

**IIAM – CENTROS ZONAIS NOROESTE (CZNW) e NORDESTE (CZND) /
FUNDO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL**

Sector de Florestas

**Relatório Preliminar da Instalação e 1ª Medição da Parcela de Amostragem
Permanente NM02 na Reserva Especial de Niassa (REN)**



Niassa/Nampula

Abril de 2022

**Relatório Preliminar da Instalação e 1ª Medição da Parcela de Amostragem
Permanente NM02 na Reserva Especial de Niassa (REN)**

Autores:

Cremildo Riba Gouveia Dias, Papin Aurélio Mucaleque, Aristides Cassiano Mamba, Alberto Fernando Mussana, Jacinto Mirione Mafalacusser, Cassamo Mahomed Ismail, Tome Rachide, e Munir Jussub.

Redacção: Cremildo Riba Gouveia Dias, Papin Aurélio Mucaleque e Alberto Fernando Mussana.

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

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

Equipa técnica e funções

Tabela 1: Composição da equipa de trabalho.

Nome do técnico	Funções
Alberto Fernando Mussana	Chefe da Equipa
Cassamo Mahomed Ismail	Medidor de Alturas
Aristides Cassiano Mamba	Digitador de Dados
Papin Aurélio Mucaleque	Colector botânico
Tome Rachide	Medidor de Distâncias
Cremildo Riba Gouveia Dias	Medidor de DAP
Jacinto Mirione Mafalacusser	Pedólogo
Munir Jussub	Pedólogo
Fernando Sualei	Pedólogo

I. AGRADecIMENTOS

À administração do parque na pessoa do seu administrador, Terêncio Tamele e sua equipa (fiscais), a WCS (Nilton Cuna) pela excelente colaboração. Ao regulado de Macalange e de Mecula-sede pela disponibilização dos ajudantes de campo e sensibilização da comunidade e ao governo e comando distrital. A todas as entidades que directa ou indirectamente apoiaram na actividade, o nosso muito obrigado.

ÍNDICE

1.	Introdução.....	8
2.	Metodologia	9
2.1.	Descrição da Área de Estudo.....	9
2.1.1.	Localização da parcela.....	9
2.1.2.	Geomorfologia	10
2.1.3.	Clima.....	11
2.1.4.	Precipitação na região	12
2.1.5.	Temperatura do ar	13
2.1.6.	Humidade Relativa.....	14
2.1.7.	Vegetação e fauna	14
2.2.	Alocação da parcela	16
2.2.1.	Determinação do ponto de referência	16
2.2.2.	Demarcação da parcela e medição de indivíduos	17
2.3.	Colecta de dados.....	19
2.3.1.	Colecta de amostras de solo.....	19
2.3.2.	Colecta de dados dos indivíduos arbóreos e/ou arbustivos na parcela.....	21
2.4.	Processamento e análise de dados	21
2.4.1.	Composição florística	21
2.4.2.	Estrutura horizontal.....	22
2.4.3.	Determinação da distribuição diamétrica.....	23
2.4.4.	Estrutura Vertical	24
2.4.5.	Posição sociológica.....	24
2.4.6.	Estrutura interna.....	25
2.4.7.	Relações hipsométricas	25
2.4.8.	Distribuição espacial das espécies de interesse.....	26
2.4.9.	Identificação botânica	28
2.4.10.	Análise qualitativa das árvores	29

3.	Resultados	29
3.1.	Caracterização da PAP	29
3.2.1.	Descrição do perfil.....	32
3.2.2.	Caracterização dos horizontes.....	33
3.3.	Composição florística.....	34
3.3.1.	Riqueza de espécies	34
3.3.	Diversidade florística	37
3.4.	Estrutura horizontal	37
3.5.	Estrutura Vertical	40
3.6.	Estrutura hipsométrica.....	44
3.6.1.	Relação hipsométrica em Multi-espécies.....	45
3.7.	Distribuição diamétrica e Área Basal.....	49
4.	CONSIDERAÇÕES FINAIS	60
5.	BIBLIOGRAFIA.....	61

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Mapa da Localização das PAPs da Reserva Especial do Niassa	10
Figura 2: Distribuição da precipitação ao longo do ano e balanço hídrico na Região	12
Figura 3: Balanço Térmico da Região	13
Figura 4: Ponto de referência (PR) e Placa de Identificação da PAP NM02	16
Figura 5: Modelo da parcela de amostragem permanente de 100 x 100 m.....	18
Figura 6: Zona Tampão (ZT) ao redor da PAP.....	18
Figura 7: Representação gráfica de uma PAP, e os pontos de amostragem de solos.....	20
Figura 8: Colecta de espécimens e levantamento de algumas variáveis na PAP NM02	29
Figura 9: Estrato herbáceo e espécies sobre uma termiteira, concha de caracol, PAP-NM02, Mecula.....	30
Figura 10: Vista parcial da vegetação na PAP-NM02	31
Figura 11: Descrição geral da PAP NM02.....	32
Figura 13: Estrutura fitossociológica vertical da parcela NM02	40
Figura 12: Distribuição do índice de valor de importância ampliado (IVIA) das quinze principais espécies amostradas na parcela NM02.....	44
Figura 14: Distribuição das classes de altura dos indivíduos da parcela NM02	45
Figura 15: Representação gráfica da relação hipsométrica, obtida através do modelo linear sobre os valores observados na parcela NM02	46
Figura 16: Representação gráfica da variação dos diâmetros e alturas totais observados na parcela NM02	47
Figura 17: Distribuição das frequências por classe diamétrica para os indivíduos arbóreos com $DAP \geq 5$ cm na Parcela NM02	50
Figura 18: Distribuição da área basal (m^2ha^{-1}) por classe de diâmetro	53
Figura 19: Distribuição da área basal dos indivíduos arbóreos com $DAP \geq 10$ cm na Parcela NM02	54
Figura 20: Distribuição da proporção de vigor da copa, sanidade, qualidade de fuste e posição da copa dos indivíduos com $DAP \geq 10$ cm na NM02.....	57

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Composição da equipa de trabalho.....	ii
Tabela 2: Espécies mais abundantes da PAP NM02.....	15
Tabela 3: Aspectos gerais da PAP	16
Tabela 4: Tipos de amostras de solo colectadas.....	20
Tabela 5: Equações utilizadas nos cálculos dos índices de diversidade e equabilidade	22
Tabela 6: Fórmulas usadas no cálculo dos parâmetros de estrutura horizontal	23
Tabela 7: Funções matemáticas utilizadas na modelação da relação H-D na parcela NM02	25
Tabela 8: Descrição dos horizontes do perfil do solo	33
Tabela 9: Lista de espécies de Plantas vasculares encontradas na parcela NM02	34
Tabela 10: Famílias e géneros encontrados na parcela NM02.....	36
Tabela 11: Algumas das espécies do understorey encontradas na parcela NM02	36
Tabela 12: Índices da diversidade florística da parcela NM02	37
Tabela 13: Estrutura horizontal de espécies arbóreas com DAP ≥ 10 cm da parcela NM02.....	38
Tabela 14: Estrutura horizontal de espécies com DAP entre 5 e 10 cm da parcela NM02.....	39
Tabela 15: Estrutura sociológica vertical da parcela NM02, Reserva Especial do Niassa	42
Tabela 16: Estatísticas do ajuste dos modelos NLME pelo método ML e ponderação dos resíduos	48
Tabela 17: Estimativa dos parâmetros, erro padrão e p-valores de ajuste do principal modelo de relação hipsométrica.....	49
Tabela 18: Distribuição das frequências por classe diamétrica para os indivíduos arbóreos com DAP ≥ 5 cm na Parcela NM02.....	52
Tabela 19: Padrão espacial de algumas espécies florestais encontradas na parcela NM02	55

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 autoecologia 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.

No período de 13 a 18 de Abril de 2022, as equipas do Instituto de Investigação Agrária de Moçambique (IIAM) composta pelos técnicos dos Centros Zonais Nordeste e Noroeste e

acompanhados por um técnico de solos do IIAM sede, deslocou-se a Reserva Especial de Niassa (REN), no Distrito de Mecula, com o objectivo de estabelecer uma parcela de amostragem permanente localizada no Povoado de Macange, (codificada por NM02) na floresta semi-decídua (FSSD).

2. METODOLOGIA

2.1. Descrição da Área de Estudo

A Reserva Especial do Niassa (REN) fundada em 1960 através do Diploma Legislativo N.º 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). A REN enquadra-se no chamado miombo oriental, uma ecorregião¹ 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 Nacional de 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 (Ribeiro *et al.*, 2007). A REN faz fronteira com a Tanzânia, sendo composta pelos distritos de Mecula, Mavago, Muembe, Majune, Marrupa, Sanga na província do Niassa e os 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).

2.1.1. Localização da parcela

A Parcela de Amostragem Permanente NM02 foi estabelecida no Povoado de Mbatamila, Distrito de Mecula, Província do Niassa, numa região da floresta semi-decídua incluindo o miombo.

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

granitos e granitos-gnêissicos, resistentes à erosão, é já uma superfície de um ciclo conducente a pediplanícies com numerosos inselbergues.

A Reserva tem uma paisagem suavemente acidentada e possui um planalto com elevação variando de 300 a 600 metros acima do nível do mar. A altitude varia de 100 metros até 1400 metros desde os rios Rovuma até Lugenda na montanha de Mecula. As características dos solos, segundo a legenda da carta nacional de solos (INIA, Comunicação N.º. 73) são areno-argilosos, profundos e permeáveis com baixa fertilidade natural, frequentemente vulneráveis à erosão (Ferro & Bouman, 1987).

A geologia da região é dominada por rochas do Complexo gnaissico-migmatítico, incluindo a Série Metassedimentar, o Complexo granito-gnáissico-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 região segundo a classificação de Köppen é do tipo "*tropical chuvoso de savana*". Para uma melhor interpretação dos dados climáticos a área onde foi estabelecida a Parcela de Amostragem Permanente (NM02) enquadra-se na faixa de isoetas entre 1.200 a 1.400 mm de precipitação e a estação meteorológica de referência mais próxima nesta faixa, com dados históricos de cerca de 10 anos, é a de Mecula sede. A breve descrição do clima é baseada nos dados colectados e sistematizados nesta estação meteorológica.

Em geral, a PAP estabelecida na REN está 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 a 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 se estender 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 100 mm mês⁻¹), ou seja, 90% da precipitação total ocorrem no período de Dezembro de um ano a Abril do ano seguinte. O mês de Março regista a precipitação mais elevada (um pouco mais de 350 mm).

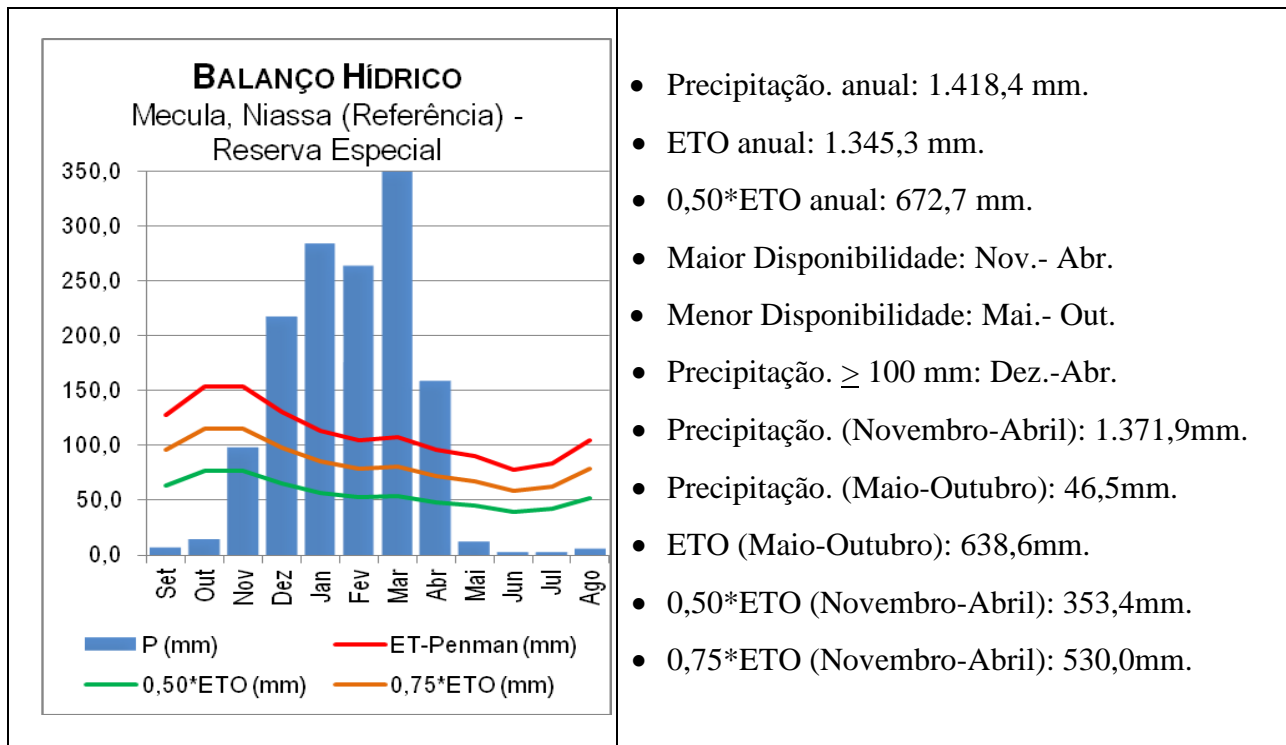


Figura 2: Distribuição da precipitação ao longo do ano e balanço hídrico na Região

Tomando como base, a disponibilidade da água no solo para as plantas, ou seja, Precipitação. $> 0,50 \cdot ETO$, 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 1.345,3 mm. O *déficit* hídrico pode ocorrer no período compreendido entre os meses de Maio e Outubro, neste período, a precipitação acumulada é de apenas 46,5 mm contra cerca de 638,6mm de evapotranspiração potencial o que perfaz um *déficit* absoluto de -592,1mm. Contudo, tratando-se de solos localizados em formações florestais em regiões sub-húmidas, estes 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.

2.1.5. 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.

