) auxiliando-se a chaves dicotômica do livro “*Trees of Southern Africa*” (Wyk & Wyk, 2013).

De igual modo foram também colhidos /registados os espécimes de plantas do estrato herbáceo e das espécies mais comum na área da parcela sem necessariamente terem sido estabelecidas as 15 sub-parcelas de 1m x 1m.

A não recolha de espécimes dos outros indivíduos deveu-se a: (i) elevada altura das árvores, que impossibilitou a recolha, caducidade e mortalidade dos indivíduos.

De acordo com as técnicas universais de colheitas deveriam ter sido colhidas somente espécies com elementos (material) férteis (flores, frutos ou ambos) como regra universal da identificação taxonómica. Contudo, devido a necessidade da identificação de todos os indivíduos da parcela, foram colhidos para além de espécies com material fértil, as que não continham o material fértil. Quanto aos indivíduos mortos, não foi possível a sua colheita, mas foram identificadas no campo pelo seu nome provisório (nomes vernaculares) com ajuda do pisteiro, e para o caso das que se encontravam na mesma base com as outras vivas utilizava-se o exemplar da espécie viva para servir como amostra. Para as espécies impossíveis de colher o material botânico devido a altura das árvores, tomou-se como base as árvores da mesma espécie previamente colhidas e com o auxílio de um par de binóculos observou-se atentamente a disposição e forma das folhas para questões de confirmação.

2.4.10. Análise qualitativa das árvores

Para além da medição dos parâmetros dendrométricos como altura e DAP dos indivíduos adultos e juvenis, foram também avaliados os parâmetros qualitativos relativos ao vigor e sanidade da árvore, qualidade do fuste e à posição da copa em relação à luz. Para esta avaliação, foi usada uma pontuação de acordo com as recomendações de Fernandes *et al.* (2020).

Para a presente parcela foram colhidos 94 espécimes do total de 233 indivíduos medidos na parcela. A não recolha de espécimes dos outros indivíduos deveu-se a: (i) elevada altura das árvores, que impossibilitou a recolha, repetição dos mesmos indivíduos/espécies na subparcela e mortalidade dos indivíduos. Para as espécies difíceis de colher o material botânico devido à altura das árvores, tomou-se como base as árvores da mesma espécie previamente colhidas e com o auxílio de um par de binóculos observou-se atentamente a disposição e forma das folhas.

3. RESULTADOS

3.1. Caracterização da PAP

Esta parcela está a cerca de 45 km da vila sede de Mecula, 10 km do acampamento de Mariri e 1500 m da estrada. A parcela apresenta fechamento de dossel com espécies do género *Julbernardia globiflora* e *Diplorhynchus condylocarpon* sendo as dominantes.

A caminho da parcela, ao longo da estrada, concretamente à 500m da parcela nota-se uma grande quantidade de locais de abeberamento e ocorrência de animais, sendo que a fauna é muito rica na região circundante onde foi estabelecida a parcela. Dentro da parcela não houve observações directas de ocorrência de animais, sendo que a existência de alguns animais foi confirmada com a observação de excrementos de animais no local. A vegetação está no seu estado natural, classificada como floresta semi-decídua a decídua; a cobertura do capim é variável, sendo inferior a 15%.



Figura 10: Flora da PAP NM04 e fauna da área circunvizinha

Quanto à influência humana, há observância de vestígios de queimadas evidentes nos troncos de algumas espécies de árvores, mas não em grande escala.

3.2. Análise de solos

O solo da PAP-NM04 é localmente conhecido como '*N'sanga we Tchejeu*' ou '*N'sanga weruela*', à semelhança ao da PAP anterior, este é constituído por materiais não consolidados, desenvolvido a partir da meteorização '*in situ*' da rocha mãe, sobre rocha sedimentar básica. Na parcela, e de forma isolada, ocorrem algumas termiteiras com aproximadamente 5 m de diâmetro e 2-3 m de altura; não há ocorrência de afloramentos rochosos; há sinais de pouca erosão / deposição de tipo laminar; e as crostas são finas (< 2 mm) a médias (2-5 mm); a cobertura vegetal do estrato herbáceo estima-se que esteja

abaixo dos 15%. E foram observadas poucas conchas isoladas de caracól gigante na superfície do solo.

A drenagem do solo é descrita como sendo moderada (interna: moderada, e o escoamento superficial é lento). Não há sinais de ocorrência de inundações, no momento da observação o solo apresentava-se completamente seco ao longo do perfil e a profundidade efectiva tem uma ligeira limitação, ou seja, cascalho solto fino (0,2-0,6 cm) a médio (0,6-2 cm) a partir da 5a camada, isto é, aos 87 cm de profundidade e pressupõe-se que este esteja assente sobre a rocha mãe em meteorização.

Em geral, o solo é classificado como moderadamente profundo (50-100 cm de profundidade efectiva); com uma coloração que varia de castanho a castanho avermelhado no solo superficial (topsolo) a vermelho no subsolo; não apresenta manchas em todo o perfil; a textura varia de arenoso-franca a franco-arenosa (solo superficial), gradualmente aumenta o teor de argila com a profundidade, à argilo-arenosa (subsolo); a estrutura dos agregados varia de moderada a forte, fina-média a média-grosseira, anisotrófica subangulosa; duro quando seco, muito friável quando húmido, não a pouco pegajosa e não a pouco plástica quando molhado; sem películas; sem cimentação e/ou compactação; apresenta muitos poros finos e muito finos; sem películas; sem nódulos minerais; poucos a comuns, finos e médios fragmentos rochosos de quartzo no subsolo; alguns túneis e cavidades abertas e não especificadas, estes, diminuem com a profundidade; poucas raízes grosseiras e muitas muito finas e finas.

O perfil de referência para a descrição do solo nesta PAP foi aberto e descrito na latitude 12° 10' 24.4" Sul e longitude 38° 11' 26.5" Este; elevação: 243 m, Zona Tampão Norte (ZT-N).

Os mini-perfis abertos nos quatro vértices Zonas Tampão S-N da parcela localizam-se nas coordenadas seguintes:

- NM04-I: Latitude 12° 10' 28,7" Sul; Longitude 38° 11' 25,5 Este;
- NM04-II: Latitude 12° 10' 25,0" Sul; Longitude 38° 11' 25,0" Este;
- NM04-III: Latitude 12° 10' 24,7" Sul; Longitude 38° 11' 28,1" Este; e
- NM04-IV: Latitude 12° 10' 28,2" Sul; Longitude 38° 11' 28,7 Este.

3.2.1. Descrição do perfil

PAP - NM04

Código do perfil: NM04-PAP

Data: 04 de Junho de 2022.

Unidade de solos: VM/VG

Coordenadas: 12° 10' 24.4''S e 38° 11' 26.5''E

Área de levantamento: RE- Niassa

Altitude: 243 m

Localização: Reserva Especial do Niassa,
Posto Administrativo de Mecua, Distrito de Mecula,
Localidade de Mbamba, Mariri, Província do Niassa.

Nome local do solo: *N'sanga we Tchejeu*.

Autores: *Jacinto Mafalacusser, Munir Jossob.*

Topografia: Quase plana (0.5-2%).

Classificação WRB 2006: *Ferric lixisols.*

Fisiografia: Planície de denudação.

Uso de terra: Reserva florestal/Fauna bravia.

Elemento fisiográfico: Interflúvio.

Influência humana: Sinais de queimadas.

Culturas: Sem culturas.

Vegetação: Bosque semi-aberto.

Posição: Parte intermédia do declive.

Cobertura de capim: 0 (0-15%).

Declive: Classe 1 (1-2%); **Forma:** Directa.

Material de origem: Rocha meteorizada "*in situ*" –
Sobre rocha sedimentar derivado de rocha básica?.

Lençol freático: Não observado

Drenagem: Moderada (moderada / lenta).

Micro-topografia: Plano.

Profundidade efectiva: Muito profunda.

Inundação: Sem

Afloramento de rochas: Sem.

Humidade: seco 150+ cm.

Pedras superficiais: Sem (0%).

Selagem/crosta: Finas e médias.


Bacia hidrográfica: Lugenda.

Erosão: Sem erosão e/ou deposição.

3.2.2. Caracterização dos horizontes

Tabela 7: Descrição dos horizontes do perfil do solo

Horizonte	Profundidade (cm)	Descrição
A1	0-14	Castanho (7.5YR 4/4) quando seco, castanho (7.5YR 3/2) quando húmido; sem manchas; franco-arenoso; moderada, fina a média, anisforme subanguloso; duro quando seco e muito friável quando húmido, não pegajoso e não plástico quando molhado; sem películas; sem cimentação e/ou compactação; comuns poros grosseiros e comuns finos e médios; sem fragmentos rochosos; sem nódulos minerais; sem efervescência; comuns cavidades de tipo túneis e não especificadas; muitas raízes muito finas e finas, limite gradual (5-15 cm) e plano. <i>Amostra perturbada: NM04-1 (0-14 cm); amostra não perturbada: NM04-1 (0-14 cm).</i>
A2	14-26	Castanho avermelhado (5YR 5/4) quando seco, castanho avermelhado escuro (5YR 4/4) quando húmido; sem manchas; franco-argilo-arenoso; forte, média a grosseira, anisforme subanguloso; duro quando seco, muito friável quando húmido, pouco pegajoso e não plástico quando molhado; raras pouco distintas películas de argila nos poros; sem cimentação e/ou compactação; muitos poros finos e médios; sem fragmentos rochosos; sem nódulos minerais; sem efervescência; comuns túneis e cavidades não especificadas; muitas raízes muito finas e finas; limite gradual (5-15 cm) e

<p>Bt1</p>	<p>26-48</p>	<p>plano. <i>Amostra perturbada: NM04-2 (14-26 cm); amostra não perturbada: NM04-2 (14-26 cm).</i></p> <p>Vermelho (2.5YR 4/6) quando seco, castanho avermelhado escuro (2.5YR 3/4) quando húmido; sem manchas; franco-argilo-arenoso; forte, média a grosseira, anisoforme subanguloso; ligeiramente duro quando seco, muito friável quando húmido, pegajoso e plástico quando molhado; comuns, pouco distintas películas, de argila nos poros; sem cimentação e/ou compactação; muitos poros finos e médios; sem fragmentos rochosos; sem nódulos minerais; sem efervescência; comuns túneis e cavidades não especificadas; comuns raízes finas e médias; limite gradual (5-15 cm) e plano. <i>Amostra perturbada: NM04-3 (26-48 cm); amostra não perturbada: NM04-3 (26-48 cm).</i></p>
<p>Bt2</p>	<p>48-87</p>	<p>Vermelho (2.5YR 4/6) quando seco, castanho avermelhado escuro (2.5YR 3/4) quando húmido; sem manchas; argilo-arenoso; forte, média a grosseira, anisoforme subanguloso; duro quando seco, muito friável quando húmido, pegajoso e plástico quando molhado; comuns, pouco distintas películas de argila nos poros; sem cimentação e/ou compactação; muitos poros finos e médios e pouco grosseiros; sem fragmentos rochosos; sem nódulos minerais; sem efervescência; comuns túneis e cavidades não especificadas; poucas raízes finas e médias; limite nítido (2-5 cm) e ondulado. <i>Amostra não perturbada: NM04-4 (48-87 cm) e amostra perturbada: NM04-4 (48-87 cm).</i></p> 
<p>BC</p>	<p>87-110</p>	<p>Vermelho (2.5YR 4/6) quando seco, castanho avermelhado escuro (2.5YR 3/4) quando húmido; sem manchas; argilo-arenoso³; moderada, fina a média, anisoforme subanguloso; duro quando seco, muito friável quando húmido, pouco pegajoso e pouco plástico quando molhado; raras, pouco distintas películas de argila nos poros; sem cimentação e/ou compactação; muitos poros finos e médios e poucos grosseiros; muito cascalho fino arredondado, fresco de quartzo; sem nódulos minerais; sem efervescência; comuns túneis e cavidades não especificadas; poucas raízes finas e médias; limite nítido (2-5 cm) e ondulado. <i>Amostra não perturbada: NM04-5 (87-110 cm).</i></p>
<p>CB</p>	<p>110-150⁺</p>	<p>Vermelho (2.5YR 4/6) quando seco, castanho avermelhado escuro (2.5YR 3/4) quando húmido; sem manchas; argilo-arenoso⁴; moderada, fina a média, anisoforme subanguloso; duro quando seco, muito friável quando húmido, pouco pegajoso e pouco plástico quando molhado; raras, pouco distintas películas de argila nos poros; sem cimentação e/ou compactação; muitos poros finos e médios e poucos grosseiros; muito cascalho fino arredondado, fresco de quartzo; sem nódulos minerais; sem efervescência; poucas raízes finas. <i>Amostra não perturbada: NM04-6 (110 – 150⁺ cm).</i></p>

³ areia muito grossa e cascalho fino.

