

**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 ZP02 no Parque Nacional do Gilé (PNAG)**



Março de 2022

Autores:

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

Redacção e Revisão:

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

Fotos e ilustrações:

Aristides Cassiano Mamba, Papin Aurélio Mucaleque e Jacinto Mirione Mafalacusser,

Agradecimentos

À administração do parque na pessoa do seu administrador, Raimundo Vasco Matusse e sua equipa (fiscais) pela excelente colaboração. Aos regulados de Namurrua e Mulela pela disponibilização dos ajudantes de campo e sensibilização da comunidade. A todas as entidades que directa ou indirectamente apoiaram na actividade, o nosso muito obrigado.

ÍNDICE

Lista de figuras	vi
lista de Tabelas	vii
1. Introdução	8
2. Metodologia	9
2.1 Descrição da área de estudo	9
2. 1.1 Geomorfologia	10
2.1.2 Clima.....	10
2.1.3 Vegetação	12
2.2 Análise de dados	13
2.2.1 Generalidades	13
2.2.2 Alocação da parcela	14
2.2.3 Determinação do PP	16
2.2.4 Demarcação da parcela e medição de indivíduos	16
2.2.5 Características da PAP.....	17
2.2.6 Colecta de amostras de solo.....	18
2.2.7 Colecta das amostras dos indivíduos identificados na parcela (Identificação botânica)	21
2.2.8 Diversidade e Similaridade Florística.....	22
2.2.9 Estrutura horizontal	23
2.2.10. Determinação da distribuição diamétrica	24
2.2.11 Estrutura Vertical e Interna.....	24
2.2.12 Relações Hipsométricas	26
2.2.13. Distribuição espacial das espécies de interesse	26
3. Resultados.....	28
3.1 Análise de solos	28
3.2 Identificação de espécies	30
3.3 Diversidade e Similaridade Florística.....	34

3.4 Estrutura horizontal	39
3.5 Distribuição diamétrica e Área Basal	42
3.6 Estrutura Vertical.....	47
3.7 Estrutura hipsométrica	50
3.7.1 Relação hipsométrica em Multi-espécies	51
3.8 Padrão de distribuição espacial das espécies	54
3.9 Avaliação qualitativa	55
Bibliografia	58

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Distribuição da precipitação ao longo do ano e o balanço hídrico na região 1	
Figura 2 - Mapa de Localização do Parque Nacional do Gilé e das PAPs.....	14
Figura 3 - <i>Sterculia quinqueloba</i> ponto de referência (PR) da parcela ZP02 e placa de identificação da PAP.	16
Figura 4 - Modelo da parcela de amostragem permanente de 100 m x 100 m.....	17
Figura 5 – Representação gráfica de uma PAP, e os pontos de amostragem de solos..	19
Figura 6 - Panorama paisagístico e a sondagem de referência (centro da PAP), ZP02, PNAG	20
Figura 7 – Dendrograma obtido a partir do Índice de Similaridade de Jaccard entre as 50 subparcelas da parcela ZP02, Parque Nacional do Gilé	38
Figura 8 - Distribuição do índice de valor de importância ampliado (IVIA) das sete principais espécies amostradas na parcela ZP02.	42
Figura 9 - Distribuição das frequências por classe diamétrica para os indivíduos arbóreos com $DAP \geq 10$ cm na Parcela ZP02.	43
Figura 10 - Distribuição das frequências por classe diamétrica para os indivíduos arbóreos com $DAP \geq 5$ cm na Parcela ZP02.	44
Figura 11 - Distribuição da área basal (m^2ha^{-1}) por centro de classe de diâmetro	46
Figura 12 - Mapa de localização espacial indivíduos e da distribuição da área basal na parcela ZP02.	47
Figura 13 - Estrutura fitossociológica vertical da parcela ZP02, Parque Nacional do Gilé.	48
Figura 14 – Distribuição das classes de altura dos indivíduos da parcela ZP02	51
Figura 15 - Representação gráfica da relação hipsométrica, obtida através do modelo linear sobre os valores observados na parcela ZP02.	52
Figura 16 - Mapa de distribuição de diâmetro e altura dos indivíduos na parcela ZP02.	52
Figura 17 - Distribuição da proporção de vigor da copa, sanidade, qualidade de fuste e posição da copa dos indivíduos com $DAP \geq 10$ cm na ZP02.....	56