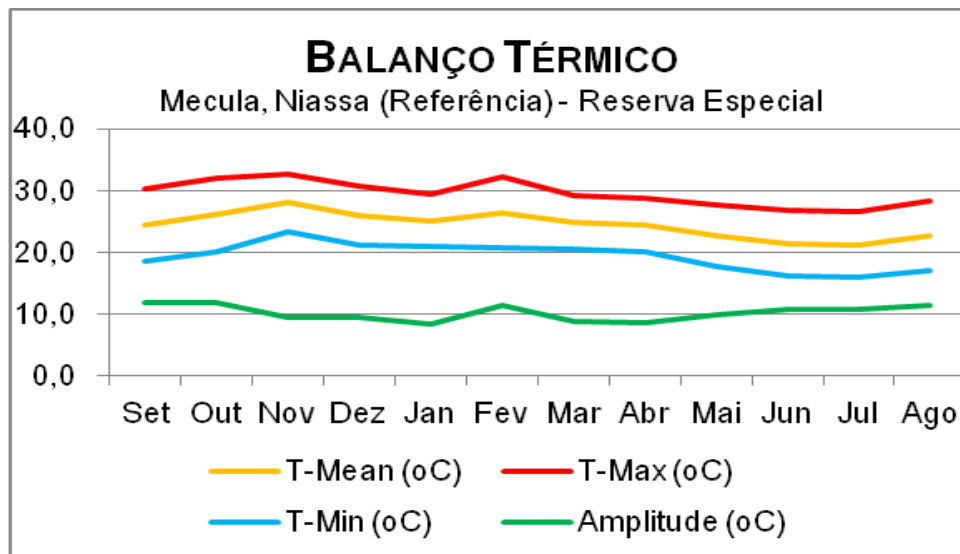


Figura 3: Balanço Térmico da Região

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: o tipo de clima, tipo de vegetação dominante, relevo, altitude, massas do ar, e pressão atmosférica.

2.1.6. Humidade Relativa

A humidade relativa 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 relativa 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 as que mantêm a folhagem sempre verde e garantem o equilíbrio da taxa de transpiração e a absorção de água e nutrientes.

2.1.7. Vegetação e fauna

Metade da Reserva especial do Niassa (REN) é coberta pela floresta de miombo, uma formação florestal composta por um género de árvores que engloba uma grande diversidade de espécies que formam florestas não demasiado fechadas.

Na REN as florestas do miombo cobrem aproximadamente 72% de cobertura e é também considerada a área com maior e mais rica diversidade de fauna e flora de Moçambique (Ribeiro *et al.*, 2008). Os tipos florestais predominantes na reserva são: Floresta Aberta decídua, Floresta densa decídua (Incluindo o miombo) Floresta Sempre verde, Dambos, Vegetação Ribeirinha e

Floresta com Agricultura Itinerante (Marzoli, 2007). A REN inclui mais de 800 espécies de plantas, metade das quais endémicas (Ribeiro *et al.*, 2008).

Segundo Ribeiro *et al.* (2008) e SGDRN2 (2010), a REN é a área de maior concentração de vida selvagem, com espécies de elevado valor ecológico, tais como elefantes (20.000), pala-palas (14.000), leões (800), cães selvagens africanos (350), leopardos, búfalos e mais de 400 espécies de pássaros. O cão selvagem é a espécie considerada emblemática da REN e desde 2007 passou a ser considerada pela IUCN como uma espécie ameaçada.

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 onde predominam as pradarias e as zonas húmidas. Pela relevância dos diferentes estratos da vegetação natural a parcela NM02 foi estabelecida na floresta de Mbatamila, no Distrito de Mecula, Província do Niassa, numa região da floresta semi-decídua incluindo o miombo.

Tabela 2: *Espécies mais abundantes da PAP NM02*

PAP	Espécies de entre as mais dominantes
NM02	<u>Floresta semi decídua</u> – espécies dominantes destacam-se as seguintes: <i>Pterocarpus angolensis</i> ; <i>Pseudolachnostylis maproneifolia</i> ; <i>Brachystegia boehmii</i> ; <i>Diplorhynchus condylocarpon</i> ; <i>Julbernardia globiglora</i> ; <i>Burkea africana</i> ; <i>Diospyros kirkii</i> ; <i>Catunaregam stenocarpa</i> ; <i>Combretum molle</i> ; e <i>Dalbergia nitudula</i> .

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 NM02.

Tabela 3: Aspectos gerais da PAP

Código da parcela	NM02
Coordenadas	Y: 12.028613 X: 37.566368
Declinação Magnética	-10
Altitude	4678 m
Tipo de vegetação	FSD
Período de instalação e medição	20 de Abril de 2022
Área de levantamento	Reserva Especial de Niassa/ Floresta de Mbatamila

2.2.1. Determinação do ponto de referência

Marcou-se um ponto de referência a uma distância de 25 metros do ponto principal, o ponto de referência utilizado foi uma árvore adulta da espécie *Pericopsis angolensis* (Muanga) devidamente identificada conforme a imagem abaixo.



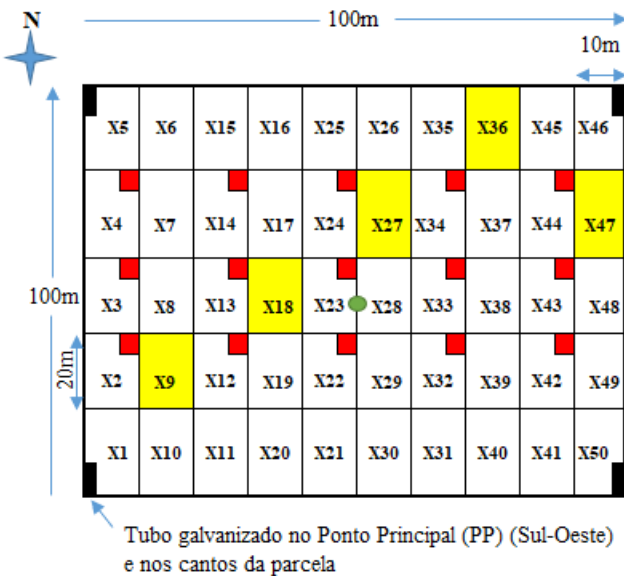
Figura 4: Ponto de referência (PR) e Placa de Identificação da PAP NM02

2.2.2. 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, 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 m x 100 m), ficou subdividida em 50 subparcelas de (10 m x 20 m), 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 e/ou arbustos de DAP ≥ 10 cm, e nas subparcelas X₉, X₁₈, X₂₇, X₃₆ e foram medidos também indivíduos com 10 cm > DAP ≥ 5 cm (Figura 4).



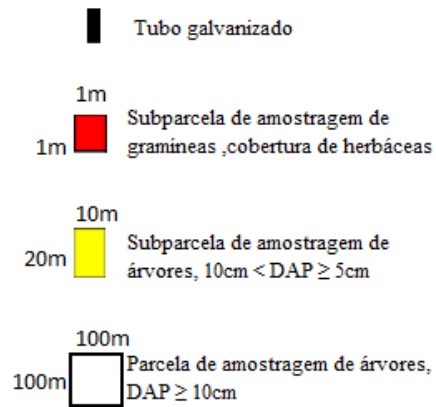


Figura 5: Modelo da parcela de amostragem permanente de 100 x 100 m

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

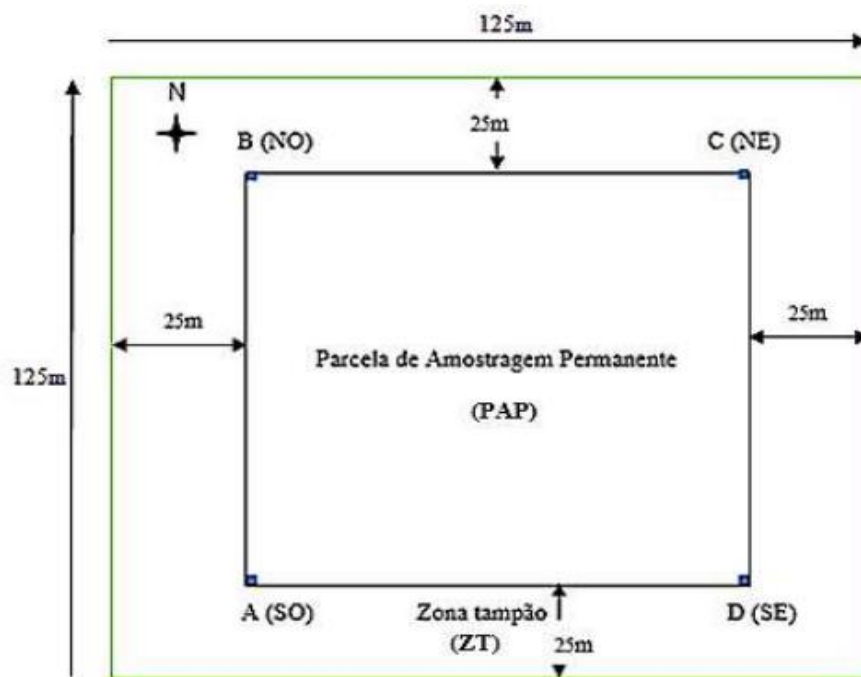


Figura 6: Zona Tampão (ZT) ao redor da PAP

Fonte: Fernandes *et al.*, 2020

2.3. Colecta de dados

2.3.1. Colecta de amostras de solo

A metodologia de trabalho para a descrição de solos e recolha de amostras de solo é a mesma descrita no Suplemento "Guião para colheita de amostras de solos nas parcelas de amostragem permanente" (Fernandes *et al.*, 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 da Figura 7 abaixo), outra sondagem é feita para auferir a similaridade do solo com o da sondagem de referência no centro da PAP.

O perfil de referência da PAP foi aberto até uma profundidade de 1,50 m de profundidade, tal como o 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 da 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.

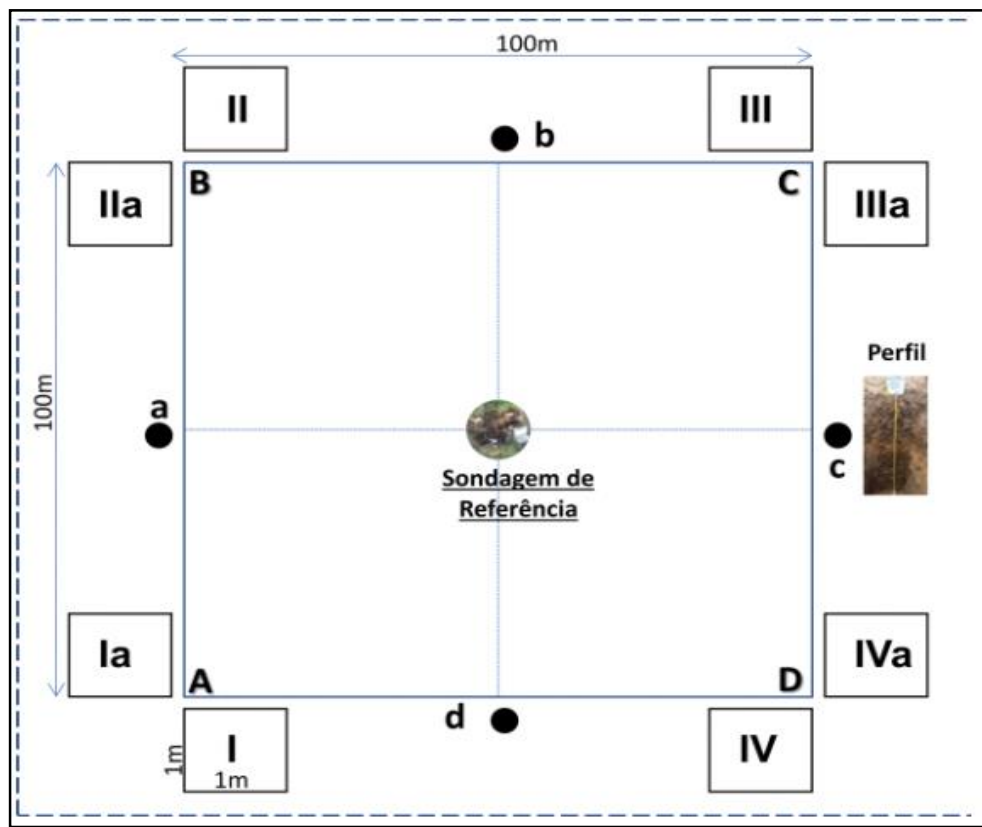


Figura 7: Representação gráfica de uma PAP, e os pontos de amostragem de solos

As sondagens de solo feitas no centro das parcelas, ou seja, sondagens de referência, determinaram a alocação dos perfis referência, na PAP, no primeiro ponto de verificação, ou seja, zona tampão, no ponto (a) segundo o diagrama representando uma PAP, ver Figura 7.

A amostragem no perfil foi feita obedecendo aos critérios técnicos como o a ciência de solos usa e o IIAM obedece. O perfil foi aberto obedecendo a um corte vertical do solo, preservando as suas características naturais daí que se exige o mínimo de distúrbio nas paredes de estudo.

Dois tipos de amostras foram colectadas no perfil dos solos; as amostras não perturbadas para a determinação da densidade, e as perturbadas para as análises das propriedades físicas e químicas do solo.

Em cada posição da sub-parcela (I, II, III, IV), segundo ilustrado pela imagem (figura 7), é demarcada uma área de 50cm x 50cm, para instalação e abertura de um mini-perfil. Faz-se medindo 1m para dentro, ao longo da linha limite e 1m para fora e marca se um quadrado nas dimensões já deferidas acima. Quando estiver já marcada, abre-se o mini perfil fazendo cortes nas dimensões de 50cm x 50cm x 50cm (largura, comprimento e profundidade). Nos mini-perfis foram tomadas amostras de solos nas 3 profundidades pre-definidas: 0-10cm, 10-20cm e 20-30cm. As amostras foram de 3 tipos: Amostras de características químico-físicas de solo, desta feita formadas por amostras compostas misturando profundidades das 4 sub-parcelas (1 de 0-10cm, 1 de 10-20cm e 1 de 20-30cm). 3 anéis em cada mini-perfil, segundo as profundidades, para Densidade aparente e 1 amostra de Detritos orgânicos que foi recolhida para um balde e juntou-se as outras amostras de detritos orgânicos das sub-parcelas (mini-perfis) para formar uma amostra composta da parcela geral.