⁴ areia muito grossa e cascalho muito fino.

3.3. Composição florística

3.3.1. Riqueza de espécies

A Tabela 8 apresenta a lista de plantas vasculares identificadas até ao presente momento. Nesta parcela foram colhidos 94 espécimes do total de 233 indivíduos medidos. A lista de plantas vasculares identificadas até ao presente momento pode ser visualizada na Tabela 8.

Foram identificadas através dos nomes científicos 31 espécies de plantas e 3 não foram possíveis de identificar. As espécies identificadas são pertencentes a 13 famílias botânicas, sendo a família Fabaceae a mais destacada, com maior número de espécies (11) e indivíduos (105). Dentro da família Fabaceae, a subfamília Caesalpinioideae apresentou 84 indivíduos correspondentes a 7 espécies, e o restante dos indivíduos pertence a subfamília Papilionoideae (Tabela 8 e 9).

Tabela 8: lista de espécies de Plantas vasculares encontradas na parcela NM04

Família (subfamília)	Nome científico	Nome local	Forma de vida	Nº de Ind
Fabaceae (Caesalpinioideae)	<i>Julbernardia globiflora</i>	Ntxenga	Árvore	61
Fabaceae (Caesalpinioideae)	<i>Burkea africana</i>	Nkalati	Árvore	15
Fabaceae (Caesalpinioideae)	<i>Erythrophleum africanum</i>	Ndjembe	Árvore	2
Fabaceae (Caesalpinioideae)	<i>Cassia abbreviata</i>	Ntxanamila	Árvore	2
Fabaceae (Caesalpinioideae)	<i>Brachystegia sp</i>	Nkazangumba	Árvore	2
Fabaceae (Caesalpinioideae)	<i>Senna petersiana</i>	Nteveleve	Arbusto	1
Fabaceae (Caesalpinioideae)	<i>Tamarindus indica</i>	Nkwezu	Árvore	1
Fabaceae (Papilionoideae)	<i>Baphia massaiensis</i>	Ntemetxe	Árvore	13
Fabaceae (Papilionoideae)	<i>Philenoptera bussei</i>	Nang'olo	Árvore	5
Fabaceae (Papilionoideae)	<i>Dalbergia melanoxyton</i>	Mpingo	Árvore	2
Fabaceae (Papilionoideae)	<i>Pterocarpus angolensis</i>	Ntumbati	Árvore	1
Combretaceae	<i>Terminalia sericea</i>	Ntxizú chamuana	Árvore	15
Combretaceae	<i>Terminalia stenostachya</i>	Ntxizú cha kulungwa	Árvore	10
Combretaceae	<i>Combretum molle</i>	Txicozi cha ng'ondo	Árvore	11
Combretaceae	<i>Pteleopsis myrtifolia</i>	Nepa	Árvore	15
Combretaceae	<i>Combretum adenogonium</i>	Natxolove	Árvore	5
Combretaceae	<i>Combretum sp</i>	Nkolonhondjo	Árvore	3
Combretaceae	<i>Combretum sp1</i>	Njini	Árvore	2
Combretaceae	<i>Combretum sp2</i>	Kapalapala	Árvore	2
Phyllanthaceae	<i>Pseudolachnostylis maprouneifolia</i>	Ndzoló	Árvore	16
Apocynaceae	<i>Diplorhynchus condylocarpon</i>	Ntomoni	Árvore	8
Strychnaceae	<i>Strychnos madagascariensis</i>	Ngulu-ngulu	Árvore	7
Strychnaceae	<i>Strychnos spinosa</i>	Ntonga	Árvore	1
Anacardiaceae	<i>Sclerocarya birrea</i>	Ngongo	Árvore	7
Ebenaceae	<i>Diospyros kirkii</i>	Ndzakala	Árvore	6
Rubiaceae	<i>Catunaregam stenocarpa</i>	Ndzondoca	Árvore	4
Rubiaceae	-	Nteteleka	Árvore	2
Desconhecida	Desconhecida 1	Mpope	Árvore	6

Burseraceae	<i>Commiphora mossambicensis</i>	Txicolola cha kulungwa	Árvore	3
Sterculiaceae	<i>Sterculia quinqueloba</i>	Ngossa	Árvore	1
Linaceae	<i>Hugonia orientalis</i>	Nkotimo	Árvore	1
Ochnaceae	<i>Brackeridgea zanguebarica</i>	Nungamo	Árvore	1
Bignoniaceae	<i>Markhamia zanzibarica</i>	Ncoconazimba	Árvore	1
Desconhecida	Desconhecida 2	Mpinji	Árvore	1
N=13*	N=31/34*	N=34		N=233

* O número de famílias e espécies poderá aumentar assim que ter-se as identificações definitivas das 3 espécies em dúvida.

Num estudo realizado por AMADE (2016) na REN, 85 espécies pertencentes a 20 famílias foram encontradas em 50 parcelas de 30 m de diâmetro cada (0.071ha). A diferença na riqueza específica deve-se primariamente a diferença no tamanho das áreas inventariadas, 3.55 hectares para o estudo supracitado e 1 hectare no presente estudo, bem como a forma das unidades amostrais utilizadas. As actividades antropogénicas, critérios de inclusão (DAP mínimo) de indivíduos também contribuem para diferenças na riqueza específica nos ecossistemas do miombo.

A presença marcante das espécies da família Fabaceae quando considerada como um só táxon está associada à capacidade em competir com espécies de outras famílias em solos de baixa fertilidade, que é característico deste bioma (KALABA *et al.*, 2013).

Outras famílias de destaque em termos de número de indivíduos foram, Combretaceae, Phyllanthaceae com 63 e 16 indivíduos respectivamente. No que se refere ao número de espécies, a família Combretaceae com 8 espécies, é a segunda destacada depois da Fabaceae (Tabela 8).

Tabela 9: Famílias e géneros encontrados na parcela NM04

Família	Nº de Indivíduos	Nº de espécies	Nº de géneros
Fabaceae	105	11	11
Combretaceae	63	8	3
Phyllanthaceae	16	1	1
Apocynaceae	8	1	1
Strychnaceae	8	2	1
Anacardiaceae	7	1	1
Ebenaceae	6	1	1
Rubiaceae	6	2	2
Burseraceae	3	1	1
Sterculiaceae	1	1	1
Linaceae	1	1	1
Ochnaceae	1	1	1
Bignoniaceae	1	1	1
Desconhecida 1	6	1	1
Desconhecida 2	1	1	1
N=13*	N=233	N=31/34*	N=25/28*

Nas 15 subparcelas estabelecidas de regeneração não-estabelecida, foram colhidos espécimes (todas não identificadas cientificamente em campo) de plantas para posterior identificação. Foram observadas espécies lenhosas, herbáceas e gramíneas e até ao momento da redacção do presente relatório todas ainda carecem de identificação tanto vulgarmente, como cientificamente a nível do Herbário LMA pelo simples facto de não possuírem elementos botânicos.

3.3.2 Diversidade florística

Os valores referentes aos índices da diversidade florística da parcela NM04 são apresentados na Tabela 10. A diversidade de espécies arbóreas obtida com o estimador do índice de Shannon-Weaver (H'), foi de 2.74 nats/ind, indicando diversidade alta da parcela. ISANGO (2007) e SHIRIMA *et al.*, (2011) citados por AMADE (2016), estudando a vegetações do miombo sob mesmas condições climáticas do presente estudo, porém manejadas e protegidas de distúrbios, encontraram valores de H' relativamente baixos (1.29-1.32 nats/ind) e (1.9-2.2 nats/ind) respectivamente.

O índice de Shannon-Weaver (H') aqui obtido indica diversidade alta da floresta de Miombo de acordo com BARBOUR *et al.* (1998). De acordo com estes autores, ecossistemas com valores de H' maiores que 2 nats/ind são considerados de alta diversidade.

Os resultados do presente estudo são inferiores aos obtidos por AMADE (2016), que ao estudar a Dinâmica da vegetação arbórea e influência da frequência de queimadas no incremento das florestas do miombo da Reserva Nacional do Niassa entre 2005 e 2015 em 50 parcelas de 30 m de diâmetro cada (0.071ha), obteve índice de Shannon-Weaver (H') de 3.34 a 3.35 nats/ind.

De referir que, o índice de diversidade de Shannon-Weaver da PAP NM04 não representa a área toda da REN pois o tamanho de amostras ideal ainda não foi atingido/inventariado. Para além do motivo acima mencionado, as diferenças na diversidade e riqueza de espécies entre áreas pode ter diversas razões, dentre elas, a pressão antrópica, regimes pluviométricos e o estágio sucessional.

Para DURIGAN (1999) e GARCÍA (2010), os valores deste índice variam entre 1.50 e 3.50 e raramente ultrapassa 4.50, sendo que, quanto melhor distribuídos os indivíduos entre as espécies, maior a diversidade florística da comunidade.

Tabela 10: Índices da diversidade florística da parcela NM03, Reserva Especial do Niassa.

Shannon	Simpson	EqMáxima	Pielou	Jentsch
2.74	0.88	3.43	0.8	0.16

O índice de Simpson foi considerado alto, apresentando 0,88 para a parcela NM04 (tabela 10), indicando maior probabilidade de os indivíduos serem da mesma espécie, ou seja, maior a dominância e menor diversidade. BILA *et al.* (2019), no seu estudo sobre associações de espécies arbóreas em um ecossistema de Miombo no Parque Nacional das Quirimbas (PNQ), obtiveram valores de diversidade de Simpson na ordem de 0.931, 0.935 e 0.926 para os distritos de Quissanga, Macomia, Ancuabee Meluco respectivamente. O valor de simpson para a presente PAP é relativamente inferior ao do obtido pelos autores supracitados.

No estudo acima mencionado, a área foi dividida em 3 sectores altitudinais (0-200 m, 201-400 m e 401-800 m), e alocadas sistematicamente, 27 parcelas de 0.1 ha e medidos todos os indivíduos com DAP maior que 10 cm.

O índice de equabilidade de Pielou (J) indicou uma uniformidade média na composição das subparcelas por apresentar um valor de 80 % (tabela 10). Isso indica que é necessário um incremento de 20% de espécies para atingir a diversidade máxima ou alta uniformidade na distribuição das árvores entre as espécies, ou seja, somente assim as espécies seriam igualmente abundantes.

Os resultados do presente trabalho são superiores aos obtidos por BANDEIRA *et al.* (2007), no estudo de avaliação de vegetação terrestre no Parque das Quirimbas, onde tiveram índice de diversidade de Pielou que variaram de 0.47 a 0.59.

O coeficiente de mistura de Jentsch (QM) foi de 0.16 (tabela 10), valor este obtido a partir da análise do total de indivíduos encontrados na parcela NM04 de 233 árvores distribuídas em 34 espécies.

O QM indica-nos que existem em termos médios 6 indivíduos por cada espécie. A PAP NM04 apresenta um grau de diversidade baixo, se considerar que o valor encontrado está muito próximo de zero, e distante de 1, por um lado. Mas, por outro lado, pode significar que o aumento da área não significaria o aumento do número de espécies (PUNGULANHE, 2020).

Por outro lado, FINOL (1971), afirma que, em florestas naturais tropicais, o QM é de, aproximadamente, nove indivíduos por espécie (1:9) e considera uma alta heterogeneidade.

3.4. Estrutura horizontal

Oito parâmetros da estrutura horizontal da floresta foram calculados, sendo eles a frequência absoluta e a relativa, Abundância absoluta e a relativa, Dominância absoluta e a relativa, o índice de valor de cobertura, e o de importância.

A espécie *Julbernardia globiflora*, é a que mais se destaca na parcela, sendo a mesma que mais teve valores altos nas frequências absolutas, frequências relativas, abundância relativa e a abundância absoluta. Estes parâmetros tiveram 0,71; 24,82%; 30,81 e 62 (Ind.ha-1), respectivamente.

A *Julbernardia globiflora* também possui altos valores de dominância absoluta (3.50 m²ha-1) e dominância relativa (42.35%) e a mesma teve o maior índice de valor de cobertura e o índice de valor de importância (73,16% e 97,98, respectivamente). Estes dados significam que a espécie *Julbernardia globiflora* obteve a maior área basal, assim como a dominância absoluta e relativa possui um grande potencial produtivo dentro da floresta e exerce uma influencia forte na comunidade através da biomassa.