Tabela 4: Tipos de amostras de solo colectadas

Tipos de Amostras Colectadas				
<u>Objecto de amostragem</u>	Perturbadas	Não perturbadas ³	Detritos orgânicos	Lençol freático
<u>PAP - NM02</u>				

³ Para a determinação da densidade aparente do solo.

• Perfil	4	3	0	0
• Mini-perfis (I, II, III, IV)	3	12	1	0

2.3.2. 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 1.30m. dependendo da qualidade do fuste, em casos previstos no manual, a altura da medição era deslocada (para cima ou para 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 total com o uso de uma barra altimétrica ou hipsómetro; as distâncias x e y em relação a localização dentro da subparcela com auxílio 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.

2.4. Processamento e análise de dados

A análise de dados, seguiu os passos definidos por Fernandes *et al.* (2020), esta fase consiste numa análise descritiva e parcial dos dados qualitativos e quantitativos medidos 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.

2.4.1. Composição florística

2.4.1.1. Riqueza

A riqueza arbórea considera-se que a amostra atingiu a suficiência amostral, quando ocorre uma estabilização no número de espécies encontradas com o aumento no número de parcelas (patamar). No entanto, em florestas tropicais esse patamar dificilmente é encontrado, pois a diversidade de espécies nessas regiões é elevada, sendo que quanto maior o esforço amostral, mais espécies serão registradas (SCHILLING & BATISTA, 2008).

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) e *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 indivíduo 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 calculo de cada diversidade estão descritas na tabela abaixo (Tabela 5).

Tabela 5: 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 analise 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 6: Fórmulas usadas no cálculo dos parâmetros de estrutura horizontal

Parâmetro	Abrev.	Fórmula	Unidade
Frequência absoluta	F _{ab}	$FA_i = p_i / P_t * 100$	%
Frequência relativa	F _{rel}	$FR_i = FA_i / \sum_{i=1}^S FA_i * 100$	%
Abundância absoluta	A _{ab}	$ABA_i = n_i / A$	n.ha ⁻¹
Abundância relativa	A _{rel}	$ABR_i = ABA_i / \sum_{i=1}^S ABA_i * 100$	%
Dominância absoluta	Do _{ab}	$DoA_i = G_i / A$	m ² .ha ⁻¹
Dominância relativa	Do _{rel}	$DoR_i = DoA_i / \sum_{i=1}^S DoA_i * 100$	%
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 = número de subparcelas com a presença da espécie i ; P_t = número de subparcelas.

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

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:

- **Estrato Inferior:** Árvore com $Ht < (Hm - 1S)$;
- **Estrato Médio:** Árvore com $(Hm - 1S) \leq Ht < (Hm + 1S)$;
- **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 j-ésimo 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 j -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:

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

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 NM02 foram utilizados modelos não lineares amplamente divulgados na literatura florestal. Os modelos utilizados nos ajustes das equações estão compilados na Tabela 7.

Tabela 7: Funções matemáticas utilizadas na modelação da relação H-D na parcela NM02

Id	Nome da Função	Equação
1	Curtis	$h = 1,3 + \beta_0 \left(\frac{d}{1+d} \right)^{\beta_1}$
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	$h = 1,3 + \exp \left(\beta_0 + \frac{\beta_1}{d+1} \right)$

Onde: 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 subparcelas 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 subparcelas 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 (Pi), Hazen (IHi) e Morisita (IMi).

Para o índice de Agregação de Payandeh, a classificação do padrão de distribuição espacial dos indivíduos obedece a seguinte escala: $Pi < 1$ (distribuição aleatória); $1 \leq Pi \leq 1,5$ (tendência ao agrupamento) e $Pi > 1,5$ (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 relação:

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

Onde: IHi = índice de 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 (IM_i), 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_i = Índice de Morisita da i -ésima espécie; n_i = número total de parcelas amostradas; N = número total de indivíduos, contidos nas n parcelas; X^2 = quadrado do número de indivíduos por parcela. Se IM_i

=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 “Manual *Trees and Shrubs of Mozambique*” (Burrows *et al.*, 2018) auxiliando-se a chaves dicotômica do “Manual *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 estabelecidas as 15 subparcelas de 1m x 1m.

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.

Das árvores/espécies nem sempre possíveis de alcançar as folhas destacou-se a *Brachystegia spiciformis*, uma das espécies características do miombo. Quanto aos indivíduos mortos, não foi possível a sua colecta. Para estas espécies, foi identificado no campo o nome provisório com ajuda do pisteiro e para o caso das que se encontravam na mesma base com outras vivas utilizava-se o exemplar da espécie com elementos de identificação para servir como amostra.



Figura 8: Colecta de espécimens e levantamento de algumas variáveis na PAP NM02

2.4.10. Análise qualitativa das árvores

Para além da medição dos parâmetros dendrométricos como altura e DAP nos 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).

3. RESULTADOS

3.1. Caracterização da PAP

Esta parcela está a cerca de 11 km da vila sede de Mecula e a 400 m da estrada. A parcela apresenta as seguintes espécies como as mais dominantes: *Pterocarpus angolensis*; *Pseudolachnostylis maprouneifolia*; *Brachystegia boehmii*; *Diplorhynchus condylocarpon*; *Julbernardia globiflora*; *Burkea africana*; *Diospyros kirkii*; *Catunaregam stenocarpa*; *Comretum molle* e *Dalbergia nitudula*.

A topografia do local da instalação da PAP é derivada do gradiente do declive característico ou mais representativo da área à volta do local é quase plana, ou seja um descaimento do terreno na ordem de 1 a 2% e a fisiografia é classificada como sendo planície de denudação, ou seja, peneplano, que não é mais do que uma superfície de aplainamento, aparentemente com uma ligeira inclinação na paisagem circundante, aplainada pela remoção e deposição gradual do solo produto da meteorização, *in situ*, da rocha mãe.



Figura 9: Estrato herbáceo e espécies sobre uma termiteira, concha de caracol, PAP-NM02, Mecula

3.2. Análise de solos

O solo é localmente constituído por materiais não consolidados, desenvolvido a partir da meteorização '*in situ*' da rocha mãe, sobre rocha sedimentar básica. Na parcela, e de forma esporádica, ocorrem termiteiras com cerca de 5-7 metros de diâmetro e 3-4 metros de altura distanciadas em 30-40 metros, e mais ainda outras pequenas com alturas não superior a 50 cm; não foram observados afloramentos rochosos; muito menos vestígios de erosão/deposição; a cobertura vegetal do estrato herbáceo estima-se que esteja entre 15-40%; sem sinais de existência de crostas e sais na superfície. E foram observadas poucas conchas de caracóis gigantes na superfície do solo. A drenagem do solo é descrita como sendo boa (interna: lenta assim como o escoamento lento). Não há sinais de ocorrência de inundações, no momento da observação o solo apresentava-se

húmido e a profundidade efectiva não apresenta nenhuma limitação, pois não foi observado nenhum vestígio da rocha mãe em meteorização.

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

- NM02-I: Latitude 12° 08' 09.9" Sul; Longitude 37° 33' 57.7" Este; elevação: 480 m;
- NM02-II: Latitude 12° 08' 06.4" Sul; Longitude 37° 33' 57.5" Este; elevação: 476 m;
- NM02-III: Latitude 12° 08' 06.3" Sul; Longitude 37° 34' 00.6" Este; elevação: 479 m; e
- NM02-IV: Latitude 12° 08' 09.7" Sul; Longitude 37° 34' 01.0" Este; elevação: 484 m.



Figura 10: Vista parcial da vegetação na PAP-NM02

Em geral, o solo é profundo a muito profundo (>150 cm de profundidade efectiva); uma coloração que varia de castanho escuro no topsolo a vermelho escuro, vermelho no subsolo; não apresenta manchas em todo o perfil; a textura varia de arenoso-franca franco-arenosa (solo superficial), gradualmente aumenta o teor de argila com a profundidade, à argilo-arenosa (subsolo); a estrutura dos agregados é fraca, fina a média, anisforme subangulosa; 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; sem fragmentos rochosos ao longo do perfil; algumas cavidades abertas que diminuem com a

profundidade; poucas raízes grosseiras e muitas muito finas e finas. O perfil está alocado na Zona Tampão Norte (ZT-N) da PAP que coincide com a parte superior do declive (1-2%); e o microrrelevo é plano.


3.2.1. Descrição do perfil

Figura 11: Descrição geral da PAP NM02

PAP-NM02	
Código do perfil: NM02-PAP	Data: 22 de Abril de 2022.
Unidade de solos: VG	Coordenadas: 12° 08' 05.9''S e 37° 33' 58.8''E
Área de levantamento: RE- Niassa	Altitude: 477 m
Localização: Reserva Especial do Niassa, Posto Administrativo de Mecula sede, Distrito de Mecula, Província do Niassa.	Culturas: Sem culturas.
Autores: Jacinto Mafalacusser, Munir Jossob, Fernando Sualei.	
Classificação WRB 2006:	Topografia: quase plana (1-2%).
Uso de terra: Reserva florestal/Fauna bravia	Nome local do solo: <i>Dithaka</i> .
Fisiografia: Planície de denudação.	Elemento fisiográfico: Interflúvio.
Influência humana: Sinais de queimadas.	Posição: Parte superior do declive.
Vegetação: Bosque semi-aberto, floresta semi-decídua.	Declive: Classe 1 (1-2%); Forma: directa.
Cobertura de capim: 2 (15-40%).	Micro-topografia: irregular.
Material de origem: Rocha meteorizada " <i>in situ</i> " – sobre rocha sedimentar derivado de rocha básica.	
Drenagem: Moderada a Boa (lenta / lenta).	Lençol freático: Não observado.
Profundidade efectiva: muito profunda.	Inundação: Sem
Afloramento de rochas: Sem.	Humidade: húmido até 134 cm.
Pedras superficiais: Sem (0%).	Selagem/crosta: Sem.
Erosão: Sem erosão e/ou deposição.	Bacia hidrográfica: Lugenda.

3.2.2. Caracterização dos horizontes

Tabela 8: Descrição dos horizontes do perfil do solo

Horizonte	Prof. (cm)	Descrição	
A1	0-10	Castanho escuro (7.5YR 3/3) quando húmido; sem manchas; arenoso-franco a franco-arenoso; fraca, fina a média, anisoforme subangular; muito friável quando húmido, não pegajoso e não plástico quando molhado; sem películas; sem cimentação e/ou compactação; muitos poros muito finos; sem fragmentos rochosos; sem nódulos minerais; sem efervescência; poucas cavidades não especificadas; comuns raízes médias, muitas raízes finas e médias; limite nítido (2-5 cm) e ondulado. <i>Amostra perturbada: NM02-1 (0-10 cm); amostra não perturbada: NM02-1 (0-10 cm).</i>	
A2	10-31	Castanho avermelhado escuro (5YR 3/4) quando húmido; sem manchas; franco-arenoso; fraca, fina a média, anisoforme subangular; muito friável quando húmido, não pegajoso e não plástico quando molhado; sem películas; sem cimentação e/ou compactação; muitos poros muito finos; sem fragmentos rochosos; sem nódulos minerais; sem efervescência; poucas cavidades não especificadas; muitas raízes finas e médias e poucas grosseiras; limite gradual (5-15 cm) e plano. <i>Amostra perturbada: NM02-2 (10-31 cm); amostra não perturbada: NM02-2 (10-31 cm).</i>	
Bt1	31-55	Vermelho escuro (2.5YR 3/6) quando húmido; sem manchas; franco-argilo-arenoso; fraca, fina a média, anisoforme subanguloso; muito friável quando húmido, pouco pegajoso e pouco plástico quando molhado; sem películas; sem cimentação e/ou compactação; muitos poros muito finos e comuns finos e médios; sem fragmentos rochosos; sem nódulos minerais; sem efervescência; poucas cavidades não especificadas; muitas raízes finas e médias e poucas grosseiras; limite difuso (>15 cm) e plano. <i>Amostra perturbada: NM02-3 (31-55 cm); amostra não perturbada: NM02-3 (31-55 cm).</i>	
Bt2	55-82	Vermelho (2.5YR 3/6) quando húmido; sem manchas; argilo-arenoso; fraca, fina a média, anisoforme subangular; muito friável quando húmido, pegajoso e plástico quando molhado; sem películas; sem cimentação e/ou compactação; muitos poros muito finos e comuns finos e médios; sem fragmentos rochosos; sem nódulos minerais; sem efervescência; sem fenómenos biológicos; muitas raízes finas e médias; limite difuso (>15 cm) e plano. <i>Amostra perturbada: NM02-4 (55-82 cm).</i>	
Bt3	82-134 ⁺	Vermelho escuro (10R 3/6) quando húmido; sem manchas; argilo-arenoso[1]; fraca, fina a média, anisoforme subangular; muito friável quando húmido, pegajoso e plástico quando molhado; sem películas; sem cimentação e/ou compactação; muitos poros muito finos; sem fragmentos rochosos; sem nódulos minerais; sem efervescência; sem fenómenos biológicos; poucas raízes finas e médias e raras grosseiras. <i>Amostra não perturbada: NM02-5 (55-82 cm), e amostra perturbada NM02-5 (82-134 cm).</i>	

3.3. Composição florística

3.3.1. Riqueza de espécies

Para a presente parcela foram colhidos 119 espécimes do total de 303 indivíduos medidos na parcela. A lista de plantas vasculares identificadas até ao presente momento pode ser visualizada na Tabela 9.

Dos 119 espécimes colhidos, juntando à identificação em campo de indivíduos impossíveis de colher exemplar botânico, foram identificadas um total de 38 espécies de plantas (das quais, 27 cientificamente identificadas, 8 vulgarmente identificadas e 3 não foram identificadas). As identificadas pertencente à 13 famílias botânicas. Das famílias identificadas, a família Fabaceae é a mais destacada, com maior número de espécies (13) bem como maior número de indivíduos (151), dentro desta família, o género *Julbernardia* foi o que apresentou maior número de indivíduos (59), seguido da *Brachystegia* com 48 indivíduos. A espécie com maior número de indivíduos na parcela foi a *Julbernardia globiflora* com 59 indivíduos (Tabela 9 e 10).

Tabela 9: Lista de espécies de Plantas vasculares encontradas na parcela NM02

Nome científico	Nome local	Forma de vida	Nº de Ind
<i>Brachystegia</i> sp	Mpapa	Árvore	10
<i>Brachystegia boehmii</i>	Ndjombo	Árvore	38
<i>Julbernardia globiflora</i>	Ntxenga	Árvore	59
<i>Burkea africana</i>	Nkalati	Árvore	12
<i>Erythrophleum africanum</i>	Nkalati	Árvore	1
<i>Cassia abbreviata</i>	Ntxanamila	Árvore	3
<i>Pterocarpus angolensis</i>	Ntumbati	Árvore	11
<i>Pericopsis angolensis</i>	Mbanga	Árvore	6
<i>Philenoptera bussei</i>	Nundo	Árvore	1
<i>Baphia massaiensis</i>	Ntemetxe	Arbusto	5
<i>Dalbergia</i> sp	Nzalanjazi	Árvore	2
<i>Dalbergia nitídula</i>	Txipire yavago	Árvore	2
<i>Acacia</i> sp.	-	Árvore	1
<i>Pseudolachnostylis maprouneifolia</i>	Ndzoló	Árvore	54
<i>Diospyros kirkii</i>	Ndzakala	Árvore	10
<i>Diplorhynchus condylocarpon</i>	Ntomoni	Árvore	29
<i>Combretum molle</i>	Txicozi cha ng'ondo	Árvore	14
<i>Combretum collinum</i>	Natxolove	Árvore	1
<i>Hugonia orientalis</i>	Nkotimo	Árvore	3

<i>Ziziphus mucronata</i>	Nkolopotxo	Arbusto	1
<i>Sclerocarya birrea</i>	Nakadyongo	Árvore	1
<i>Vangueria infausta</i>	Mauwulugwe	Arbusto	1
<i>Catunaregam stenocarpa</i>	Ndzondoca	Árvore	3
-	Mpalanganga	Árvore	1
<i>Brackeridgea zanguibarica</i>	Nungamo	Arbusto	1
<i>Manilkara mochisia</i>	Ngambo	Árvore	4
<i>Monotes engleri</i>	Nteteleka	Arbusto	4
<i>Commiphora mollis</i>	Txicolola	Árvore	1
<i>Não identificada 1</i>	Ncoconazimba	Árvore	3
<i>Não identificada 2</i>	Ndjembe	Árvore	3
<i>Não identificada 3</i>	Catatu	Árvore	1
<i>Não identificada 4</i>	-	Árvore	1
<i>Não identificada 5</i>	Kapale-pale	Árvore	3
<i>Não identificada 6</i>	Mpekezo	Árvore	1
<i>Não identificada 7</i>	Nakadjombo	Árvore	8
<i>Não identificada 8</i>	Mpinge	Árvore	2
<i>Não identificada 9</i>	-	Árvore	1
<i>Não identificada 10</i>	Ntxelenga	Árvore	1
N=27*	N=35*		N=303

*denota que o número poderá sofrer alterações/aumentar

Num estudo efectuado 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 essencialmente 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.

Das espécies da família Fabaceae, as subfamílias Caesalpinioideae, Papilionoideae e Mimosoideae tiveram 120, 30 e 1 indivíduos, respectivamente correspondentes à 6, 6 e 1 espécies respectivamente (Tabela 10). 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, Phyllanthaceae, Apocynaceae e Combretaceae com 54, 29 e 15 indivíduos respectivamente. No que se refere ao número de espécies, as famílias Rubiaceae com 3 espécies, e Combretaceae com 2 espécies perfazem as famílias com maior número de espécies, depois da Fabaceae (Tabela 10).

Tabela 10: Famílias e géneros encontrados na parcela NM02.

Família	Nº de Ind	Nº de espécies	Nº de géneros
Fabaceae	151	13	10
Phyllanthaceae	54	1	1
Apocynaceae	29	1	1
Combretaceae	15	2	1
Ebenaceae	10	1	1
Linaceae	3	1	1
Burseraceae	1	1	1
Rubiaceae	5	3	3
Sapotaceae	4	1	1
Dipterocarpaceae	4	1	1
Ochnaceae	1	1	1
Rhamanaceae	1	1	1
Anacardiaceae	1	1	1
Outras	25	10	N/A
N=10*	N=303	N=38	N=24*

*denota que o número poderá sofrer alterações/aumentar com a identificação dos restantes indivíduos

Nas 15 subparcelas estabelecidas de regeneração não-estabelecida da PAP NM02, foram colhidas um total de 17 de plantas para posterior identificação (7 não identificadas científicas) (Tabela 10). No total foram observados 82 indivíduos dentre lenhosas, herbáceas e gramíneas.

No total 27 espécies foram observadas nas subparcelas destinadas a regeneração não estabelecida e até ao momento da redacção do presente relatório, muitas ainda carecem de identificação a nível do Herbário LMA.

Para o estrato herbáceo, nesta parcela há uma grande diversidade de espécies, sendo que uma parte da regeneração não estabelecida encontra-se representada no estrato alto/ indivíduos com DAP maior ou igual a 10 cm.

Tabela 11: Algumas das espécies do understory encontradas na parcela NM02

Número	Família	Nome local	Nome da espécie
1	Fabaceae (Caesalpinioideae)	Ndjombo	<i>Brachystegia boehmii</i>
2	Fabaceae (Caesalpinioideae)	Mpapa	<i>Brachystegia sp</i>
3	Fabaceae (Caesalpinioideae)	Ntxenga	<i>Julbernardia globiflora</i>
4	Fabaceae (Caesalpinioideae)	Ntxanamila	<i>Cassia abbreviata</i>

5	Fabaceae (Caesalpinioideae)	Nkalati	<i>Burkea africana</i>
6	Fabaceae (Papilionoideae)	Txilalandima	<i>Crotalaria sp</i>
	Fabaceae (Papilionoideae)	Ntemetxe	<i>Baphia massaiensis</i>
7	Fabaceae (Papilionoideae)	Txilalandima	<i>Flemingia sp</i>
9	Fabaceae (Mimosoideae)	Ntalala	<i>Dichrostachys sp</i>
10	Linaceae	Nkotimo	<i>Hugonia orientalis</i>
11	Ebenaceae	Mulala	<i>Euclea natalensis</i>
12	Phyllanthaceae	Txicozi cha ngondo	<i>Combretum molle</i>
13	Iridaceae	Ndungulo	<i>Dietes sp</i>

3.3. Diversidade florística

Os valores referentes aos índices da diversidade florística da parcela NM02 são apresentados na Tabela 12. A diversidade de espécies arbóreas obtida com o estimador do índice de Shannon-Weaver (H'), foi de 2.41 nats/ind, indicando diversidade alta da parcela. Amade (2016), estudando a vegetações do miombo sob mesmas condições climáticas em relação ao 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.

Essa diferença pode ser explicada pela diferença da intensidade amostral e pelo número de unidades amostrais, visto que neste estudo foi apenas estabelecida uma única parcela contra 50 parcelas estabelecidas no estudo de Amade (2016).

De referir que, o índice de diversidade de Shannon-Weaver da PAP NM02 não representa a área toda da REN pois o tamanho de amostras ideal ainda não foi atingido/inventariado.

Tabela 12: Índices da diversidade florística da parcela NM02

Shannon	Simpson	EqMáxima	Pielou	Jentsch
2.41	0.86	3.26	0.74	0.1

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 0,7; 17,95%; 20,64 e 58 (Ind.ha⁻¹), respectivamente.

A *Julbernardia globiflora* também possui altos valores de dominância absoluta (4.15 m²ha⁻¹) e dominância relativa (34.29%) e a mesma teve o maior índice de valor de cobertura e o índice de valor de importância (54,93% e 72.88, respectivamente). Estes dados significam que a espécie *Brachystegia spiciformis* 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.

Dezasseis (16) espécies tiveram a menor abundancia absoluta, com 1 ocorrência apenas e são elas a *Commiphora mollis*, *Erythrophleum africanum*, *Sclerocarya birrea*, *Acacia sp*, *Rubiaceae*, *Ziziphus mucronata*, *Combretum collinum*, *Philenoptera bussei*, *Brackeridgea zanguebarica* não identificadas e não identificadas 11, 7, 10, 9, 3 e 6.

A tabela 13, ilustra as estimativas dos parâmetros da estrutura horizontal das espécies arbóreas da parcela NM02.

Tabela 13: Estrutura horizontal de espécies arbóreas com DAP ≥ 10 cm da parcela NM02

Espécies	FA	FR	ABA	ABR	DoA	DoR	IVC	IVI
		%	Ind.ha ⁻¹	%	m ² ha ⁻¹	%	%	
<i>Julbernardia globiflora</i>	0,7	17,95	58	20,64	4,15	34,29	54,93	72,88
<i>Brachystegia boehmii</i>	0,5	12,82	38	13,52	1,81	14,94	28,46	41,28
<i>Pseudolachnostylis maprouneifolia</i>	0,46	11,79	50	17,79	0,75	6,18	23,97	35,76
<i>Diplorhynchus condylocarpon</i>	0,32	8,21	23	8,19	0,30	2,50	10,68	18,89
<i>Burkea africana</i>	0,18	4,62	12	4,27	0,70	5,82	10,09	14,70
<i>Pterocarpus angolensis</i>	0,16	4,10	9	3,20	0,73	6,06	9,26	13,36
<i>Combretum molle</i>	0,2	5,13	14	4,98	0,30	2,45	7,43	12,56
<i>Brachystegia spiciformis</i>	0,12	3,08	6	2,14	0,85	7,06	9,20	12,27
Não identificada 7	0,12	3,08	6	2,14	0,32	2,64	4,77	7,85
<i>Diospyros kirkii</i>	0,16	4,10	8	2,85	0,09	0,77	3,62	7,72
<i>Brachystegia sp</i>	0,08	2,05	4	1,42	0,40	3,32	4,74	6,79
<i>Pericopsis angolensis</i>	0,08	2,05	6	2,14	0,12	1,01	3,15	5,20
<i>Manilkara mochisia?</i>	0,02	0,51	4	1,42	0,36	2,95	4,37	4,89
<i>Monotes engleri</i>	0,08	2,05	4	1,42	0,10	0,79	2,21	4,26
<i>Cassia abbreviata</i>	0,04	1,03	3	1,07	0,22	1,81	2,87	3,90

<i>Não identificada 2</i>	0,06	1,54	3	1,07	0,07	0,61	1,68	3,22
<i>Não identificada 1</i>	0,04	1,03	3	1,07	0,11	0,89	1,96	2,98
<i>Baphia massaiensis</i>	0,06	1,54	3	1,07	0,03	0,23	1,30	2,84
<i>Hugonia orientalis</i>	0,04	1,03	3	1,07	0,04	0,30	1,37	2,39
<i>Não identificada 8</i>	0,04	1,03	2	0,71	0,04	0,32	1,04	2,06
<i>Não identificada 5</i>	0,04	1,03	2	0,71	0,03	0,24	0,95	1,98
<i>Dalbergia nitídula</i>	0,04	1,03	2	0,71	0,03	0,24	0,95	1,97
<i>Catunaregam stenocarpa</i>	0,04	1,03	2	0,71	0,02	0,20	0,91	1,93
<i>Commiphora mollis??</i>	0,02	0,51	1	0,36	0,11	0,89	1,25	1,76
<i>Erythrophleum africanum?</i>	0,02	0,51	1	0,36	0,07	0,55	0,90	1,41
<i>Não identificada 11</i>	0,02	0,51	1	0,36	0,06	0,47	0,83	1,34
<i>Não identificada 7</i>	0,02	0,51	1	0,36	0,05	0,38	0,73	1,25
<i>Não identificada</i>	0,02	0,51	1	0,36	0,04	0,34	0,70	1,21
<i>Sclerocarya birrea</i>	0,02	0,51	1	0,36	0,04	0,33	0,69	1,20
<i>Não identificada 10</i>	0,02	0,51	1	0,36	0,04	0,32	0,67	1,19
<i>Acacia sp.</i>	0,02	0,51	1	0,36	0,02	0,17	0,53	1,04
<i>Rubiaceae</i>	0,02	0,51	1	0,36	0,02	0,17	0,53	1,04
<i>Ziziphus mucronata</i>	0,02	0,51	1	0,36	0,02	0,15	0,51	1,02
<i>Não identificada 9</i>	0,02	0,51	1	0,36	0,02	0,15	0,51	1,02
<i>Combretum collinum?</i>	0,02	0,51	1	0,36	0,02	0,13	0,49	1,00
<i>Philenoptera bussei</i>	0,02	0,51	1	0,36	0,01	0,12	0,47	0,99
<i>Não identificada 3</i>	0,02	0,51	1	0,36	0,01	0,08	0,43	0,95
<i>Brackeridgea zanguebarica</i>	0,02	0,51	1	0,36	0,01	0,08	0,43	0,94
<i>Não identificada 6</i>	0,02	0,51	1	0,36	0,01	0,07	0,43	0,94
Total	3,9	100	281	100	12,09	100	200	300

Observação: FA = frequência absoluta, FR = frequência relativa, ABA = Abundância absoluta, ABR = Abundância relativa, DoA = dominância absoluta, DoR = dominância relativa, IVC = índice de valor de cobertura, IVI = índice de valor de importância.

A tabela 14, ilustra as estimativas dos parâmetros da estrutura horizontal das espécies encontradas nas 5 subparcelas de regeneração estabelecida.

A espécie *Diplorhynchus condylocarpon* teve a maior abundância absoluta, com 70 Ind.ha⁻¹ e relativa com 31.8%. a mesma teve também maior destaque para os parâmetros de Dominância absoluta (0.3), dominância relativa (32.6%), índice de valor de cobertura e índice de valor de importância, com 64.4% e 85.8, respectivamente.

Tabela 14: Estrutura horizontal de espécies com DAP entre 5 e 10 cm da parcela NM02.