Oito (8) espécies tiveram a menor abundancia absoluta, com 1 ocorrência apenas e são elas a *Sterculia quinqueloba*, *Pterocarpus angolensis*, *Tamarindus indica*, *Strychnos spinosa*, *Combretum sp2*, *Brackeridgea zanguebarica*, *Markhamia zanzibarica* e a Nao identificada 2.

A tabela 11, ilustra as estimativas dos parâmetros da estrutura horizontal das espécies arbóreas da parcela NM04.

Tabela 11: Estrutura horizontal de espécies arbóreas com DAP ≥ 10 cm da parcela NM04.

Espécies	FA	FR	ABA	ABR	DoA	DoR	IVC	IVI
<i>Julbernardia globiflora</i>	0.71	24.82	62	30.81	3.50	42.35	73.16	97.98
<i>Terminalia sericea</i>	0.10	3.55	8	4.04	0.19	2.25	6.29	9.84
<i>Strychnos madagascariensis</i>	0.06	2.13	7	3.54	0.30	3.66	7.19	9.32
<i>Terminalia stenostachya</i>	0.10	3.55	6	3.03	0.12	1.47	4.50	8.05
<i>Philenoptera bussei</i>	0.08	2.84	5	2.53	0.16	1.90	4.43	7.26

<i>Diospyros kirkii</i>	0.08	2.84	5	2.53	0.07	0.80	3.32	6.16
<i>Combretum adenogonium?</i>	0.08	2.84	4	2.02	0.07	0.87	2.89	5.72
<i>Nao identificada 1</i>	0.04	1.42	6	3.03	0.08	0.97	4.00	5.42
<i>Catunaregam stenocarpa</i>	0.08	2.84	4	2.02	0.04	0.50	2.52	5.35
<i>Commiphora mossambicensis</i>	0.04	1.42	3	1.52	0.10	1.15	2.67	4.09
<i>Erythrophleum africanum</i>	0.04	1.42	2	1.01	0.13	1.52	2.53	3.95
<i>Cassia abbreviata</i>	0.04	1.42	2	1.01	0.09	1.04	2.05	3.47
<i>Combretum sp</i>	0.04	1.42	3	1.52	0.03	0.42	1.94	3.35
<i>Sterculia quinqueloba</i>	0.02	0.71	1	0.51	0.18	2.13	2.63	3.34
<i>Burkea africana</i>	0.24	8.51	15	7.58	0.90	10.88	18.46	26.97
<i>Sclerocarya birrea</i>	0.14	4.96	7	3.54	1.21	14.64	18.18	23.14
<i>Dalbergia melanoxylon</i>	0.02	0.71	2	1.01	0.10	1.15	2.16	2.87
<i>Diplorhynchus condylocarpon</i>	0.04	1.42	2	1.01	0.02	0.26	1.27	2.69
<i>Rubiaceae</i>	0.04	1.42	2	1.01	0.02	0.25	1.26	2.68
<i>Pterocarpus angolensis</i>	0.02	0.71	1	0.51	0.10	1.18	1.69	2.40
<i>Tamarindus indica</i>	0.02	0.71	1	0.51	0.09	1.14	1.65	2.36
<i>Brachystegia sp</i>	0.02	0.71	2	1.01	0.05	0.57	1.58	2.29
<i>Pseudolachnostylis maprouneifolia</i>	0.18	6.38	13	6.57	0.15	1.79	8.36	14.74
<i>Pteleopsis myrtifolia</i>	0.18	6.38	10	5.05	0.25	3.03	8.08	14.47
<i>Baphia massaiensis</i>	0.18	6.38	11	5.56	0.12	1.43	6.98	13.37
<i>Combretum molle</i>	0.14	4.96	10	5.05	0.14	1.64	6.69	11.66
<i>Strychnos spinosa</i>	0.02	0.71	1	0.51	0.03	0.37	0.87	1.58
<i>Brackeridgea zanguebarica</i>	0.02	0.71	1	0.51	0.02	0.22	0.72	1.43
<i>Combretum sp2?</i>	0.02	0.71	1	0.51	0.01	0.15	0.66	1.37
<i>Nao identificada 2</i>	0.02	0.71	1	0.51	0.01	0.13	0.64	1.35
<i>Markhamia zanzibarica</i>	0.02	0.71	1	0.51	0.01	0.12	0.63	1.34
Total	2.88	100	202	100	8.25	100	200	300

Observação: FA = frequência absoluta, FR = frequência relativa (%), ABA = Abundância absoluta (Ind.ha⁻¹), ABR = Abundância relativa (%), DoA = dominância absoluta (m²ha⁻¹), DoR = dominância relativa (%), IVC = índice de valor de cobertura (%), IVI = índice de valor de importância (%).

Num estudo realizado por Ribeiro *et al.* (2013), um total de 1993 arvores (548 arv/ha) e 1990 indivíduos (587 ind/ha) foram registadas no ano 2005 e 2009 respectivamente, no mesmo local de estudo onde foi estabelecida esta parcela de amostragem.

Num estudo efectuado por AMADE (2016) também na REN, foram encontradas densidade de indivíduos de 466, 488 e 493 ind/ha nos anos de 2005, 2009 e 2015 respectivamente em 50 parcelas de 30 m de diâmetro cada (0.071ha).

HAMMARSTRAND e SÄRNBERGER (2013), ao fazerem uma comparação de duas áreas, uma protegida dos distúrbios e outra não, reportam 574 árvores na área protegida e 685 árvores na floresta não protegida.

Apos a *Julbernardia globiflora*, as espécies mais abundantes foram a *Burkea africana* com 15 indivíduos e 26.97% de IVI, e *Pseudolachnostylis maprouneifolia* com 13 indivíduos e 14.74% de IVI (tabela 11).

Estas três espécies correspondem a 44,55% da abundância na área de estudo para os indivíduos desta classe. *Philenoptera bussei*, *Baphia massaiensis*, *Combretum molle*, *Terminalia sericea*, e *Terminalia stenostachya* são outras espécies com IVIs digno de realce, com valores de 14.47%, 13.37%, 11.66%, 9.84% e 8.05% respectivamente.

De notar que a *Sclerocarya birrea* é sétima classificada em termos de abundância, mas terceira em termos de IVI. A espécie *Sclerocarya birrea* e *Strychnos madagascariensis* apesar de apresentarem a mesma abundância (7ind/ha), tem IVIs extremamente distintos, 23.14% e 9.32% respectivamente. De lembrar que, as espécies com maior IVI variam tendo em conta a idade da floresta bem como a pressão antrópica incidente sobre ela.

No estudo de RIBEIRO *et al* (2013), as 11 espécies com maior valor de importância foram: *Julbernardia globiflora*, *Diplorhynchus condylocarpon*, *Brachystegia boehmii*, *Pseudolachnostylis maprouneifolia*, *Sclerocarya birrea*, *Burkea africana*, *Brachystegia allenii*, *Diospyros kirkii*, *Brachystegia manga*, *Pterocarpus angolensis* e *Terminalia stenostachya*.

No estudo de AMADE (2016), as dez espécies que mais destacaram-se nos três anos em análise em termos dos seus pesos ecológicos (IVI) foram: *Julbernardia globiflora*, *Diplorhynchus condylocarpon*, *Pseudolachnostylis maprouneifolia*, *Brachystegia boehmii*, *Diospyros kirkii*, *Terminalia sambesiaca*, *Pterocarpus angolensis*, *Burkea africana*, *Brachystegia manga* e *Brachystegia allenii*.

Quanto a frequência, as espécies que estão amplamente distribuídas na NM04 são *Julbernardia globiflora* (24,82%), *Burkea africana* (8,51%), *Pseudolachnostylis maprouneifolia* e *Pteleopsis myrtifolia* com 6.38%.

Diplorhynchus condylocarpon, *Erythrophleum africanum*, *Cassia abbreviata* e *Combretum sp* apesar de terem a mesma frequência, apresentam diferentes dominâncias, 0.02, 0.13, 0.09, e 0.03 m²ha⁻¹ respectivamente. Tal facto deve-se as diferentes abundâncias e tamanho dos indivíduos.

A dominância representa a ocupação do espaço por cada espécie, esta surge como o resultado do cálculo da área basal, as espécies que são mais dominantes na NM04 são *Julbernardia globiflora* (42.35%), *Sclerocarya birrea* (14.64%), e *Burkea africana* (10.88%).

A tabela 12, ilustra as estimativas dos parâmetros da estrutura horizontal das espécies encontradas nas 5 subparcelas de regeneração estabelecida.

Tabela 12: Estrutura horizontal de espécies com DAP entre 5 e 10 cm da parcela NM04.

Espécies	FA	FR	ABA	ABR	DoA	DoR	IVC	IVI
<i>Terminalia sericea</i>	0.6	13.64	70	20	0.22	22.21	42.21	55.85
<i>Diplorhynchus condylocarpon</i>	0.8	18.18	60	17.14	0.19	18.57	35.71	53.89
<i>Pteleopsis myrtifolia</i>	0.6	13.64	50	14.29	0.11	11.26	25.55	39.19
<i>Pseudolachnostylis maprouneifolia</i>	0.4	9.09	30	8.57	0.10	9.58	18.15	27.25
<i>Terminalia stenostachya</i>	0.2	4.55	40	11.43	0.09	9.13	20.56	25.1
<i>Combretum sp1?</i>	0.4	9.09	20	5.71	0.04	3.91	9.63	18.72
<i>Baphia massaiensis</i>	0.2	4.55	20	5.71	0.08	8.00	13.71	18.26
<i>Diospyros kirkii</i>	0.2	4.55	10	2.86	0.06	5.52	8.38	12.92
<i>Senna petersiana</i>	0.2	4.55	10	2.86	0.03	2.82	5.67	10.22
<i>Combretum mole</i>	0.2	4.55	10	2.86	0.03	2.63	5.49	10.03
<i>Hugonia orientalis</i>	0.2	4.55	10	2.86	0.02	2.45	5.31	9.86
<i>Combretum adenogonium</i>	0.2	4.55	10	2.86	0.02	1.96	4.81	9.36
<i>Combretum sp2?</i>	0.2	4.55	10	2.86	0.02	1.96	4.81	9.36
Total	4.4	100	350	100	1	100	200	300

Observação: FA = frequência absoluta, FR = frequência relativa (%), ABA = Abundância absoluta (Ind.ha⁻¹), ABR = Abundância relativa (%), DoA = dominância absoluta (m²ha⁻¹), DoR = dominância relativa (%), IVC = índice de valor de cobertura (%), IVI = índice de valor de importância (%).

Das espécies com DAP entre 5 e 10 cm (tabela 12), *Diplorhynchus condylocarpon* destaca-se pela sua frequência (18,18%), e *Terminalia sericea* pela sua abundância (70), seguida de *Pteleopsis myrtifolia* pela sua frequência (13,64%), e *Diplorhynchus condylocarpon* pela sua abundância (60).

Para esta PAP, 84.6 % dos indivíduos da regeneração estabelecida encontram-se também representados na classe das árvores adultas, e apenas duas espécies (*Hugonia orientalis* e *Senna petersiana*) surgem como novas. Digno de realce é a ausência da *Julbernardia globiflora*, espécie esta que domino em todos os parâmetros na classe das árvores adultas.

3.5. Estrutura Vertical

A estrutura vertical das florestas afecta a transferência de energia e a troca de materiais dentro dos ecossistemas florestais (ZHANG *et al.*, 2020). Para realização da análise da estrutura vertical, classificou-se a floresta em três estratos verticais de altura total (HT): estrato inferior (EI) - árvores com HT ≤ 5,43 m, totalizando 339 indivíduos (61,4% do número total de plantas amostradas); estrato médio (EM) - árvores no intervalo 5,43 m > HT < 12,4 m, totalizando 177 indivíduos (32.1 % do número total de plantas amostradas); estrato superior (ES), árvores com HT ≥ 12,4 totalizando 36 indivíduos (6.5% do número

total de plantas amostradas), onde (HT) é correspondente a altura total dos indivíduos amostrados (figura 11).

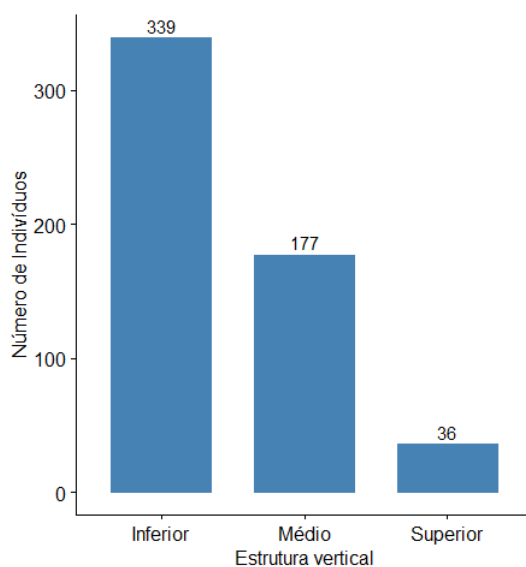


Figura 11: Estrutura fitossociológica vertical da parcela NM04.

Uma análise do estrato arbóreo das 31 espécies encontradas na parcela NM04, apenas a *Julbernardia globiflora* teve representação em todos os estratos e apresentou o maior IVIA (tabela 13). Esta espécie apresenta maior probabilidade de permanecer na PAP ao longo do tempo, pois a dispersão por sementes e a resistência a queimadas está garantida. Analisando o mesmo aspecto, pode-se também considerar a *Burkea africana* e *Baphia massaiensis*.

As espécies *Dalbergia melanoxylon*, *Diplorhynchus condylocarpon*, *Erythrophleum africanum*, *Não identificada 2* foram encontradas apenas no estrato inferior. Por outro lado, a *Brachystegia sp*, *Brackeridgea zanguebarica*, *Cassia abbreviata*, *Combretum sp*, *Combretum sp2*, *Commiphora mossambicensis*, *Markhamia zanzibarica*, *Philenoptera bussei*, *Pteleopsis myrtifolia*, *Pterocarpus angolensis*, *Strychnos spinosa*, *Terminalia sericea*, *Terminalia stenostachya* tiveram representação somente no estrato médio. A espécie *Diplorhynchus condylocarpon* e a *Não identificada 2* tiveram representação apenas no estrato superior (tabela 13).

Algumas espécies como *Baphia massaiensis*, *Catunaregam stenocarpa*, *Combretum molle*, *Diospyros kirkii*, *Não identificada 1*, *Pseudolachnostylis maprouneifolia*, *Rubiaceae*, *Strychnos madagascariensis* foram encontradas apenas no estrato inferior e médio. Por outro lado, no estrato médio e superior foi encontrada a *Sclerocarya birrea*.

Conforme explicado por CAULDWELL & ZIEGER, (2000), geralmente as espécies que dominam o estrato inferior ou médio são tolerantes a queimadas, com um crescimento (em altura) curto e não contribuem para a formação das copas na floresta de miombo.

As plantas que se encontram no estrato inferior (em crescimento com uma altura menor do que 3m) são mais susceptíveis de sofrer danos por fogos do que plantas na fase de maturação em savanas africanas Segundo (PUNGULANHE, 2020).

Quanto à Posição Sociológica Relativa (PSR) as espécies que se destacou-se a *Julbernardia globiflora* com 29,19 % do número total de PSR. O destaque dessa espécie deve-se à sua presença em todos os estratos e a dominância em cada um deles. O inverso acontece com as espécies de menor PSR. O mesmo padrão foi verificado quanto ao IVIA. A *Julbernardia globiflora* teve ainda o maior parâmetro de qualidade relativa de fuste com 28.98 %. Portanto, o maior valor económico madeireiro da PAP NM04 reside sobre esta espécie. Considerando que, a qualidade do fuste reflecte portanto sobre os aspectos relativos ao aproveitamento económico do fuste, adquirido por meio da observação visual da forma e sanidade aparente (HIGUCHI *et al.*, 1985).

Tabela 13: Estrutura sociológica vertical da parcela NM04.

Espécie	Estratos			PSA	PSR	IVIA	QAF	QRF
	Inferior	Medio	Superior					
<i>Julbernardia globiflora</i>	73,23	2466,67	355,05	2894,95	29,19	127,17	26,27	28,98
<i>Burkea africana</i>	0	400	168,18	568,18	5,73	32,70	4,76	5,25
<i>Sclerocarya birrea</i>	0	133,33	93,43	226,77	2,29	25,43	2,43	2,68
<i>Pteleopsis myrtifolia</i>	0	666,67	0	666,67	6,72	21,19	4,16	4,59
<i>Pseudolachnostylis maprouneifolia</i>	73,23	533,33	0	606,57	6,12	20,86	8,18	9,03
<i>Baphia massaiensis</i>	58,59	466,67	0	525,25	5,30	18,66	4,71	5,20
<i>Combretum molle</i>	29,29	533,33	0	562,63	5,67	17,33	5,74	6,33
<i>Terminalia sericea</i>	0	533,33	0	533,33	5,38	15,22	4,48	4,94
<i>Strychnos madagascariensis</i>	14,65	400	0	414,65	4,18	13,50	3,28	3,62
<i>Terminalia stenostachya</i>	0	400	0	400	4,03	12,08	3,38	3,73
<i>Phileoptera bussei</i>	0	333,33	0	333,33	3,36	10,62	2,36	2,60
<i>Nao identificada 1</i>	14,65	333,33	0	347,98	3,51	8,93	3,21	3,54
<i>Diospyros kirkii</i>	29,29	200	0	229,29	2,31	8,47	3,15	3,47
<i>Combretum adenogonium?</i>	0	266,67	0	266,67	2,69	8,41	2,52	2,78
<i>Catunaregam stenocarpa</i>	43,94	66,67	0	110,61	1,12	6,47	1,38	1,52
<i>Commiphora mossambicensis</i>	0	200	0	200	2,02	6,10	1,34	1,47
<i>Combretum sp</i>	0	200	0	200	2,02	5,37	1,34	1,47
<i>Cassia abbreviata</i>	0	133,33	0	133,33	1,34	4,82	1,26	1,39
<i>Erythrophleum africanum</i>	14,65	0	18,69	33,33	0,34	4,28	0,69	0,76

<i>Brachystegia sp</i>	0	133,33	0	133,33	1,34	3,63	0,63	0,69
<i>Sterculia quinqueloba</i>	0	0	18,69	18,69	0,19	3,53	0,23	0,26
<i>Rubiaceae</i>	14,65	66,67	0	81,31	0,82	3,50	1,26	1,39
<i>Dalbergia melanoxyton</i>	14,65	0	18,69	33,33	0,34	3,21	1,26	1,39
<i>Pterocarpus angolensis</i>	0	66,67	0	66,67	0,67	3,07	0,23	0,26
<i>Diplorhynchus condylocarpon</i>	29,29	0	0	29,29	0,30	2,99	0,15	0,17
<i>Tamarindus indica</i>	0	0	18,69	18,69	0,19	2,55	0,23	0,26
<i>Strychnos spinosa</i>	0	66,67	0	66,67	0,67	2,26	0,63	0,69
<i>Brackeridgea zanguebarica</i>	0	66,67	0	66,67	0,67	2,10	0,63	0,69
<i>Combretum sp2?</i>	0	66,67	0	66,67	0,67	2,04	0,08	0,08
<i>Markhamia zanzibarica</i>	0	66,67	0	66,67	0,67	2,01	0,63	0,69
<i>Nao identificada 2</i>	14,65	0	0	14,65	0,15	1,49	0,08	0,08
Total	424,75	8800	691,41	9916,16	100	400	90,66	100

Observação: PSA = posição sociológica absoluta, PSR = posição sociológica relativa, IVIA = Índice de Valor de Importância Ampliado, QFA = qualidade do fuste absoluta, QFR = qualidade do fuste relativa.

Na figura 11, ilustram-se as quinze espécies com os maiores valores de IVIAs, sendo *Julbernardia globiflora* a maior, seguida de *Burkea africana*, e a última no ranking a *Catunaregam stenocarpa*. O IVIA é o resultado do IVI+PSR e analisando a figura é possível notar que, *Sclerocarya birrea*, *Diospyros kirkii* e *Combretum adenogonium* têm PSRs similares, mas IVIs diferentes, daí as posições diferentes no ranking dos IVIAs. O mesmo sucede-se com *Burkea africana*, *Pseudolachnostylis maprouneifolia* e *Combretum molle*. Por outro lado, *Pteleopsis myrtifolia* e *Pseudolachnostylis maprouneifolia* em IVIs similares, mas PSRs diferentes, daí as posições diferentes no ranking. O mesmo sucede com a *Terminalia stenostachya* e *Philenoptera bussei*.

O ranking do IVI e PSR é diferente, porém a junção dos dois perfazerá o IVIA, implicando isso dizer que, as duas variáveis não ditam o valor do IVIA de forma independente. Por exemplo, o PSR de *Pteleopsis myrtifolia* é superior ao de *Burkea africana*, mas o IVIA da *Pteleopsis myrtifolia* é inferior ao da *Burkea africana*.

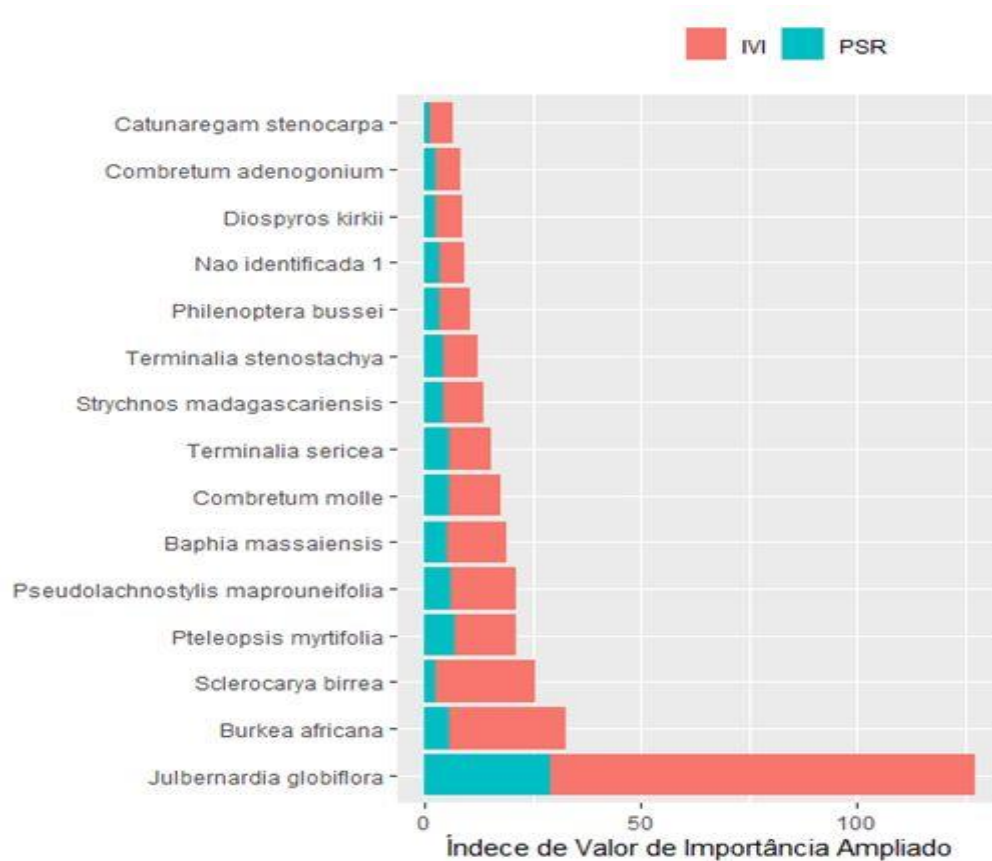


Figura 12: Distribuição do índice de valor de importância ampliado (IVIA) das quinze principais espécies amostradas na parcela NM04

3.6. Estrutura hipsométrica

Na figura 13 pode ser observada a distribuição dos indivíduos por classes de altura total correspondente à parcela NM04. A maior frequência dos indivíduos encontra-se na segunda classe (101 indivíduos) e terceira classe (297 indivíduos) respectivamente, o conjunto das duas classes representam 72,1% do total dos indivíduos.