Espécies	F _{ab}	F _{rel}	A _{ab}	AB _{rel}	Do _{ab}	Do _{rel}	IVC	IVI
		%	Ind.ha ⁻¹	%	m ² ha ⁻¹	%	%	
<i>Diplorhynchus condylocarpon</i>	0,6	21,4	70	31,8	0,30	32,6	64,4	85,8
<i>Pseudolachnostylis maprouneifolia</i>	0,2	7,1	40	18,2	0,17	18,7	36,9	44,0

<i>Baphia massaiensis</i>	0,4	14,3	20	9,1	0,08	8,5	17,6	31,9
<i>Dalbergia sp</i>	0,4	14,3	20	9,1	0,07	7,0	16,1	30,3
<i>Pterocarpus angolensis</i>	0,2	7,1	20	9,1	0,10	10,8	19,9	27,0
<i>Diospyros kirkii</i>	0,2	7,1	10	4,5	0,06	6,8	11,4	18,5
<i>Vangueria infausta?</i>	0,2	7,1	10	4,5	0,05	4,9	9,4	16,6
<i>Não identificada 5</i>	0,2	7,1	10	4,5	0,04	3,9	8,4	15,6
<i>Não identificada 4</i>	0,2	7,1	10	4,5	0,04	3,8	8,3	15,5
<i>Catunaregam stenocarpa</i>	0,2	7,1	10	4,5	0,03	3,0	7,6	14,7
Total	2	100	220	100	0,93	100	200	300

Observação: F_{ab} = frequência absoluta, F_{rel} = frequência relativa, A_{ab} = Abundância absoluta, A_{rel} = Abundância relativa, Do_{ab} = dominância absoluta, Do_{rel} = dominância relativa, IVC = índice de valor de cobertura, IVI = índice de valor de importância.

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). A realização da análise da estrutura vertical, resultou na classificação da floresta em três estratos verticais de altura total (HT): estrato inferior (EI) - árvores com $HT \leq 6,51$ m, totalizando 206 indivíduos (41,1% do número total de plantas amostradas); estrato médio (EM) - árvores no intervalo $6,51 \text{ m} > HT < 13,6$ m, totalizando 243 indivíduos (48,5% do número total de plantas amostradas); estrato superior (ES), árvores com $HT \geq 13,6$ totalizando 52 indivíduos (10,4% do número total de plantas amostradas), onde (HT) é correspondente a altura total dos indivíduos amostrados (figura 13).

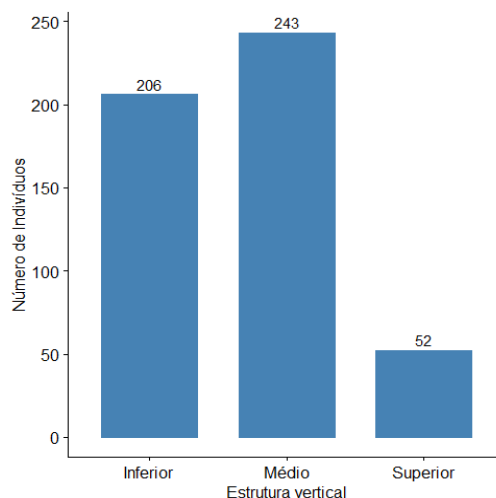


Figura 12: Estrutura fitossociológica vertical da parcela NM02

Analisando o estrato arbóreo das 39 espécies encontradas na parcela NM02, observou-se que 8 espécies apresentam representantes nos três estratos (*Brachystegia boehmii*, *Burkea africana*, *Cassia abbreviata*, *Combretum molle*, *Julbernardia globiflora*, *Não identificada 7*, *Pericopsis angolensis*, *Pseudolachnostylis maprouneifolia*) e dentre essas espécies a *Julbernardia globiflora* teve maior IVIA (tabela 15). Estas espécies apresentam assim a maior probabilidade de permanecer na PAP com o andar de tempo pois a dispersão por sementes e a resistência a queimadas está garantida.

As espécies *Brackeridgea zanguebarica*, *Combretum collinum*, *Hugonia orientalis*, *não identificada 3*, *não identificada 5*, *não identificada 8* e *não identificada 9* foram encontradas apenas no estrato inferior. Por outro lado, *Commiphora mollis*, *Monotes engleri*, *não identificada*, *não identificada 1*, *não identificada 10*, *não identificada 11*, *não identificada 7*, *Philenoptera bussei*, *Rubiaceae*, *Sclerocarya birrea* e *Ziziphus mucronata* tiveram representação somente no estrato médio. A espécie *Acacia sp.* apresentou representação apenas no estrato superior (tabela 15).

Algumas espécies como *Baphia massaiensis*, *Catunaregam stenocarpa*, *Dalbergia nitidula*, *Diospyros kirkii*, *Diplorhynchus condylocarpon* foram encontradas apenas no estrato inferior e médio. Outras como *Pterocarpus angolensis*, *Brachystegia sp*, *Manilkara mochisia*, *Não identificada 2* ocorreram no estrato médio e superior.

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 destacaram foram *Brachystegia boehmii*, *Diplorhynchus condylocarpon* e *Julbernardia globiflora* com 45,2% do número total de PSR. O destaque dessas espécies deve-se à presença na maior parte dos 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.

Como indica a tabela 15, o maior parâmetro de qualidade relativa de fuste verifica-se na espécie *Pseudolachnostylis maprouneifolia* com 22.98%, seguida da espécie *Julbernardia globiflora* com 22.91% e a *Brachystegia boehmii* com 16,44%. Portanto, cerca de 62,3% do valor económico madeireiro da PAP reside sobre essas espécies. Considerando que, 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 15: Estrutura sociológica vertical da parcela NM02, Reserva Especial do Niassa

Especie	VFInferior	VFMedio	VFSuperior	PSA	PSR	IVIA	QAF	QRF
<i>Acacia sp.</i>	0	0	18.86	18.86	0.14	1.18	0.33	0.29
<i>Baphia massaiensis</i>	16.37	129.54	0.00	145.91	1.08	3.92	1.61	1.40
<i>Brachystegia boehmii</i>	16.37	2202.14	56.58	2275.09	16.80	58.08	16.44	14.31
<i>Brachystegia sp</i>	0	64.77	56.58	121.35	0.90	7.69	1.32	1.15
<i>Brachystegia spiciformis</i>	16.37	0.00	94.31	110.68	0.82	13.09	1.69	1.47
<i>Brackeridgea zanguebarica</i>	16.37	0.00	0.00	16.37	0.12	1.07	0.54	0.47
<i>Burkea africana</i>	16.37	194.31	150.89	361.57	2.67	17.37	3.62	3.15
<i>Cassia abbreviata</i>	16.37	64.77	18.86	100.00	0.74	4.64	0.90	0.79
<i>Catunaregam stenocarpa</i>	16.37	64.77	0.00	81.14	0.60	2.53	1.07	0.94
<i>Combretum collinum</i>	16.37	0.00	0.00	16.37	0.12	1.12	0.54	0.47
<i>Combretum molle</i>	32.74	712.46	18.86	764.06	5.64	18.20	5.81	5.06
<i>Commiphora mollis</i>	0	64.77	0.00	64.77	0.48	2.24	0.54	0.47
<i>Dalbergia nitidula</i>	16.37	64.77	0.00	81.14	0.60	2.57	0.19	0.17
<i>Diospyros kirkii</i>	49.11	323.84	0.00	372.95	2.75	10.47	3.89	3.38
<i>Diplorhynchus condylocarpon</i>	114.59	1036.30	0.00	1150.89	8.50	27.39	8.56	7.45
<i>Erythrophleum africanum</i>	0	64.77	0.00	64.77	0.48	1.89	0.54	0.47
<i>Hugonia orientalis</i>	49.11	0	0.00	49.11	0.36	2.76	1.17	1.02
<i>Julbernardia globiflora</i>	32.74	2266.90	396.09	2695.73	19.91	92.78	22.91	19.94
<i>Manilkara mochisia</i>	0	194.31	18.86	213.17	1.57	6.46	2.15	1.87
<i>Monotes engleri</i>	0	259.07	0.00	259.07	1.91	6.17	2.15	1.87
<i>Não identificada</i>	0	64.77	0.00	64.77	0.48	1.69	0.33	0.29
<i>Não identificada 1</i>	0	194.31	0.00	194.31	1.43	4.42	1.61	1.40
<i>Não identificada 10</i>	0	64.77	0.00	64.77	0.48	1.66	0.33	0.29
<i>Não identificada 11</i>	0	64.77	0.00	64.77	0.48	1.82	0.54	0.47
<i>Não identificada 2</i>	0	129.54	18.86	148.40	1.10	4.31	1.20	1.04
<i>Não identificada 3</i>	16.37	0	0.00	16.37	0.12	1.07	0.54	0.47
<i>Não identificada 5</i>	32.74	0	0.00	32.74	0.24	2.22	0.63	0.55
<i>Não identificada 6</i>	0	64.77	0.00	64.77	0.48	1.42	0.54	0.47
<i>Não identificada 7</i>	16.37	194.31	37.72	248.40	1.83	9.68	2.37	2.06

<i>Não identificada 8</i>	32.74	0	0.00	32.74	0.24	2.30	0.13	0.11
<i>Não identificada 9</i>	16.37	0	0.00	16.37	0.12	1.14	0.04	0.03
<i>Não identificada7</i>	0	64.77	0.00	64.77	0.48	1.72	0.54	0.47
<i>Pericopsis angolensis</i>	49.11	129.54	18.86	197.51	1.46	6.66	2.52	2.19
<i>Philenoptera bussei</i>	0	64.77	0.00	64.77	0.48	1.46	0.33	0.29
<i>Pseudolachnostylis maprouneifolia</i>	163.70	2525.98	18.86	2708.54	20.00	55.77	22.98	20.01
<i>Pterocarpus angolensis</i>	0	323.84	75.44	399.29	2.95	16.31	2.65	2.31
<i>Rubiaceae</i>	0	64.77	0.00	64.77	0.48	1.52	0.54	0.47
<i>Sclerocarya birrea</i>	0	64.77	0.00	64.77	0.48	1.68	0.54	0.47
<i>Ziziphus mucronata</i>	0	64.77	0.00	64.77	0.48	1.50	0.54	0.47
Total	753.02	11787.90036	999.64	13540.5694	100	400	114.87	100

Observação: VF = Valor Fitossociológico da espécie no estrato, 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 12, apresenta-se as quinze espécies com maiores valores de IVIA, sendo a *Julbernardia globiflora*, a maior, e *Cassia abbreviata*, a última. O IVIA é o resultado do IVI+PSR, e olhando para a figura nota-se que, *Burkea africana*, *Pterocarpus angolensis* e *Diospyros kirkii* têm PSRs similares, mas IVIs diferentes, daí as posições diferentes no ranking dos IVIAs. O mesmo sucedesse-se com *Brachystegia spiciformis*, *Brachystegia sp* e *Cassia abbreviata*.

Por outro lado, *Combretum molle* e *Brachystegia spiciformis* em IVIs similares, mas PSRs diferentes, daí as posições no ranking. O mesmo dá-se com *Monotes engleri* e *Cassia abbreviata*. O ranking do IVI e PSR é diferente, porém a junção dos dois perfazerá o IVIA, implicando isso dizer que, as duas variáveis independentemente não ditam o valor do IVIA.

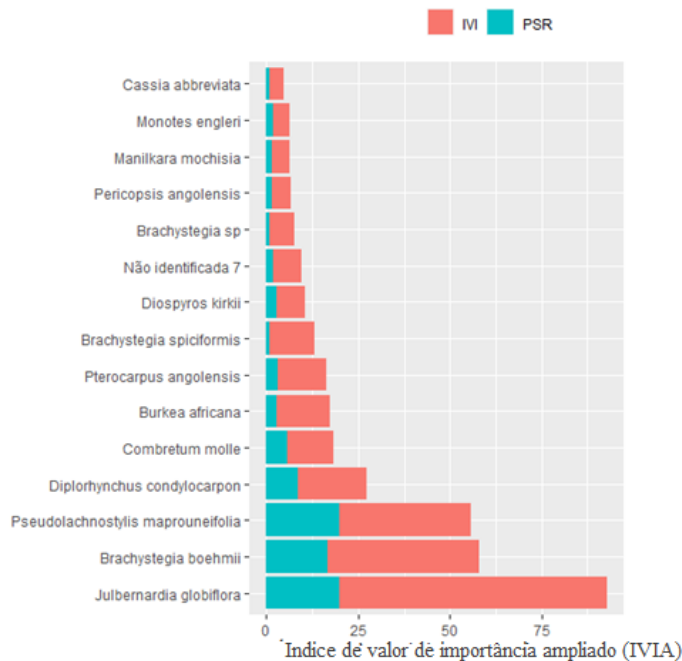


Figura 13: Distribuição do índice de valor de importância ampliado (IVIA) das quinze principais espécies amostradas na parcela NM02

3.6. Estrutura hipsométrica

Na figura 13 pode ser observada a distribuição dos indivíduos por classes de altura total correspondente à parcela NM02. A maior frequência dos indivíduos encontra-se na terceira classe (183 indivíduos), seguida da quarta classe (90 indivíduos), ambas classes representando 54,5% do total dos indivíduos. A maior parte dos indivíduos presentes são jovens, representando uma comunidade jovens com potencial para estabelecimento, com mais de dez espécies. Portanto, mais de dez espécies que incluem a *Brackeridgea zanguibarica*, *Combretum collinum*, *Hugonia orientalis*, *Commiphora mollis*, *Monotes engleri*, *Philenoptera bussei*, *Sclerocarya birrea* e *Ziziphus mucronata* e outras não identificadas podem estar representadas entre os 183 e 93 indivíduos da terceira e quarta classes respectivamente, com uma maior quantidade de árvores mais baixas que outras espécies. Estas espécies possuem por sua vez um maior número de indivíduos e conseqüentemente o maior Valor Fitossociológico (VF) entre os estratos e também são as que apresentam maiores VF por espécie, o que eleva sua Posição Sociológica Absoluta e Relativa (PSA/PSR). Assim sendo, pode fortemente influenciar a qualidade do habitat e o

funcionamento do ecossistema, principalmente no concernente aos distúrbios (Senf *at al.*, 2020). Em longo prazo, poderá garantir a substituição do estrato superior e por sua vez a sustentabilidade da floresta.