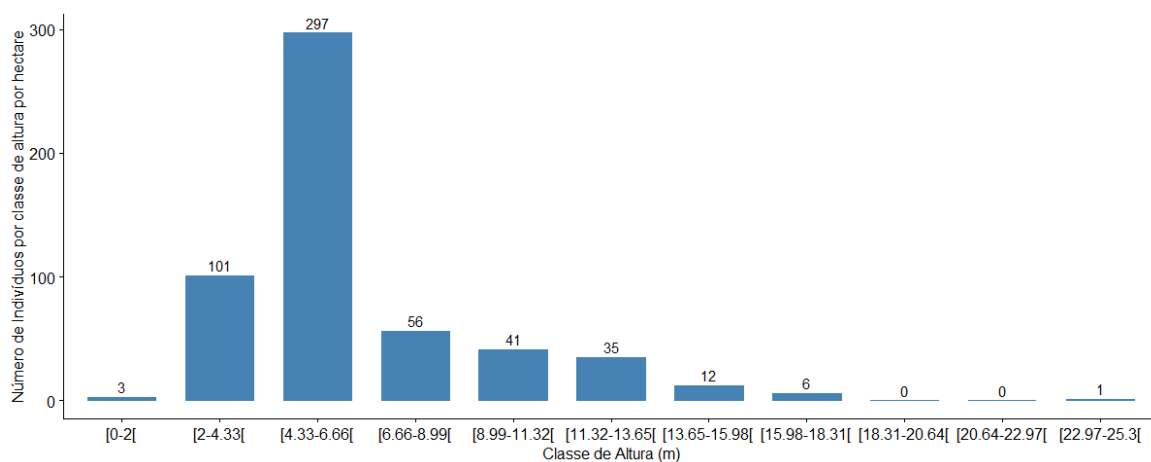


Figura 13: Distribuição das classes de altura dos indivíduos da parcela NM04.

3.6.1. Relação hipsométrica em Multi-espécies

A figura 14 mostra a relação altura-diâmetro encontrada na parcela NM04, demonstrando uma curva com tendência de forma sigmóide. Olhando para a figura, é notório que maior parte dos indivíduos estão na casa do DAP até 35 cm e com altura de 15 m. Observando a figura e a disposição de alguns dos “outliers” nos eixos, pode-se verificar a necessidade destes indivíduos serem observados durante a monitoria para verificação da medição e/ou registo.

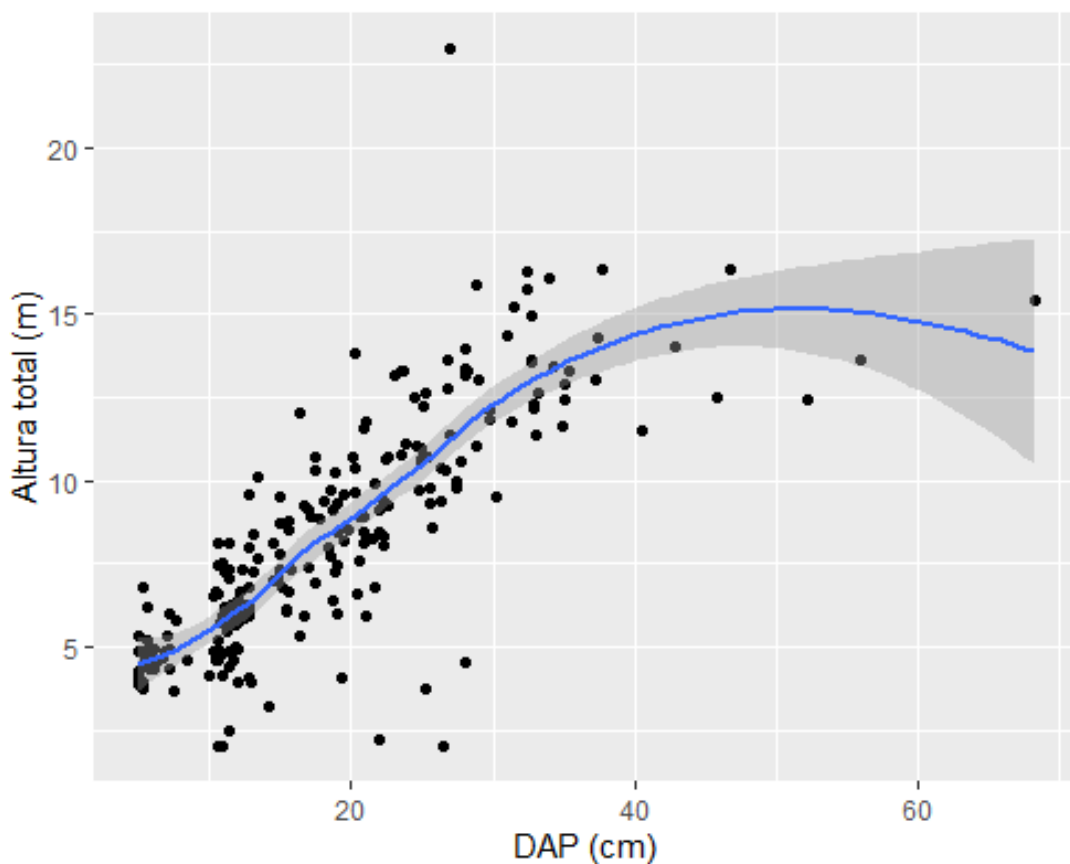


Figura 14: Representação gráfica da relação hipsométrica, obtida através do modelo linear sobre os valores observados na parcela NM04.

Ao analisar a figura 14 observa-se a variação dos diâmetros e alturas totais na parcela NM04 onde os diâmetros maiores estão representados pelo círculo maior enquanto as alturas totais estão representadas pelas diferentes tonalidades de azul, onde as tonalidade azul-claro representam as alturas maiores e a tonalidade azul-escuro reflectindo valores de altura total mais baixos.

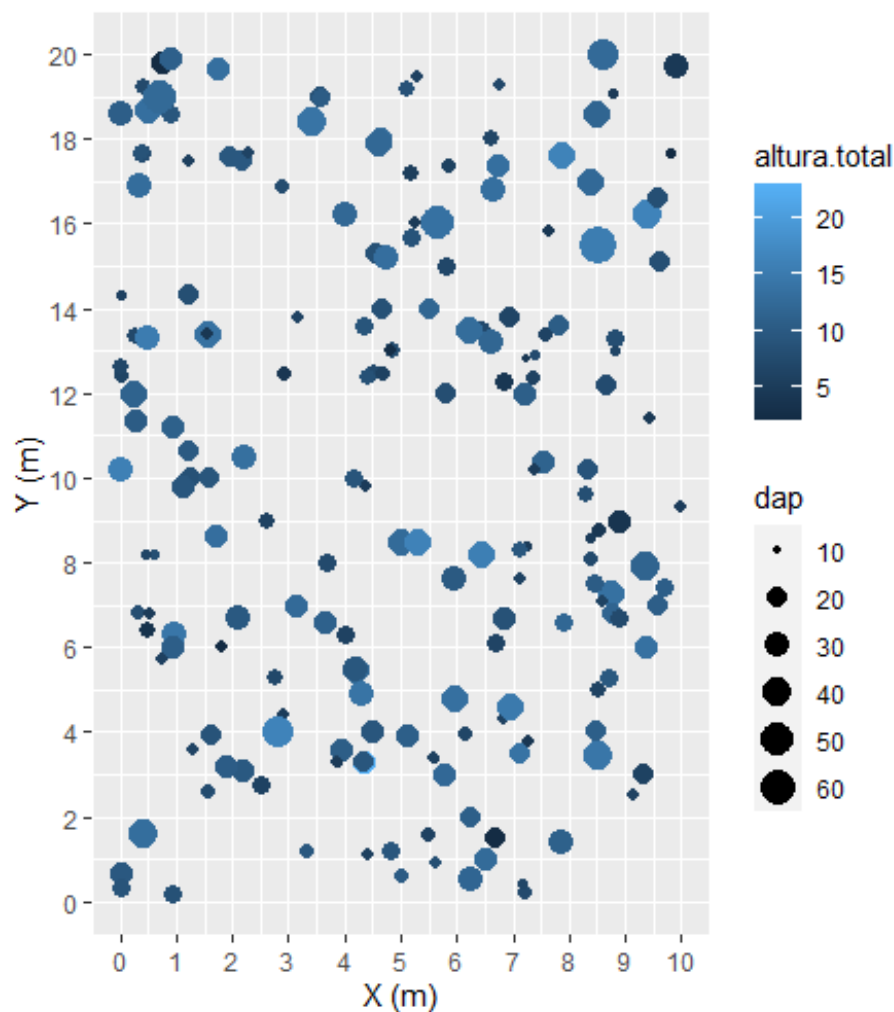


Figura 15: Mapa de distribuição de diâmetro e altura dos indivíduos na parcela NM04

Na tabela 14 pode ser observado o desempenho de dois modelos ajustados com a função NLME usando o método da máxima verossimilhança (ML) e com correção para a heterocedasticidade, usando a estrutura “varPower” para ponderar os resíduos com o inverso de uma potência do diâmetro. Os outros três modelos sem informação são devido aos dados disponível para o ajustamento seja insuficiente para se obter a estimativa adequada, por isso os modelos não convergiram (limite de avaliação da função atingiu sem convergência). Quanto aos valores de coeficiente de determinação ajustado (R^2_{ajust}) os dois modelos se ajustaram bem aos dados explicando cerca de 67% da variação total da altura, e os restantes 33% é devido a outros factores.

Segundo CURTO *et al.* (2014), a grande variabilidade de alturas que pode ocorrer em uma mesma classe de diâmetro é a razão da relação hipsométrica não apresentar uma

relação dendrométrica muito forte. Para além disso, também resulta devido aos valores altos de erros padrão principalmente nas espécies nativas, em que a variabilidade no desenvolvimento é maior. SCOLFORO (1998) elucida que, tratando-se de relações hipsométricas, é comum que o valor de R^2_{ajust} não exceda 80%, uma vez que a correlação altura/diâmetro não é tão forte como a correlação altura/volume.

Tabela 14: Estatísticas do ajuste dos modelos NLME pelo método ML e ponderação dos resíduos

Modelos	R^2_{ajust}	Mres	RMSE	AIC	BIC
Curtis	----	----	----	----	----
Naslund	0,670	0,017	2,031	989,28	1013,44
Meyer	----	----	----	----	----
Michailoff	----	----	----	----	----
Wykoff	0,672	0,070	2,025	979,35	1003,51

R^2_{ajust} : coeficiente de determinação ajustado; Mres: média dos resíduos; RMSE: desvio padrão residual; AIC: critério de informação de Akaike; BIC: critério de informação bayesiano.

Das análises feitas às estatísticas de ajustamento, o modelo de Wykoff (Wykoff *et al.*, 1982) apresentou AIC e BIC mais baixos em relação ao Naslund (tabela 16), sendo, portanto, o que melhor se ajustou aos dados. Apresentam-se de seguida a expressão do modelo não lineares simples com efeitos mistos:

$$Wykoff \quad h = 1,3 + \exp\left((\beta_0 + a1) + \frac{(\beta_1 + a2)}{dap + 1}\right)$$

As estimativas dos parâmetros, erro padrão e p-valores de ajustamento do modelo básico de efeito misto (equação de Wykoff) é apresentado na tabela 15.

Tabela 15: Estimativa dos parâmetros, erro padrão e p-valores de ajuste do principal modelo de relação hipsométrica

Parâmetros	Valores	Wykoff	
		Erro padrão	p-valor
β_0	2,828435	0,0697519	<0,0001
β_1	0,064732	1,2678976	<0,0001
Sd(a1)	0,2717823		
Sd(a2)	5,2880331		
r(a1, a2)	-1		
σ^2	0,223 ²		
Δ	0,754		

β_0 e β_1 : parâmetros fixos; Sd (a1) e Sd (a2): desvio padrão de parâmetros aleatórios; r: coeficiente de correlação; σ^2 : sigma é o valor do desvio padrão residual fornecido aplicando a função *summary* ao modelo *nlme*; δ : peso de variância.

3.7. Distribuição diamétrica e Área Basal

As classes diamétricas foram fixadas em intervalos de 5 cm. A figura 16, mostra a distribuição do número de árvores por classe de diâmetro com um intervalo de 5 cm para cada um dos indivíduos registrados, o mesmo analisa indivíduos com $DAP \geq 5$ cm. Na parcela observou-se que a maioria dos indivíduos está agrupado na primeira classe diamétrica (figura 16), o que equivale a 63,5% do total dos indivíduos amostrados.

É de notar que a distribuição dos diâmetros segue a tendência natural da maioria das florestas tropicais, ou seja, um maior número de indivíduos nas classes diamétricas inferiores, em forma de J invertido, que é indicativo de uma fito fisionomia autorregenerativa.