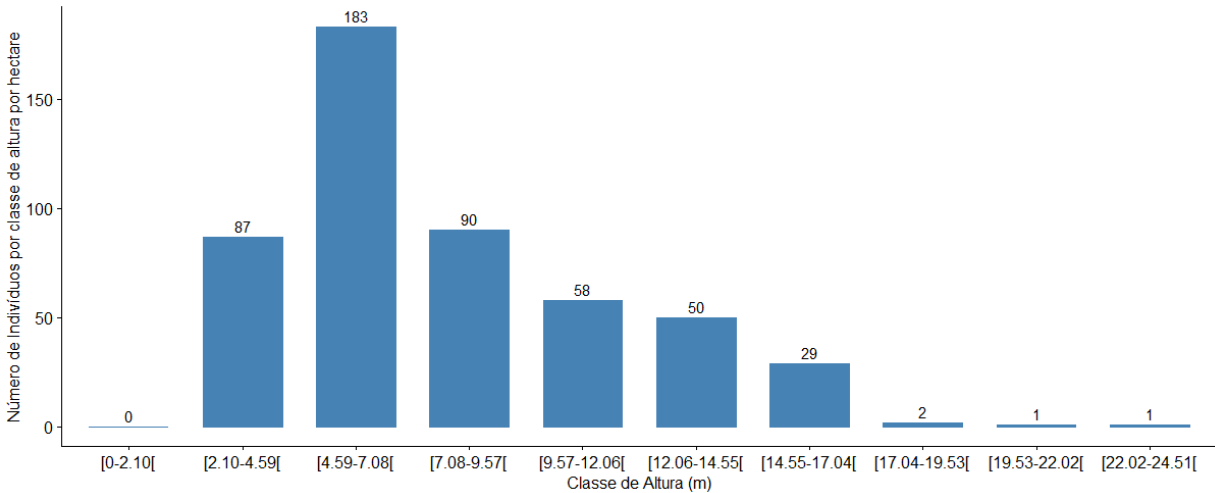


Figura 14: Distribuição das classes de altura dos indivíduos da parcela NM02

3.6.1. Relação hipsométrica em Multi-espécies

A figura 15 mostra a relação altura-diâmetro encontrada na parcela NM02, 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 30 cm e altura de 12,5 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.

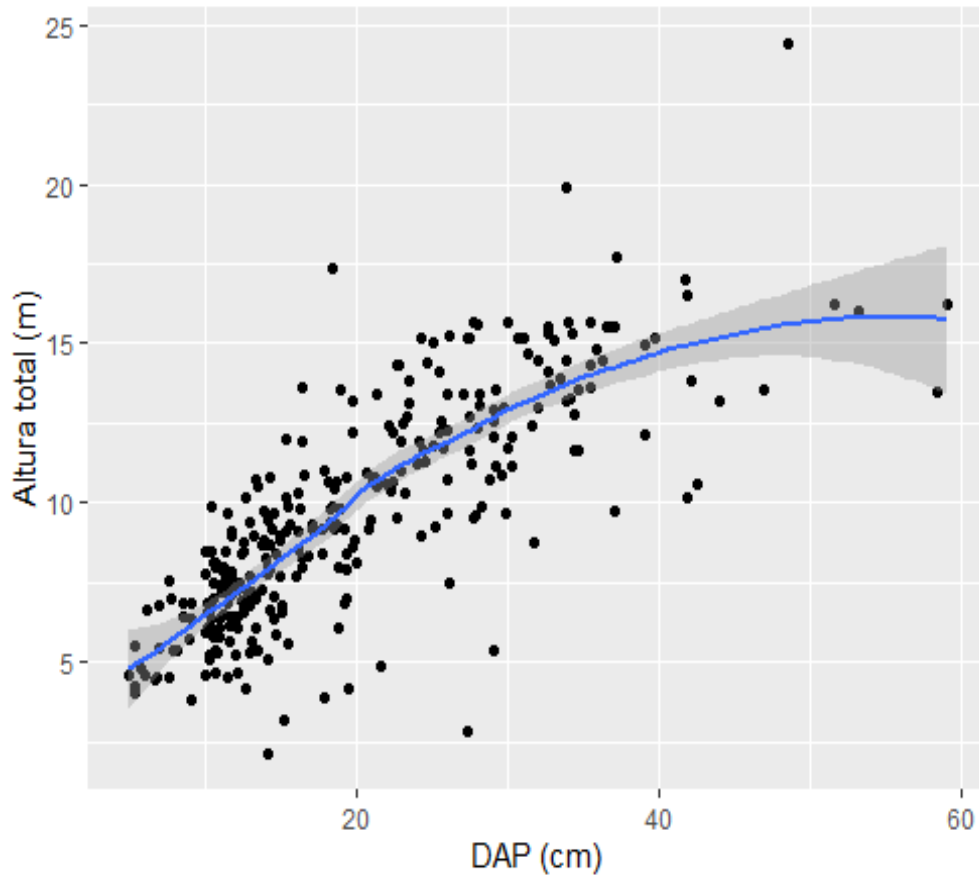


Figura 15: Representação gráfica da relação hipsométrica, obtida através do modelo linear sobre os valores observados na parcela NM02

Ao analisar a figura 16, observa-se a variação dos diâmetros e alturas totais na parcela NM02 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.

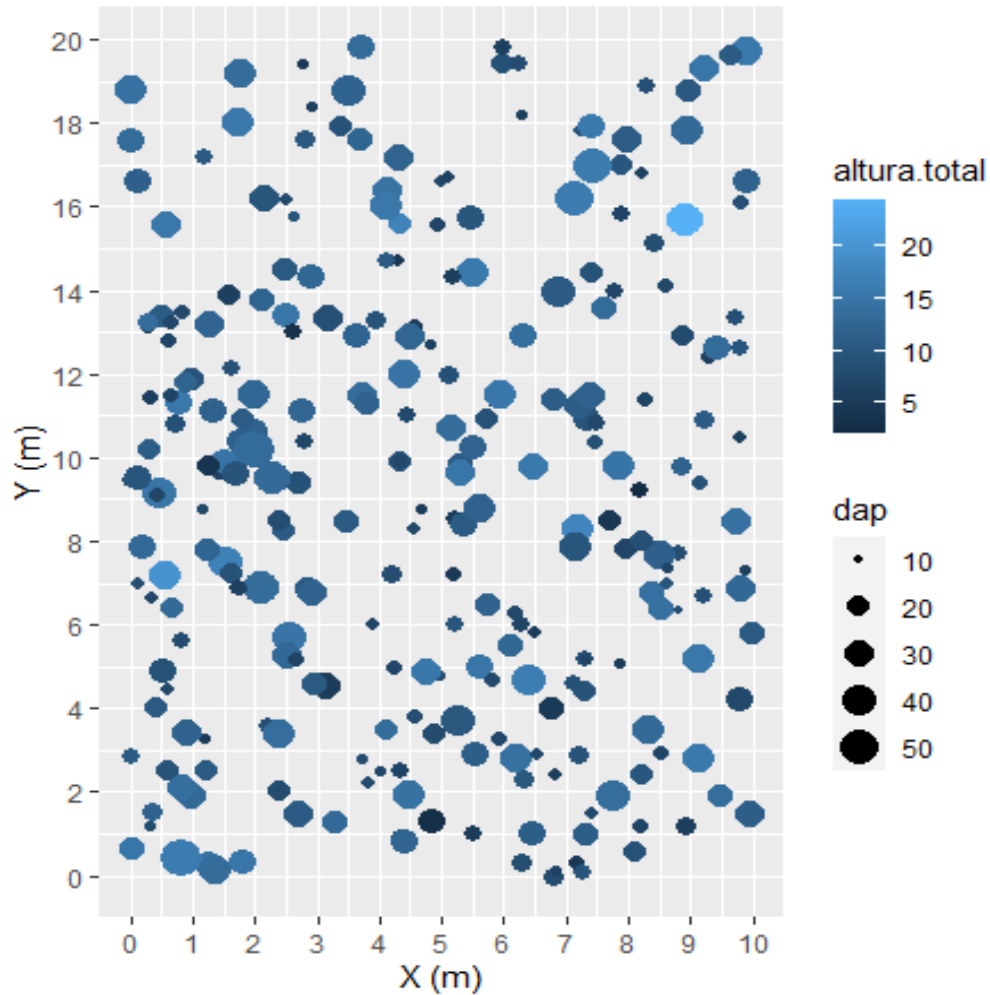


Figura 16: Representação gráfica da variação dos diâmetros e alturas totais observados na parcela NM02

Na tabela 16 pode ser observado o desempenho dos 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. Em função dos resultados estatísticos, nota-se que, de modo geral, os 5 modelos demonstraram um desempenho forte positivo, com coeficiente de determinação ajustado (R^2_{ajust}) entre 62,8% a 70,3%.

Os valores de R^2_{ajust} mostram que as variáveis X e Y se ajustam bem aos dados da NM02. O modelo de Meyer explica 65,7 % que da variação das alturas deve-se aos diâmetros e a outra parte (34,3%)

aos factores não previstos, tais como, espécies e idades diferentes. Apesar dos modelos de Curtis e Naslund apresentarem valores alto de coeficiente de determinação ajustado (R^2_{ajust}) na ordem dos 70%, não foram selecionados por apresentarem maiores valores de AIC e BIC.

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

Modelos	R^2_{ajust}	Mres	RMSE	AIC	BIC
Curtis	0,702	0,052	1,927	1295,96	1321,95
Naslund	0,703	-0,019	1,922	1280,82	1306,81
Meyer	0,657	-0,0004	2,084	1274,05	1300,04
Michailoff	0,628	0,063	2,153	1304,87	1330,87
Wykoff	0,694	0,009	1,953	1292,33	1318,32

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 Meyer (Meyer, 1940) apresentou AIC e BIC mais baixos em relação aos restantes (tabela 14), sendo, portanto, o que melhor se ajustou aos dados. Apresentam-se de seguida a expressão do modelo não lineares simples com efeitos mistos:

$$\text{Meyer} \quad h = 1,3 + \beta_0 + \alpha_1(1 - e^{-\beta_1 + \alpha_2 * d})$$

As estimativas dos parâmetros, erro padrão e p-valores de ajustamento do modelo básico de efeito misto (equação de Meyer 1) é apresentado na tabela 16.

Tabela 17: Estimativa dos parâmetros, erro padrão e p-valores de ajuste do principal modelo de relação hipsométrica

Parâmetros	Valores	Meyer	
		Erro padrão	p-valor
β_0	18,1313	1,4564	<0,0001
β_1	0,03346	0,0038	<0,0001
Sd(a1)	0,00214896		
Sd (a2)	0,00002235		
r (a1, a2)	-0,132		
σ^2	0,382 ²		
Δ	0,562		

Onde: 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.

Tendo os resultados indicado que o modelo de Mayer apresenta melhor desempenho para estimativa da altura das árvores em função do DAP. Salienta-se que esta relação hipsométrica pode variar à medida que varia o povoamento (por exemplo: espécie, sítio, densidade, posição sociológica e o tamanho da copa). Contudo, esta poderá permitir obter informações referentes ao comportamento da altura em árvores onde esta variável não pode ser medida (Soares *et al.*, 2011), dentro da parcela em alusão. Por exemplo, considerando-se os casos de dificuldade de visualização do topo da copa, ausência ou avaria do equipamento de medição de altura ou ainda a escassez de recursos, onde não seja possível medir todas as alturas devido ao grande número de árvores. Será, portanto, possível estimar a altura dos indivíduos utilizando a equação ajustada de Naslund para a parcela em particular, através da medição do diâmetro e sua utilização como variável independente. Onde, na prática um incremento em 1cm no diâmetro poderá significar 3.43m de incremento em altura na parcela.

3.7. Distribuição diamétrica e Área Basal

Em relação à distribuição diamétrica, do conjunto das 281 árvores com $DAP \geq 10$ cm e 22 árvores com DAP entre $10 \text{ cm} > DAP \geq 5$ cm, perfazendo 501 árv./ha quando assumido que a distribuição das espécies nas subparcelas é uniforme ao longo de toda parcela. As classes diamétricas foram

fixadas em intervalos de 5 cm. A figura 17, 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 nas três primeiras classes diamétricas (figura 17), o que equivale a 77,8% 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 auto-regenerativa.

Em termos de ranking dos intervalos de classe, as quatro primeiras classes seguem a tendência decrescente de uma floresta nativa com (220, 104, 52, 32 indivíduos respectivamente). As restantes classes não seguem a mesma tendência. Esta irregularidade, pode reflectir uma maior mortalidade em certas classes e/ou falhas nos eventos de frutificação e dispersão em certos anos com repercussões na regeneração, mas também, o que pode estar a influenciar esta distribuição irregular são os resultados do impacto das acções antropogénicas como por exemplo os incêndios recorrentes.

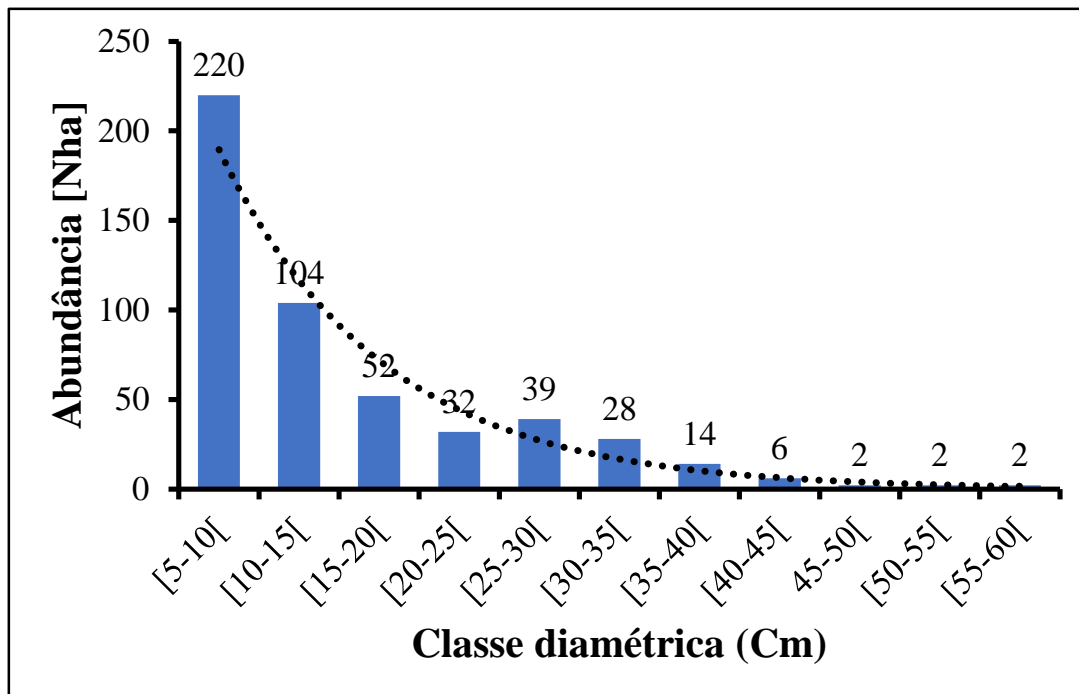


Figura 17: Distribuição das frequências por classe diamétrica para os indivíduos arbóreos com $DAP \geq 5$ cm na Parcela NM02

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. Contudo, o número de árvores não decresceu de forma regular dos indivíduos de menor diâmetro para os de maior diâmetro.

Da figura 17 nota-se que o número de indivíduos nos intervalos das classes de diâmetro 20-25 cm e 30-35 cm é inferior ao centro de classe de diâmetro da classe 25-30 cm e 35-40 cm, contrariando desse modo a tendência de redução de número de indivíduos com o aumento do diâmetro, isto pode ser associado ao histórico da área. Esta irregularidade dos indivíduos das classes diamétricas, pode reflectir uma maior mortalidade em certas classes. Outro factor que poderá influenciar esta distribuição irregular são os resultados do impacto das acções antropogénicas como por exemplo os incêndios recorrentes e a caça furtiva. Segundo Nanvonamuquitxo *et al.* (2019), o deficit de árvores nas classes iniciais pode ser explicado pela pressão antrópica sobre o ambiente florestal

O mesmo facto pode também indicar a necessidade de se fazer análises por espécie e não por conjunto de todos os indivíduos de uma população analisada (tabela 18).

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 18, mostra a distribuição do número de árvores por classe de diâmetro com um intervalo de 5 cm para cada uma das espécies registadas. Da tabela 18, a *Diplorhynchus condylocarpon* com 93 ind/ha, seguida de *Pseudolachnostylis maprouneifolia* com 90 ind/ha, *Julbernardia globiflora* com 58 ind/ha, *Julbernardia globiflora* com 28 ind/ha e *Pterocarpus angolensis* 29 ind/ha representam as espécies com maior número de indivíduos nas diferentes classes de diâmetro, totalizando 59.9 % do total de indivíduos e 11.9 % do total de espécies.

Nota-se que as espécies *Diplorhynchus condylocarpon*, *Pseudolachnostylis maprouneifolia* têm uma grande presença nas 4 primeiras classes de diâmetro, sendo estas algumas das espécies com maior valor fitossociológico na parcela.

Acacia sp., *Combretum sp.*, *Commiphora mollis*, *Erythrophleum africanum*, 7 espécies não identificadas, *Philenoptera bussei* e *Sclerocarya birrea*, *Ziziphus mucronata* estão representadas num único centro de classe.

Tabela 18: Distribuição das frequências por classe diamétrica para os indivíduos arbóreos com $DAP \geq 5$ cm na Parcela NM02

Nome científico	Classes diamétricas (cm)										Total	
	[5-10[	[10-15[	[15-20[	[20-25[	[25-30[	[30-35[	[35-40[	[40-45[	[45-50[	[50-55[		[55-60[
<i>Acacia sp.</i>			1									1
<i>Baphia massaiensis</i>	20	3										23
<i>Brachystegia boehmii</i>		2	10	9	10	7						38
<i>Brachystegia sp</i>					1	2			1			4
<i>Brachystegia spiciformis</i>					1	1		2		2		6
<i>Brackeridgea zanguebarica</i>		1										1
<i>Burkea Africana</i>		3		3	2	1	3					12
<i>Cassia abbreviate</i>		1			1			1				3
<i>Catunaregam stenocarpa</i>	10	2										12
<i>Combretum collinum</i>		1										1
<i>Combretum mole</i>		6	7		1							14
<i>Commiphora mollis</i>							1					1
<i>Dalbergia nitidula</i>		2										2
<i>Dalbergia sp</i>	20											20
<i>Diospyros kirkii</i>	10	8										18
<i>Diplorhynchus condylocarpon</i>	70	21	1	1								93
<i>Erythrophleum africanum</i>					1							1
<i>Hugonia orientalis</i>		3										3
<i>Julbernardia globiflora</i>		3	6	6	17	15	7	3			1	58
<i>Manilkara mochisia</i>			2	1							1	4
<i>Monotes engleri</i>			4									4
Não identificada				1								1
Não identificada 1			2		1							3
Não identificada 10				1								1
Não identificada 11					1							1
Não identificada 2		1	2									3
Não identificada 3		1										1
Não identificada 4	10											10
Não identificada 5	10	1	1									12
Não identificada 6		1										1
Não identificada 7				3	2		1					6
Não identificada 8		1	1									2
Não identificada 9			1									1
Não identificada7				1								1
<i>Pericopsis angolensis</i>		4		2								6
<i>Philenoptera bussei</i>		1										1
<i>Pseudolachnostylis maprouneifolia</i>	40	38	11	1								90
<i>Pterocarpus angolensis</i>	20		1	2	1	2	2		1			29
<i>Rubiaceae</i>			1									1
<i>Sclerocarya birrea</i>				1								1
<i>Vangueria infausta</i>	10											10
<i>Ziziphus mucronate</i>			1									1
Total	220	104	52	32	39	28	14	6	2	2	2	501

A figura 18 mostra a distribuição da área basal por centro de classes de diâmetro. O valor total da área basal é de $13.03 \text{ m}^2\text{ha}^{-1}$, sendo que o valor encontrado nas classes [25–30[e [30–35[representa 34.88% do total da área basal da parcela. O valor de R^2 mostra que as variáveis X e Y se ajustam fortemente a amostra, ou seja, uma correlação forte entre a variável centro de classe e a área basal. Isso permite afirmar que a relação causa efeito entre estas variáveis é forte. Isso mostra que 59.32 % da variação na área basal é explicada pelo centro da classe de diâmetro e outra é explicada por outros factores não previstos na equação de regressão, tais como, espécies diferentes, diferentes idades e densidades desiguais.

A maior área basal foi obtida no centro de classe 32,5 e a menor no centro de classe de 47.5 cm (figura 18).

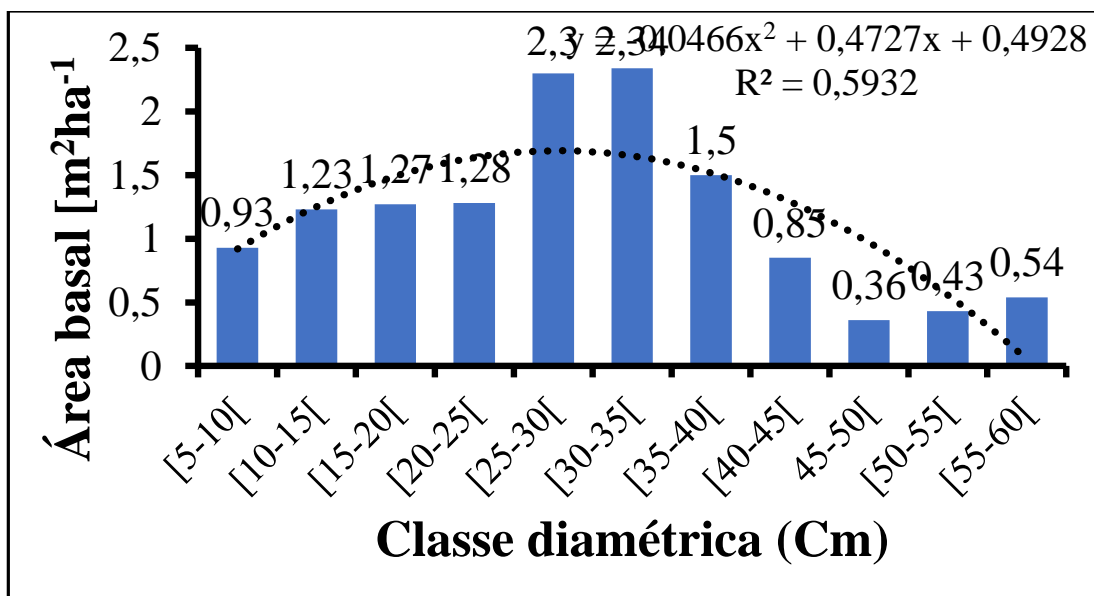


Figura 18: Distribuição da área basal (m^2ha^{-1}) por classe de diâmetro

Na figura 19 observa-se a variação de 0.1 a 0.5 m^2/ha das áreas basal nas 50 subparcelas que compõem a parcela. As subparcelas X_2 , X_{24} , X_{38} e X_{45} apresentaram maior área basal, como se pode verificar a tonalidade azul-claro e a subparcela X_5 apresentou menor área basal tendo apresentado a tonalidade azul-escura. Essas correspondem as subparcelas com maiores e menores dominâncias na PAP respectivamente.

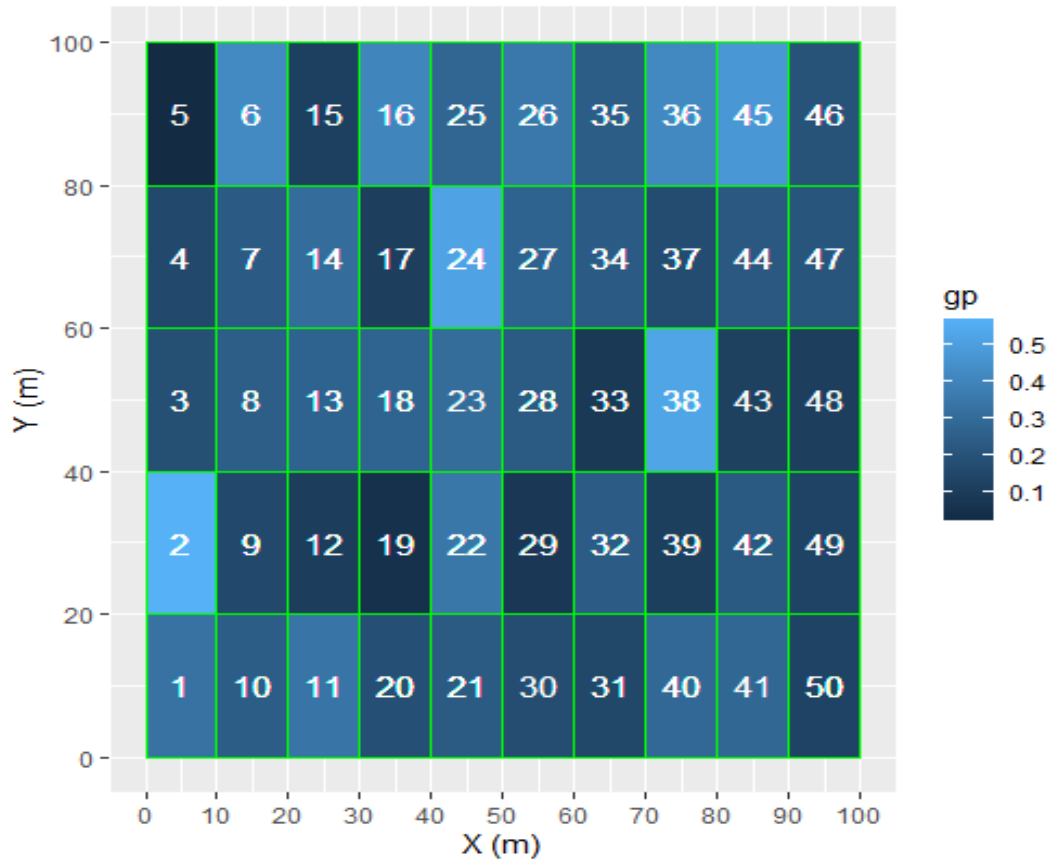


Figura 19: Distribuição da área basal dos indivíduos arbóreos com $DAP \geq 10$ cm na Parcela NM02

3.8. Padrão de distribuição espacial das espécies

O padrão de distribuição espacial de uma espécie revela de que forma os indivíduos estão dispostos em uma determinada área. O estudo de padrões de distribuição espacial é uma ferramenta muito utilizada para entender o comportamento de diversos fenômenos (ANJOS *et al.*, 1998). Segundo Souza e Soares (2013), os indivíduos de uma espécie podem estar distribuídos ao acaso, agrupados em manchas ou em intervalos regulares.

Para Kanieski *et al.*, (2009), a distribuição espacial da espécie dentro da comunidade é característica importante para o planejamento de medidas de manejo e conservação de formações florestais. Nas ciências florestais, uma grande aplicação está nas investigações sobre a distribuição das espécies, principalmente daquelas ocorrentes em seu ambiente natural.

Na Tabela 19 são apresentados os resultados das análises dos padrões de distribuição espacial de algumas espécies encontradas na parcela NM02, determinados através dos índices de Payandeh, Hazen e Morisita. As espécies que apresentam apenas um ou dois indivíduos na amostra, conseqüentemente apresentaram uma média inferior a 1, neste caso estas espécies estão distribuídas de forma aleatória.

Pela análise dos índices Payandeh e Morisita, dispostos na tabela 19, nota-se que a maior parte das espécies (56% - 69%) apresentam padrão de distribuição aleatória e 31% uma distribuição espacial agrupada.