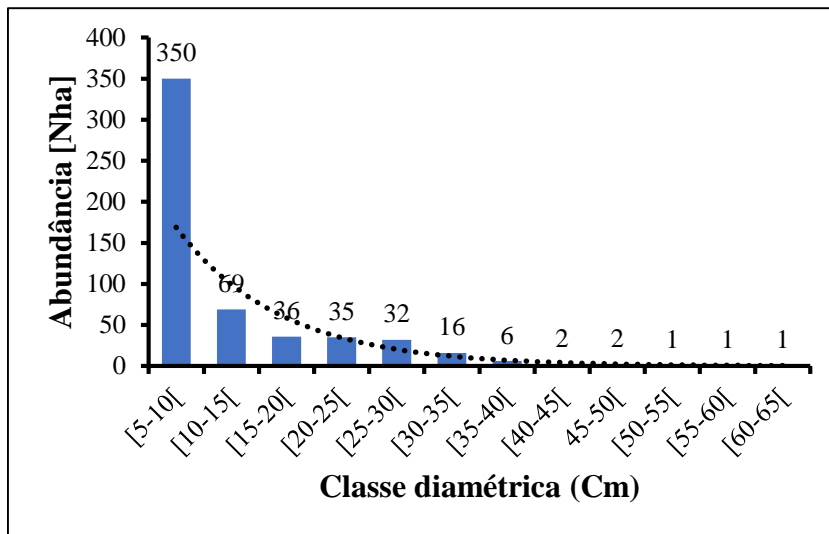


Figura 16: Distribuição das frequências por classe diamétrica para os indivíduos arbóreos com $DAP \geq 5$ cm na Parcela NM04

Esta curva mostra que a frequência dos indivíduos diminui com o aumento do diâmetro. Esse comportamento sugere a existência de equilíbrio entre o recrutamento e a mortalidade de indivíduos, garantido o processo dinâmico da floresta.

Segundo MAGALHÃES (2016), um padrão de uma curva em forma de J inversa, é típica de uma Floresta de idade desigual. Segundo DORNELES; NEGRELLE (2000), os indivíduos das classes mais baixas são os únicos que verdadeiramente garantem a manutenção da população, embora sofram taxas de mortalidade mais elevadas, enquanto os indivíduos das classes maiores são reprodutivamente maduros e potencialmente responsáveis pela continuidade do processo dinâmico através da produção de sementes.

A tabela 16, mostra a distribuição do número de árvores por classe de diâmetro com um intervalo de 5 cm para cada uma das espécies registradas. Da tabela 16, a *Terminalia sericea* com 78 ind/ha, seguida de *Julbernardia globiflora* com 63 ind/ha, *Diplorhynchus condylocarpon* com 62 ind/ha, *Pteleopsis myrtifolia* com 60 ind/ha, representam as espécies com maior número de indivíduos nas diferentes classes de diâmetro, totalizando 47.6 % do total de indivíduos e 19.35% do total de espécies.

A espécie *Terminalia sericea* domina a ^a classe diamétrica de 5-10 cm com 70 indivíduos enquanto nas classes superiores a 10, destaca-se a espécie *Julbernardia globiflora*.

Em termos de ranking, a classe diamétrica de 5-10 apresenta maior número de indivíduos, seguido da classe diamétrica 10-12 cm.

Tabela 16: Número de árvores por centro de classe de diâmetro e espécie da PAP

Espécies	Centro de Classe de Diâmetro (cm)											Total	
	[5-10[	[10-15[	[15-20[	[20-25[	[25-30[	[30-35[	[35-40[	[40-45[	[45-50[	[50-55[	[55-60[		[60-65[
<i>Baphia massaiensis</i>	20	11											31
<i>Brachystegia sp</i>			2										2
<i>Brackeridgea zanguearica</i>		1											1
<i>Burkea Africana</i>			1	5	5	3	1						15
<i>Cassia abbreviate</i>			1		1								2
<i>Catunaregam stenocarpa</i>		4											4
<i>Combretum adenogonium?</i>	10	2	2										14
<i>Combretum molle</i>	10	8	2										20
<i>Combretum sp</i>		3											3
<i>Combretum sp1?</i>	20												20
<i>Combretum sp2?</i>	10	1											11
<i>Commiphora mossambicensis</i>			1	2									3
<i>Dalbergia melanoxylon</i>		1				1							2
<i>Diospyros kirkii</i>	10	4	1										15
<i>Diplorhynchus condylocarpon</i>	60	2											62
<i>Erythrophleum africanum</i>		1					1						2
<i>Hugonia orientalis</i>	10												10
<i>Julbernardia globiflora</i>			7	17	25	9	3		1				63

Na figura 18 observa-se a variação de 0.1 a 0.5 m²/ha das áreas basal nas 50 subparcelas que compõem a parcela. As subparcelas X6, X12, X29 e X50 apresentaram maiores áreas basal, como pode se verificar a tonalidade azul-claro e as subparcelas X3, X5, X24, X43 e X46 apresentaram as menores áreas basais tendo apresentado a tonalidade azul-escura. Essas correspondem as subparcelas com maiores e menores dominâncias na PAP.

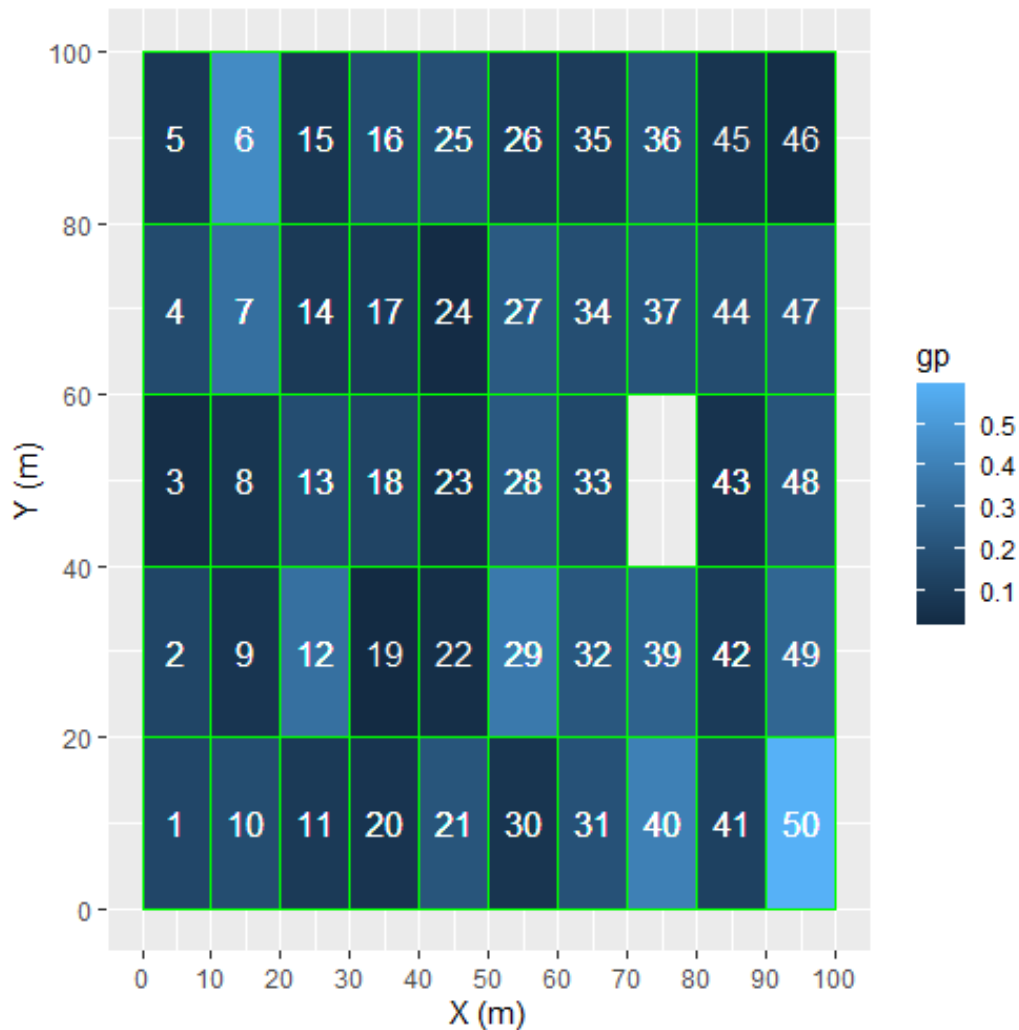


Figura 18: Distribuição da área basal dos indivíduos arbóreos com $DAP \geq 10$ cm na Parcela NM04

3.8. Padrão de distribuição espacial das espécies

O padrão de distribuição espacial é a descrição quantitativa da distribuição horizontal de indivíduos de uma espécie dentro de uma comunidade vegetal (LUDWIG, 1979). O conhecimento do padrão de distribuição espacial pode fornecer informações sobre a ecologia, subsidiar a definição de estratégias de manejo e ou conservação, auxiliar em processos de amostragens ou simplesmente esclarecer a estrutura espacial de uma espécie (ANJOS, 1998).

Para JANKAUSKIS (1990), o padrão de distribuição espacial de uma espécie é representado pela sua distribuição na área em estudo, em termos de frequência de ocorrência dentro das unidades de amostra recolhidas.

Já SILVESTRE (2009) salienta que, o conhecimento do padrão espacial das comunidades florestais, ou mesmo das espécies características de certas fito-regiões, aliado ao conhecimento das necessidades físicas e químicas de cada planta, pode ser uma peça fundamental para a compreensão dos factores que garantem condições favoráveis para a conservação, aplicação de planos de gestão e mesmo a utilização de espécies correctas na recuperação de áreas degradadas.

Na Tabela 17 são apresentados os resultados das análises dos padrões de distribuição espacial das 31 espécies amostrados na parcela NM04, determinados através dos índices de Payandeh, índices de Hazen e índice de Morisita.

Tabela 17: Padrão espacial de algumas espécies florestais encontradas na parcela NM04

Especie	Payandeh	Pay,res	Hazen	Haz,res	Morisita	Mor,res
<i>Baphia massaiensis</i>	1.2	Aggregated	55.8	Tends to aggregate	1.8	Aggregated
<i>Brachystegia sp</i>	2	Aggregated	96	Aggregated	49	Aggregated
<i>Brackeridgea zanguebarica</i>	1	Random	48	Not aggregated	0	Rare
<i>Burkea africana</i>	1.3	Aggregated	60.1	Tends to aggregate	1.9	Aggregated
<i>Cassia abbreviate</i>	1	Random	47	Not aggregated	0	Rare
<i>Catunaregam stenocarpa</i>	0.9	Regular	45	Not aggregated	0	Rare
<i>Combretum adenogonium?</i>	0.9	Regular	45	Not aggregated	0	Rare
<i>Combretum molle</i>	1.4	Aggregated	68.4	Tends to aggregate	3.3	Aggregated
<i>Combretum sp</i>	1.6	Aggregated	78.7	Aggregated	16.3	Aggregated
<i>Combretum sp2?</i>	1	Random	48	Not aggregated	0	Rare
<i>Commiphora mossambicensis</i>	1.6	Aggregated	78.7	Aggregated	16.3	Aggregated
<i>Dalbergia melanoxylon</i>	2	Aggregated	96	Aggregated	49	Aggregated
<i>Diospyros kirkii</i>	1.3	Aggregated	63.6	Tends to aggregate	4.9	Aggregated
<i>Diplorhynchus condylocarpon</i>	1	Random	47	Not aggregated	0	Rare
<i>Erythrophleum africanum</i>	1	Random	47	Not aggregated	0	Rare
<i>Julbernardia globiflora</i>	0.9	Regular	42.6	Not aggregated	0.9	Regular
<i>Markhamia zanzibarica</i>	1	Random	48	Not aggregated	0	Rare
<i>Nao identificada 1</i>	4.3	Aggregated	206.3	Aggregated	32.7	Aggregated
<i>Nao identificada 2</i>	1	Random	48	Not aggregated	0	Rare
<i>Philenoptera bussei</i>	1.3	Aggregated	63.6	Tends to aggregate	4.9	Aggregated
<i>Pseudolachnostylis maprouneifolia</i>	1.7	Aggregated	81.2	Aggregated	3.8	Aggregated
<i>Pteleopsis myrtifolia</i>	1	Random	48.8	Not aggregated	1.1	Aggregated
<i>Pterocarpus angolensis</i>	1	Random	48	Not aggregated	0	Rare
<i>Rubiaceae</i>	1	Random	47	Not aggregated	0	Rare
<i>Sclerocarya birrea</i>	0.9	Regular	42	Not aggregated	0	Rare
<i>Sterculia quinqueloba</i>	1	Random	48	Not aggregated	0	Rare
<i>Strychnos madagascariensis</i>	3.8	Aggregated	182	Aggregated	23.3	Aggregated
<i>Strychnos spinosa</i>	1	Random	48	Not aggregated	0	Rare
<i>Tamarindus indica</i>	1	Random	48	Not aggregated	0	Rare
<i>Terminalia sericea</i>	1.9	Aggregated	90	Aggregated	7	Aggregated
<i>Terminalia stenostachya</i>	1.2	Aggregated	59.3	Tends to aggregate	3.3	Aggregated

Segundo ROSSI (1994), geralmente o tipo mais comum de não aleatoriedade em populações vegetais é agregado, onde ocorrem um grande número de unidades amostrais vazias e algumas unidades amostrais com um grande número de árvores.