Tabela 19: Padrão espacial de algumas espécies florestais encontradas na parcela NM02

Espécies	P_i	IH_i	IM_i	Classificação		
				P_i	IH_i	IM_i
<i>Acacia sp.</i>	1	49	0	AL	NA	AL
<i>Baphia massaiensis</i>	1	47	0	AL	NA	AL
<i>Brachystegia boehmii</i>	1.1	54.1	1.1	A	NA	A
<i>Brachystegia sp</i>	0.9	46	0	U	NA	AL
<i>Brachystegia spiciformis</i>	0.9	44	0	U	NA	AL
<i>Brackeridgea zanguebarica</i>	1	49	0	AL	NA	AL
<i>Burkea africana</i>	1.3	63	2.3	A	TA	A
<i>Cassia abbreviata</i>	1.6	80.3	16.7	A	A	A
<i>Catunaregam stenocarpa</i>	1	48	0	AL	NA	AL
<i>Combretum collinum?</i>	1	49	0	AL	NA	AL
<i>Combretum molle</i>	1.3	64.6	2.2	A	TA	A
<i>Commiphora mollis??</i>	1	49	0	AL	NA	AL
<i>Dalbergia nitídula</i>	1	48	0	AL	NA	AL
<i>Diospyros kirkii</i>	0.9	42	0	U	NA	AL
<i>Diplorhynchus condylocarpon</i>	1.3	61.8	1.6	A	TA	A
<i>Erythrophleum africanum?</i>	1	49	0	AL	NA	AL
<i>Hugonia orientalis</i>	1.6	80.3	16.7	A	A	A
<i>Julbernardia globiflora</i>	1.1	52.3	1.1	A	NA	A
<i>Manilkara mochisia?</i>	4	196	50	A	A	A
<i>Monotes engleri</i>	0.9	46	0	U	NA	AL
<i>Não identificada</i>	1	49	0	AL	NA	AL
<i>Não identificada 1</i>	1.6	80.3	16.7	A	A	A
<i>Não identificada 10</i>	1	49	0	AL	NA	AL
<i>Não identificada 11</i>	1	49	0	AL	NA	AL
<i>Não identificada 2</i>	1	47	0	AL	NA	AL

<i>Não identificada 3</i>	1	49	0	AL	NA	AL
<i>Não identificada 5</i>	1	48	0	AL	NA	AL
<i>Não identificada 6</i>	1	49	0	AL	NA	AL
<i>Não identificada 7</i>	0.9	44	0	U	NA	AL
<i>Não identificada 8</i>	1	48	0	AL	NA	AL
<i>Não identificada 9</i>	1	49	0	AL	NA	AL
<i>Não identificada7</i>	1	49	0	AL	NA	AL
<i>Pericopsis angolenses</i>	1.9	94	10	A	A	A
<i>Philenoptera bussei</i>	1	49	0	AL	NA	AL
<i>Pseudolachmostylis maprouneifolia</i>	1.9	94	1.9	A	A	A
<i>Pterocarpus angolenses</i>	1.1	52.1	1.4	A	NA	A
<i>Rubiaceae</i>	1	49	0	AL	NA	AL
<i>Sclerocarya birrea</i>	1	49	0	AL	NA	AL
<i>Ziziphus mucronata</i>	1	49	0	AL	NA	AL

Observação: A = agrupamento; AL = aleatória; NA = não agrupamento; TA= tendência ao agrupamento; U = Uniforme, Pi = índices de Payandeh; IHi = índice de Hazen; IMi = índice de Morisita.

3.9. Avaliação qualitativa

Na pesquisa florestal, a análise do estado de sanidade das espécies e/ou indivíduos é um indicador importante para tomada de decisões. Os critérios usados no presente trabalho de campo para a colecta de dados encontram-se descritos no manual de estabelecimento de Parcelas de Amostragem Permanente de Fernandes *et al.*, (2020). Na Parcela NM02 foram inventariados um total de 303 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 copa e árvores em pé ou tombadas.**

De referir que a avaliação dos parâmetros qualitativos se restringiu apenas a indivíduos com DAP maior ou igual a 10 cm, o que significa que dos 303 indivíduos inventariados, 281 foram avaliados a sua qualidade.

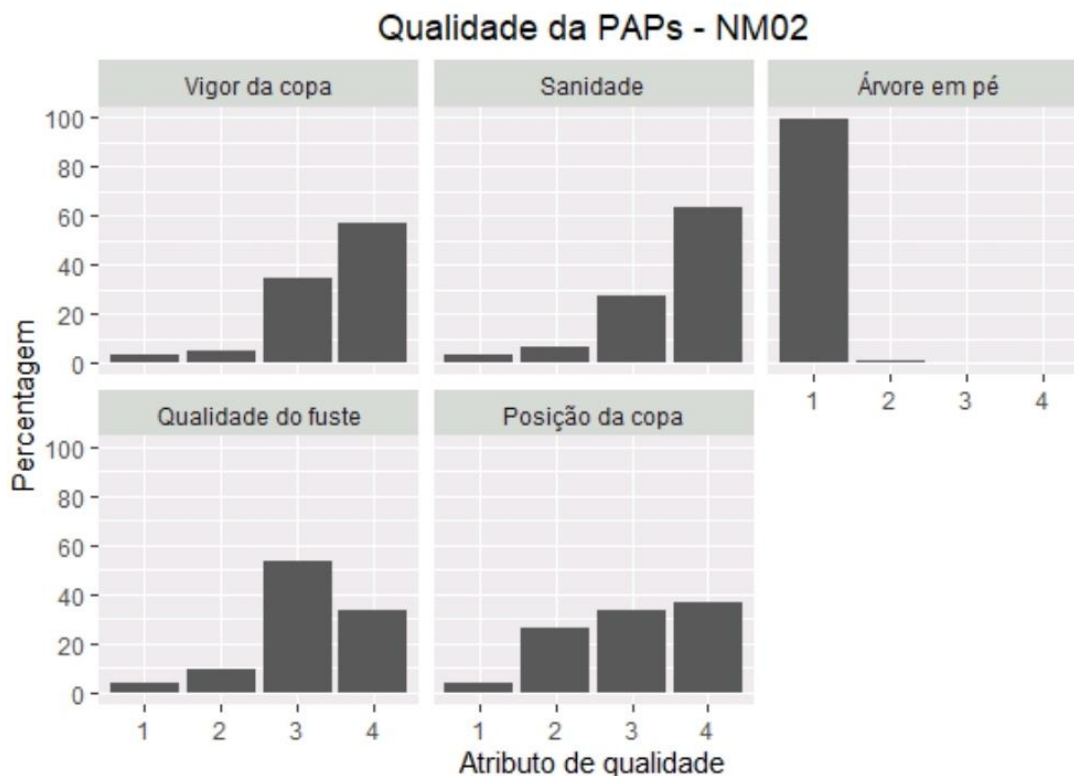


Figura 20: Distribuição da proporção de vigor da copa, sanidade, qualidade de fuste e posição da copa dos indivíduos com $DAP \geq 10$ cm na NM02

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 se as mesmas se encontram mortas. Para a PAP NM02, 177 indivíduos (62.99%) foram identificados como sendo *completamente sãos*, 76 indivíduos (27.05%) foram considerados como *Danificadas por efeito de relâmpagos, fogo ou acção animal, com possibilidade de recuperação*, 19 indivíduos (6.76%) foram identificados como sendo *Danificados por acção humana (extração da casca para fabrico de colmeias, canoas e outros usos), existência de cavidades (acção humana ou natural), e possível estrangulamento por lianas e/ou epífitos, com fracas possibilidades de recuperação*, e finalmente 9 indivíduos (3.20%) foram identificados como *Mortas (em pé ou tombada) por diversas causas* (figura 20, NM02).

No parâmetro **vigor da copa**, a forma da copa e a sua assimetria em relação ao tronco são indicativos da sua capacidade fotossintética e da sua correlação com o estágio de desenvolvimento até à mortalidade do indivíduo. Este parâmetro foi avaliado 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 281 indivíduos de dap \geq 10 cm inventariados nesta PAP, 160 indivíduos (56.94%) foram identificados como tendo *Copa formando um círculo completo e projecção simétrica ao redor do fuste*; 98 indivíduos (34.86 %) foram identificados como tendo *Copa de círculo incompleto e distintivamente assimétrica ou fina*; 14 indivíduos (4.98 %) 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*; e finalmente 9 indivíduos (3.20%) foram identificados como tendo *Copa morta ou aparentemente morta (em pé ou tombada)*. Vede figura 20 da NM02.

Quanto à **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. Esse parâmetro 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 NM02, 151 indivíduos (53.74 %) foram identificados como sendo de *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 4 m; ou árvore de fuste ondulado ou canelado*; 93 indivíduos (33.10 %) foram identificados como sendo de *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*; 27 indivíduos (9.61 %) foram identificados como tendo *fuste com forte tortuosidade; ou bifurcada a metade da sua Hc*; e finalmente 3.56% o correspondente a 10 indivíduos apresentam *fustes com várias tortuosidades; ou em forma de espiral, presença de tumores e cavidades, fuste quebrado, rachado em qualquer posição; ou toíça com rebrotos*.

A posição da copa 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 103 indivíduos o correspondente à 36.66% são *emergentes (sem copas vizinhas) recebendo luz directa todo o dia*; 94 indivíduos (33.45%) apresentam *Toda copa com luz directa incidente somente por cima*; 74 e 10 indivíduos (26.33 e 3.56%, 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 (NM02), quase todas plantas (279 – 99.29%) das árvores estão *em pé* e apenas duas plantas (0.71%) se encontram *tombadas*. A característica tombada não significa estar morta, mas sim a planta se encontra de forma obliqua 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 NM02), pode se dizer que, a maioria dos indivíduos 177 indivíduos (62.99%) foram identificados como sendo *completamente sãos*; 160 indivíduos (56.94%) foram identificados como tendo *Copa formando um círculo completo e projecção simétrica ao redor do fuste*; 98 indivíduos; 151 indivíduos (53.74 %) foram identificados como sendo de *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 4 m; ou árvore de fuste ondulado ou canelado*; 103 indivíduos o correspondente à 36.66% são *emergentes (sem copas vizinhas) recebendo luz directa todo o dia*; e quase todas plantas (279 – 99.29%) das árvores estão *em pé*.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

- Dos 119 espécimes colhidos, foram identificadas um total de 38 espécies de plantas (das quais, 27 cientificamente identificadas, 8 vulgarmente identificadas e 3 não foram identificadas). As identificadas pertencente à 13 famílias botânicas.
- Das famílias identificadas, a família Fabaceae é a mais destacada, com maior número de espécies (13) bem como maior número de indivíduos (151), dentro desta família, o género *Julbernardia* foi o que apresentou maior número de indivíduos (59), seguido da *Brachystegia* com 48 indivíduos. A espécie com maior número de indivíduos na parcela foi a *Julbernardia globiflora* com 59 indivíduos

5. BIBLIOGRAFIA

1. ANJOS, A; COUTO, H. T. Z; BATISTA, J. L. F.; REIS, A. (1998). *Análise do 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*, v.22, n. 2, p. 215-225.
2. BURROWS, J.E., BURROWS, S.M., LÖTTER, M.C. & SCHMIDT, E. (2018). *Trees and Shrubs Mozambique*. Publishing Print Matters (Pty), Cape Town. Page 256
3. 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.
4. 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.
5. 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.
6. FERNANDES, A.; SOUSA, C.; MAFALACUSSER, J.; ALVES, T (2020). Manual para a Instalação e Monitoria de Parcelas de Amostragem Permanentes. Maputo: UEM-FNDS-IIAM.
7. FERRO, B.P.A.; BOUMAN, D. (1987). Notícia explicativa da carta hidrogeológica de Moçambique, escala 1:1.000.000. Direcção Nacional de Águas (D.N.A.). Ministério da construção e águas. Moçambique.
8. FINGER, C. A. G. (2006). *Biometria Florestal*. Universidade Federal de Santa Maria. Anotações de aula ordenadas em sequência lógica. Santa Maria, Brasil. 283 p.
9. FINOL, U.H. (1971). Nuevos parametros a considerarse en el analisis estructural de las selvas virgines tropicales. *Revista Forestal Venezolana*, 14(21): 29-42.
10. HIGUCHI, N.; JARDIM, F. C. S.; SANTOS, J.; ALENCAR, J. C. (1985). Bacia 3 - Inventário diagnóstico da regeneração natural. *Actaamazonica*, v. 15, n. 1-2, p. 199, 233.
11. INIA, (1995). Comunicação N^o. 74. Legenda da carta nacional de solos. Série Terra e Água. Maputo. Moçambique

12. 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.
13. KANIESKI, M. R.; ARAUJO, A. C. B.; GRACIOLI, C. R.; SOARES, P. R. C.; CALLEGARO, R. M.; LONGHI, S. J. (2009) *Padrão de distribuição da Araucaria angustifolia (Bertol.) Kuntze na Floresta Nacional de São Francisco de Paula, Rio Grande do Sul.* AUGM Ambiente.
14. KASSAM, A.H.; Van Velthuizen, H.T.; HIGGINS,G.M; CHRISTOFORIDES, A.; VOORTMAN, R.L.; SPIERS, B. (1981). Climatic data bank and length of growing period analysis. Assessment of land resources for rainfed crop production in Mozambique. FAO, Ministry of Agriculture.
15. MAGALHÃES, T. M. (2018). *Inventário Florestal Nacional.* Maputo: Ministério Da Terra, Ambiente E Desenvolvimento Rural.
16. 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.
17. PIELOU, E.C. (1975). *Ecological diversity.* New York: John Wiley, 165 p.
18. 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.
19. RIBEIRO, N., SITOIE, A. A., GUEDES, B. S., & STAISS, C. (2002). *Manual de silvicultura tropical.* Maputo, Moçambique: Faculdade de Agronomia e Engenharia Florestal.
20. ROSSI, L. M. B (1994). Aplicação de diferentes métodos de análise para a determinação de padrão espacial de espécies na floresta tropical húmida de terra firme. Dissertação apresentada para obtenção de título de mestre em manejo florestal, Manaus, Universidade do Amazonas.
21. SCOLFORO, J. R. S. Modelagem do crescimento e da produção de florestas plantadas e nativas. LAVRAS: UFLA/FAEPE, 1998. v. 1. 443 p.
22. SENF, C., MORI, A. S., MÜLLER, J., SEIDL, R. (2020). The response of canopy height diversity to natural disturbances in two temperate forest landscapes. *Landscape Ecol.* 35:2101–2112, disponível em: <https://doi.org/10.1007/s10980-020-01085-7>

23. SOARES, Carlos P. B.; MARTINS, Fabrina B.; LEITE JUNIOR, Heitor U.; SILVA, Gilson F.; FIGUEIREDO, Lívia T. M. (2011a) Equações hipsométricas, volumétricas e de taper para onze espécies nativas. *Revista Árvore*, Viçosa-MG, v. 35, n. 5, p. 1039-1051.
24. SOUZA, A. L.; SOARES, C. P. B. (2013). *Florestas Nativas: estrutura, dinâmica e manejo*. Viçosa, MG. Editora UFV, 322p
25. SOUZA, A.L. (2003). Análise estrutural de floresta. Viçosa-MG, Universidade de Federal Viçosa. 47p. (Apostila).
26. WILD, H. & G.L.A. BARBOSA (1967). Vegetation Map of the Flora Zambesiaca Area (1:250.000).
27. WILLIAMS, M., RYAN, C.M., REES, R.M., SAMBANE, E., FERNANDO, J., GRACE, J., (2008). Carbon sequestration and biodiversity of re-growing miombo woodlands in Mozambique. *For. Ecol. Manage.* 254, 145 – 155