As espécies que apresentam apenas um ou dois indivíduos na amostra, conseqüentemente apresentaram uma média inferior a 1, neste caso estas espécies apresentam um padrão de distribuição aleatório (SILVESTRE, 2009).

Das espécies analisadas conforme se apresenta na tabela 14, com base no teste de Payandeh, cerca de 45% das espécies apresentam uma distribuição espacial agrupada e 42% das espécies com distribuição aleatória, aproximando-se aos resultados encontrados pelo índice de Morisita, onde quase a metade (48%) das espécies estão agrupadas, dentre estas *Brachystegia sp*; *Combretum sp*; *Commiphora mossambicensis*; *Dalbergia melanoxylon*; *Pseudolachnostylis maprouneifolia*; *Strychnos madagascariensis*; *Terminalia sericea* e 48% das espécies com uma distribuição aleatória, dentre estas *Brackeridgea zanguibarica*; *Cassia abbreviata*; *Diplorhynchus condylocarpon*; *Erythrophleum africanum*; *Markhamia zanzibarica*; *Pterocarpus angolenses*; *Sterculia quinqueloba*; *Strychnos spinosa*; *Tamarindus indica*.

O teste de Hazen mostrou que cerca de 19% das espécies apresentam uma distribuição tendendo ao agrupamento, dentre estas *Baphia massaiensis*, *Burkea africana*, *Combretum molle*, *Diospyros kirkii*, *Philenoptera bussei*, *Terminalia stenostachya* e as restantes das espécies apresentam uma distribuição regular, dentre estas *Julbernardia globiflora*.

Segundo NASCIMENTO *et al.* (2001), este resultado pode ser característico da elevada densidade de indivíduos, que é consequência do estágio de sucessão inicial em que se encontra a área, formada por um grande número de indivíduos de pequeno porte.

3.9. Avaliação qualitativa

A análise do estado de sanidade das espécies e/ou indivíduos é um indicador importante para tomada de decisões na investigação florestal. Os critérios usados no presente trabalho de campo para a colecta de dados se encontram no manual de estabelecimento de Parcelas de Amostragem Permanente de Fernandes *et al*, 2020. Na Parcela NM04 (Niassa, Mecula 04) foram inventariados um total de 198 indivíduos. Cinco parâmetros foram avaliados para saber a qualidade dos indivíduos dentro das parcelas. Fazem parte desses parâmetros

a sanidade, vigor da copa, qualidade do fuste, posição da cota e árvores em pé ou tombadas.

De referir que a avaliação dos parâmetros qualitativos se restringiu apenas aos indivíduos com DAP maior ou igual a 10 cm.

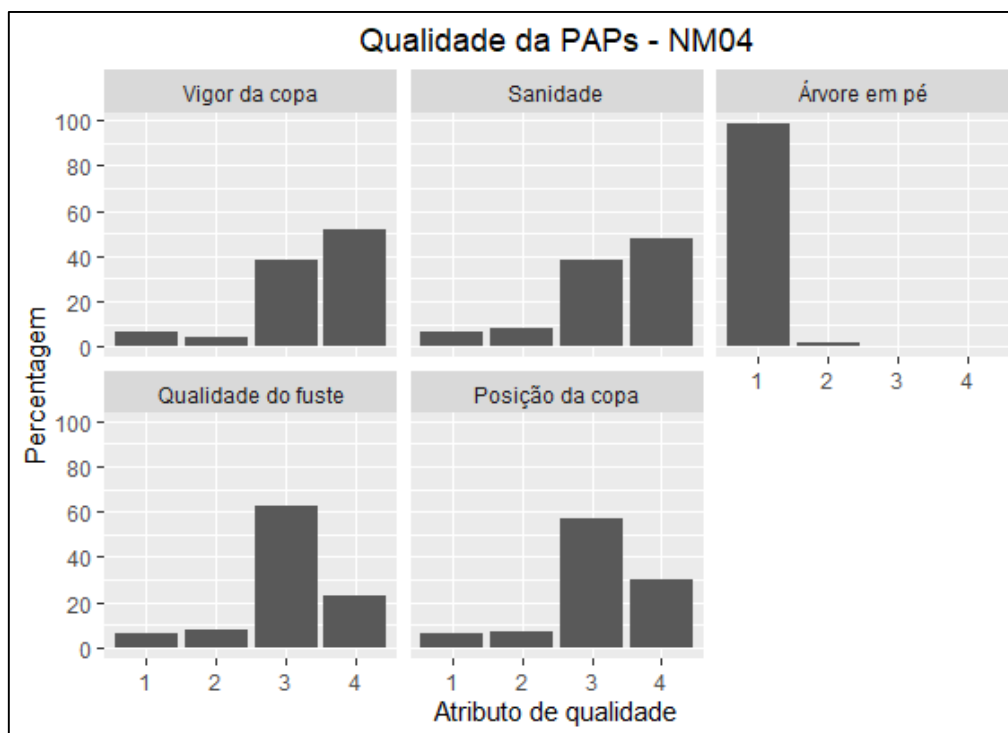


Figura 19: Distribuição da proporção de vigor da copa, sanidade, qualidade de fuste e posição da copa dos indivíduos com $DAP \geq 10$ cm na NM04

Sanidade é o parâmetro de extrema importância dado que ele permite saber quão saudáveis as espécies em estudo se encontram dentro das parcelas. Nisto, procurou-se saber se as plantas estão completamente sãs; danificadas por factores naturais, com possibilidade de recuperação; danificadas por acção humana com fracas possibilidades de recuperação; assim como as mortas. Para a PAP NM04, 95 indivíduos (47.98%) foram identificados como sendo *completamente sãos*, 75 indivíduos (37.88%) foram considerados como Danificadas por efeito de relâmpagos, fogo ou acção animal, com possibilidade de recuperação, 16 indivíduos (8.08%) foram identificados como sendo Danificadas por acção humana (extracção da casca para fabrico de colmeias, canoas e outros usos), existência de cavidades (acção humana ou natural), possível estrangulamento por lianas e/ou epífitos, com fracas possibilidades de recuperação, e finalmente 12 indivíduos (6.06%) foram identificados como Mortas (em pé ou tombada) por diversas causas (gráfico 10, NM04).

No parâmetro **vigor da copa**, a forma da copa e a sua assimetria em relação ao tronco são indicadores da sua capacidade fotossintética e da sua correlação com o estágio de desenvolvimento até à mortalidade do indivíduo. Foi medido com o objectivo de saber se as plantas apresentam círculo completo e projecção simétrica ao redor do fuste; círculo completo e distintivamente assimétrica ou fina; severamente danificadas com poucos ramos e sinais de mortalidade e morta ou aparentemente mortas.

Dos 198 indivíduos inventariados nesta PAP, 102 indivíduos (51.52%) foram identificados como tendo *Copa formando um círculo completo e projecção simétrica ao redor do fuste*; 76 indivíduos (38.38%) foram identificados como tendo *Copa de círculo incompleto e distintivamente assimétrica ou fina*; 12 indivíduos (6.06%) foram identificados como tendo *Copa morta ou aparentemente morta (em pé ou tombada)*, ou seja, nível 1 e, finalmente 8 indivíduos (4.04 %) foram identificados como sendo de *Copa severamente danificada com poucos ramos e sinais de mortalidade, com o seu círculo ocupando menos de metade da projecção de uma copa normal; ou indivíduo vivo sem copa*.

Na **qualidade do fuste**, a forma do fuste está relacionada à rectidão do caule à uma altura comercial (Hc) de 4 m, presença de ramadas e sua posição ao longo do fuste, e defeitos dos indivíduos arbóreos. Foi determinado para saber se na parcela existem árvores com fuste recto, cilíndrico sem defeito aparente a uma Hc de 4m; fuste recto e cilíndrico Hc inferior a 4m; fuste com forte tortuosidade ou bifurcada a metade da Hc; e fuste com várias tortuosidades. Para a PAP NM04, 124 indivíduos (62.63%) foram identificados como sendo de nível 3 (*fuste recto e cilíndrico, com ramificação a 1/3 do topo da árvore, porém de Hc inferior a 4 m; ou fuste ligeiramente torto cilíndrico, desprovido de ramificações, porém com Hc maior que 4m; ou árvore de fuste ondulado ou canelado*); 46 indivíduos (23.23%) foram identificados como sendo de nível 4 (*fuste recto, cilíndrico e sem defeito aparente, a uma Hc de 4 m e de ramificação posicionada à menos de 1/3 do topo da árvore*); 16 indivíduos (8.08%) foram identificados como sendo do nível 2 (*fuste com forte tortuosidade; ou bifurcada a metade da sua Hc*); e finalmente o nível 1 com 76.06% o correspondente a 12 indivíduos e que apresentam *fustes com várias tortuosidades; ou em forma de espiral, presença de tumores e cavidades, fuste quebrado, rachado em qualquer posição; ou toija com rebrotos*.

A posição sociológica indica a **posição da copa do indivíduo em relação à luz**. Para o presente estudo, a **posição da copa**, é um parâmetro que foi definido em quatro classes sociológicas, sendo para saber se a planta é emergente (sem copas vizinhas); apresenta luz directa incidente somente por cima; recebe alguma luz (difusa) por cima ou dos lados; e está sem luz directa. Com isso, o presente estudo mostra que 113 indivíduos o correspondente à 57.07% apresentam *toda copa com luz directa incidente somente por cima*; 60 indivíduos (30.3%) são *Emergentes (sem copas vizinhas) recebendo luz directa todo o dia*; 13 e 12 indivíduos (6.57 e 6.06%, respectivamente) apresentam *Toda a copa recebendo alguma luz (difusa) por cima ou dos lados* e *Toda a copa sem luz directa*, respectivamente.

Para saber a posição que se encontram os indivíduos dentro da parcela, foram avaliadas se estas se encontram em **pé ou tombadas**. No presente estudo (NM04), quase todas plantas (195 – 98.49%) das árvores estão *em pé* e apenas três plantas (1.52%) se encontram *tombadas*. A característica tombada não significa estar morta, mas sim a planta se encontra de forma oblíqua e/ou horizontal e pode ser um grande indicador da presença de declividade dentro e/ou na região da parcela, ventos fortes da região e a presença de espécies fisiologicamente frágeis.

Duma forma resumida e analisando os cinco parâmetros qualitativos determinado no presente estudo (PAP NM04), atendendo e considerando os melhores níveis, pode se dizer que, a maioria dos indivíduos 95 indivíduos (47.98%) foram identificados como sendo *completamente sãos* (nível 4 da sanidade); 102 indivíduos (51.52%) foram identificados como tendo *Copa formando um círculo completo e projecção simétrica ao redor do fuste* (nível 4 do vigor da copa); 124 indivíduos (62.63%) foram identificados como sendo de *fuste recto e cilíndrico, com ramificação a 1/3 do topo da árvore, porém de Hc inferiora 4 m; ou fuste ligeiramente torto cilíndrico, desprovido de ramificações, porém com Hc maior que 4m; ou árvore de fuste ondulado ou canelado* (nível 3 da qualidade do fuste); 113 indivíduos o correspondente à 57.07% apresentam *Toda copa com luz directa incidente somente por cima* (nível 3 da posição da copa); e finalmente quase todas plantas (278 – 98.93%) das árvores estão *em pé*.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

- Na parcela NM04, foram medidos 233 indivíduos (202 com $DAP \geq 10$ cm e 35 com DAP entre 5 e 10 cm), perfazendo 502 ind/ha quando extrapolado os 35 indivíduos medidos em 5 (10%) subparcelas para 1 hectare.
- Dos 94 espécimes colhidos, foram identificadas um total de 34 espécies de plantas (31 cientificamente e 3 desconhecida/não identificada), pertencentes a 13 famílias botânicas, sendo a família Fabaceae a mais destacada, com maior número de espécies (11) e indivíduos (105).
- A diversidade de espécies arbóreas obtida com o estimador do índice de Shannon-Weaver (H'), foi de 2.74 nats/ind, indicando diversidade alta da parcela.

5. BIBLIOGRAFIA

1. AMADE, AVELINO MUNIRO (2016). Dinâmica da vegetação arbórea e influência da frequência de queimadas no incremento das florestas do miombo da Reserva Nacional do Niassa entre 2005 e 2015. Tese de Licenciatura, Maputo, Moçambique.
2. ANDRZEJEWSKI, C.; CALLEGARO, R. M.; LONGHI, S. J.; BIALI, L.J. (2019) Floristic Differentiation of a Deciduous Seasonal Forest Tree Stratum, Jaguari, RS, Brazil. *Floresta e Ambiente*, 26(4): e20150139.
3. ANJOS, A.; COUTO, H. T. Z.; BATISTA, J. L. F.; REIS, A. (1998). *Análise de um efeito de um manejo em regime de rendimento sustentável sobre o padrão de distribuição espacial do palmito (Euterpe edulis Martius), utilizando a função K de Ripley*. *Revista Árvore*, Viçosa. V. 22, n. 2, p. 215-225.
4. BURROWS, J.E., BURROWS, S.M., LÖTTER, M.C. & SCHMIDT, E. (2018). *Trees and Shrubs Mozambique*. Publishing Print Matters (Pty), Cape Town. Page 256
5. CAULDWELL, A. E., & ZIEGER, U. (2000). A reassessment of the fire-tolerance of some miombo woody species in the Central Province, Zambia. *EastAfricanWildlifeSociety*, 138-146.
6. CURTO, R. A., G. H. LOUREIRO, M. MÔRA, R. O. V. MIRANDA, S. PÉLLICO NETO & G. F. SILVA. (2014). Relações hipsométricas em floresta estacional semidecidual. *Revista Ciências Agrárias*. 57(1): 57-66.
7. DORNELES, L. P. P.; NEGRELLE, R. R. B. (2000). Aspectos da regeneração natural de espécies arbóreas da Floresta Atlântica. *Heringia*, v.53, n.1, p.53: 85-100.
8. DURIGAN, M. E. (1999). *Florística, dinâmica e análise protéica de uma Floresta Ombrófila Mista em São João do Triunfo - PR*. Dissertação (Mestrado em Manejo Florestal) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 125p
9. DUTTON, T.P., DUTTON, E.A.R. & A. BALSINHAS (1973). Preliminary ecological reconnaissance of the “Reserva Especial do Gilé” and the adjoining “Regime de Vigilancia”, District of Zambézia. Report for the “Servicio de Veterinaria de Moçambique”, Maputo.

10. FELFILI, J. M. CARVALHO, F. A. e HAIDAR, R. F (2005). Manual para o monitoramento de parcelas permanentes nos biomas cerrado e pantanal. Universidade de Brasília, Departamento de Engenharia Florestal. Brasília.
11. FELLIFELI, M.J., FABRICIO, A.C., RICARDO, F.H (2005). Manual para o monitoramento de parcelas permanentes nos biomas de cerrado e pantanal. Brasília: Universidade de Brasília, Departamento de Engenharia Florestal,2005.55 p.
12. FERNANDES, A.; SOUSA, C.; MAFALACUSSER, J.; ALVES, T (2020). Manual para a Instalação e Monitoria de Parcelas de Amostragem Permanentes. Maputo: UEM-FNDS-IIAM.
13. FINGER, C. A. G. (2006). Biometria Florestal. Universidade Federal de Santa Maria. Anotações de aula ordenadas em sequência lógica. Santa Maria, Brasil. 283 p.
14. FINOL, U.H. (1971). Nuevos parametros a considerarse en el analisis estructural de las selvas virgines tropicales. Revista ForestalVenezolana, 14(21): 29-42. FUSARI, A., LAMARQUE, F., CHARDONNET, P., BOULET H, (2010) Reserva Nacional do Gile, Plano de Maneio (2012-2021), Maputo.
15. GARCÍA, C., SUAREZ, C., DAZA, M. (2010). *Estrutura e Diversidad Florística dos Bosques Naturales*(Buenos Aires, DPTO Cauca, Colombia). Articulo de Reporte de Casos, Faculdade de Ciências Agropecuárias, Vol 8, No. 1, 75-82p.
16. Hammarstrand, L. Särnberger, A. (2013). Comparative evaluation of two forest systems under different management regimes in Miombo woodlands: A case study in Kitulangalo area, Tanzania. Master of Science Thesis in Industrial Ecology. Department of Energy and Environment. Division of Physical Resource Theory. Chalmers University Of Technology. Gothenburg, Sweden.
17. HIGUCHI, N.; JARDIM, F. C. S.; SANTOS, J.; ALENCAR, J. C. (1985). Bacia 3 -Inventário diagnóstico da regeneração natural. Aca amazônica, v. 15, n. 1-2, p. 199, 233.
18. HOFIÇO, N. D., (2014). Suficiência amostral para uma floresta de miombo no Distrito de Mocuba, Província da Zambézia, em Moçambique. Dissertação de mestrado, Santa Maria, RS, Brasil.87 pág.

19. HOFIÇO, N. d., COSTA, E. A., FLEIG, F. D., NANVONAMUQUITXO, & ANTÓNIO, S. J. (2018). Regulation of the diametric structure of the Miombo Woodland using the De Liocourt method in Mozambique. *Nativa*, 407-414.
20. HOFIÇO, N. S. A.; FLEIG, F. D. (2015). Diversity and structure of Miombo woodlands in Mozambique using a range of sampling sizes. *Journal of Agricultural Science and Technology*, v. 5, n. 10, p. 679-690.
21. JANKAUSKIS, J. (1990). Avaliação de técnicas de manejo florestal. Belém: SUDAM, 143 p.
22. KALABA, F.K., QUINN, C.H., DOUGILL, A.J., VINYA, R., (2013). Floristic composition, species diversity and carbon storage in charcoal and agriculture fallows and management implications in Miombo woodlands of Zambia. *For. Ecol. Manage.* 304, 99 – 109.
23. LUDWIG, J.A. (1979). A test of different quadrat variance methods for the analysis of spatial pattern In: CORMACK, R.M., ORD, J.K. *Spatial and temporal analysis in ecology*. Fairland: International Co-operative Publ. (Statistical ecology, 8). 289-304p.
24. MAFAMBISSA, M. & RAFAEL, J. (2007). *Terrestrial Vegetation Assessment of the Quirimbas National Park Final report submitted to the Quirimbas National Park*. 37p.
25. MAGALHÃES, T. M. (2018). *Inventário Florestal Nacional*. Maputo: Ministério Da Terra, Ambiente E Desenvolvimento Rural.
26. MEHTATALO, L.; DE-MIGUEL, S.; & GREGOIRE, T. G. (2015). Modeling height-diameter curves for prediction. *Canadian Journal of Forest Research*, ISSN: 12086037, 45(7): 826–837.
27. NANVONAMUQUITXO, S. J. A.; MACUEIA, F. B. E. D.; CARAVELA, M. I. (2019). Estrutura e diversidade de uma floresta de Miombo em Taratibu, Norte de Moçambique. *Nativa*, Sinop, v. 7, n. 6, p. 778-783.
28. NASCIMENTO, A. R. T; LONGHI, S. J & BRENA, A. D. (2001). *Estrutura e padrões de distribuição espacial de espécies arbóreas em uma amostra de Floresta Ombrófila Mista em Nova Prata*, RS. *Ciência Florestal*, Santa Maria, v.11, n.1, 105-119p.
29. PAIS, A. D. (2015). Efeito do Fogo na Estrutura e nos Padrões de Distribuição das Formações vegetais no Parque Nacional do Limpopo. *Tese de mestrado*. Maputo, Moçambique.

30. PATRÍCIO, M. S.; DIAS, C. R.G.; NUNES, L. (2022). "Mixed-effects generalized height-diameter model: A tool for forestry management of young sweet chestnut stands". *Forest Ecology and Management*. <http://dx.doi.org/10.1016/j.foreco.2022.120209>
31. PIELOU, E.C. (1975). *Ecological diversity*. New York: John Wiley, 165 p.
32. PINHEIRO, J.; BATES, D.; DEBROY, S.; SARKAR, D.; & the R DEVELOPMENT CORE TEAM. (2019). *nlme: Linear and Nonlinear Mixed Effects Models*. R package version 3.1-111. (3.1-111.). <http://cran.r-project.org/package=nlme>
33. PUNGULANHE, L., (2020). Caracterização da vegetação arbórea sob diferentes regimes de queimadas na floresta de Miombo, Reserva Nacional de Gilé, Província da Zambézia. (Mestre). Faculdade de Agronomia e Engenharia Florestal/UEM.
34. R DEVELOPMENT CORE TEAM. *R: a language and environment for statistical computing* (2022). Porto, Portugal. Retrieved from <http://cran.dcc.fc.up.pt/> 61–464.
35. RIBEIRO, N. S., SHUGART, H. H. and ALLEN, R. W. (2008). Ecological dynamics of miombo woodlands in relation to disturbances in northern Mozambique. *Journal of Forest Ecology and Management*.
36. RIBEIRO, N. S., SHUGART, H. H., SWAP, R. J. and. OKIN, G. S. (2007). Five-year period of fire regime in the miombo woodlands of Niassa reserve, Mozambique. *Journal of Forest Ecology and Management*.
37. RIBEIRO, N. S., SHUGART, H. H., SWAP, R. J., OKIN, G. S. (2009). The influence of rainfall, vegetation, elephants and people on fire frequency of miombo woodlands, northern Mozambique. *Journal of Forest Ecology and Management*. Vol. 255: 1626–1636
38. RIBEIRO, N., SITOIE, A. A., GUEDES, B. S., & STAISS, C. (2002). *Manual de silvicultura tropical*. Maputo, Moçambique: Faculdade de Agronomia e Engenharia Florestal.

39. ROSSI, L. M. B (1994). Aplicação de diferentes métodos de análise para a determinação de padrão espacial de espécies na florestal tropical húmida de terra firme. Dissertação apresentada para obtenção de título de mestre em manejo florestal, Manaus, Universidade do Amazonas.
40. SAKAMOTO, Y., ISHIGURO, M., & KITAGAWA, G. (1986). Akaike information criterion statistics. Dordrecht: Reidel.
41. SCHWARZ, G. (1978, March). Estimating the dimension of a model. *Annals of Statistics*, 6(2): 461–464.
42. SCOLFORO, J. R. S. Modelagem do crescimento e da produção de florestas plantadas e nativas. LAVRAS: UFLA/FAEPE, 1998. v. 1. 443 p.
43. SGDRN (2010). Boletim informativo da Reserva Nacional de Niassa-Outubro. Lugenda. Maputo, Moçambique.
44. SILVA JÚNIOR, M.C. (1999). Composição florística, fitossociologia e estrutura diamétrica na mata de galeria do Monjolo, Reserva Ecológica do IBGE (RECOR), DF. Boletim do Herbário Ezechias Paulo Heringer, 4:30-45.
45. SOUZA, A.L. (2003). Análise estrutural de floresta. Viçosa-MG, Universidade de Federal Viçosa. 47p. (Apostila).
46. WATZLAWICK, L.F.; ALBUQUERQUE, J. M.; REDIN, C. G.; LONGHI, R. V.; LONGHI, S. J.; (2011) Estrutura, diversidade e distribuição espacial da vegetação arbórea na Floresta Ombrófila Mista em Sistema Faxinal, Rebouças (PR). *Ambiência Guarapuava (PR)*, v.7 n.3 p. 415 – 427.
47. WHITE, F. (1983). The vegetation of africa. UNESCO. Paris, France.
48. WILD, H. & G.L.A. BARBOSA (1967). Vegetation Map of the Flora Zambesiaca Area (1:250.000).

6. APÊNDICES E ANEXOS

Apêndice I: Código da PAP: NM04. Dados analíticos das amostras colectadas na parcela

Prof. (cm)	CElectr. (mScm ⁻¹)	pH (log)	P (ppm)	M.O -----(%)-----	N-total	PST	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺	CTC	SB
							----- (meq/100gsolo) -----					
I,II,III, IV 0-10 10-20 20-30 Detritos	-											
Perfil 0-14 14-26 26-48 48-87 87-110												
	Areia grossa	Areia fina		Limo	Argila	Classe Textural	C (%)	C/N	Ca/Mg	Mg/K	(Ca+Mg) / K	
	----- (meq/100gsolo) -----											
I,II,III,IV 0-10 10-20 20-30 Detritos	-		-	-	-	-						
Perfil 0-14 14-26 26-48 48-87 87-110												
	----- Mini-perfil: Densidade (g cm ⁻³) -----					----- Perfil - NM02 (cm): Densidade (g cm ⁻³) -----						
(cm)	NM04-I	NM04-II	NM04-III	NM04-IV	(0-14)	(14-26)	(26-48)	(48-87)	87-110	Média		
0-10												
10-20												
20-30												
Média												