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Tipo e número de amostras colectadas nas PAP ZP02.....	21
Tabela 2 - Equações utilizadas nos cálculos dos índices de diversidade e equabilidade.	22
Tabela 3 – Fórmulas utilizadas no cálculo dos parâmetros de estrutura horizontal para as espécies amostradas na parcela ZP02.....	24
Tabela 4 - Funções matemáticas utilizadas na modelação da relação H-D na parcela ZP02.	26
Tabela 5 - Lista de espécies de Plantas vasculares encontradas na parcela ZP02.....	32
Tabela 6 - Famílias e gêneros encontrados na parcela ZP02.....	33
Tabela 7 - Algumas das espécies do understorey encontradas na parcela ZP02.....	34
Tabela 8 - Índices da diversidade florística, considerando indivíduos com $DAP \geq 5$ cm da parcela ZP02, Parque Nacional do Gilé.....	35
Tabela 9 - Estrutura horizontal de espécies arbóreas com $DAP \geq 5$ cm da parcela ZP02, Parque Nacional do Gilé.....	41
Tabela 10 - Número de árvores por centro de classe de diâmetro da Parcela ZP02.....	45
Tabela 11 - Estrutura sociológica vertical da parcela ZP02, Parque Nacional do Gilé.	49
Tabela 12 – Estatísticas do ajuste dos modelos NLME pelo método ML e ponderação dos resíduos.	53
Tabela 13 - Estimativa dos parâmetros, erro padrão e p-valores de ajuste do principal modelo de relação hipsométrica.	54
Tabela 14 – Padrão espacial de algumas espécies florestais encontradas na parcela ZP02.	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 do crescimento e da dinâmica das florestas. São várias as formas de se monitorar o crescimento 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 registo de eventos como mortalidade e ingresso de novos indivíduos.

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, tais como:

- a. Taxas anuais de mudança de estoques de carbono dos principais ecossistemas florestais;
- b. Reservatórios de carbono e,
- c. Dados sobre o crescimento e rendimento das diferentes espécies florestais.

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

- Monitorar as mudanças da estrutura e composição florística da vegetação ao longo do tempo;
- Monitorar a dinâmica das espécies florestais (taxas de crescimento, mortalidade, recrutamento, regeneração);
- Gerar dados para modelos de crescimento e rendimento;
- 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;
- Permitir a calibração de imagens de satélite para o cálculo de biomassa aérea através de técnicas de teledeteccção espacial.

2. METODOLOGIA

2.1 Descrição da área de estudo

O Parque Nacional do Gilé (PNAG) cobre uma área de 2.861 km², com uma Zona tampão (ZT) de 1.671 km². Criado em 1932, originalmente como reserva de caça, apenas rinocerontes e elefantes estavam protegidos. O PNAG foi proclamado área de conservação em 1999, primeiro como Reserva e muito recentemente (Maio de 2020) como Parque Nacional. É a única área protegida em Moçambique sem assentamentos populacionais permanentes em sua área central e representa uma das maiores áreas de floresta ininterrupta de Miombo na parte norte do país (MERCIER et al., 2016). Cerca de 12.500 habitantes vivem na Zona tampão e 22.000 habitantes na vila sede (Gilé) localizada próximo ao PNAG (Etc TERRA, 2017).

Está situado na parte nordeste da província da Zambézia, entre Pebane (60% da área do PNAG), o segundo maior distrito da província e Gilé (40% da área do parque), o quarto maior distrito da província, entre as coordenadas, 16° 50' 57" de latitude Sul e 38° 21' 10" de longitude Este (PUNGULANHE, 2020).

Os seguintes cursos de água delimitam os sectores Norte, Oeste e Leste da RNG:

- Nanhope e Naivocone (sector norte);
- Lice e Mulela (sector oeste);
- Molocué (sector leste).

Não existem delimitações geográficas naturais no sector sul, onde o limite é administrativamente estabelecido por uma linha que decorre paralelamente e aproximadamente a 20 km da estrada que liga os postos administrativos de Mualama e Nova Naburi, no distrito de Pebane.

A ZT forma uma faixa, de largura variável, que rodeia completamente o PNAG.

O PNAG e a sua ZT são acessíveis de Quelimane (capital administrativa da província da Zambézia) através de 400 km de estrada, dos quais 200 são asfaltados e 210 em terra batida, e de Nampula (capital administrativa da província de Nampula) através de 210 km de estradas, dos quais 100 asfaltados e 110 em terra batida.

O PNAG está dividido em 16 zonas que também são chamadas de zonas de monitoria, que foram definidas com base em características peculiares, como por

exemplo, frequência de algumas espécies de fauna/flora, relevo, para além da densidade das espécies de flora e de fauna. As 16 zonas de monitoria são: Molocué, Musseia, Pope, Nassere, Namixelelene, Nasseco, Mucussa, Malema, Naivocone, Mirawe, Etaga, Namurrua, Lice, Mulela, Nakololo e Nrepele (PUNGULANHE,2020).

2. 1.1 Geomorfologia

A geologia da área inclui duas séries pré-cambrianas altamente metamorfoseadas e deformadas, localmente invadidas por intrusões de granito e diques de pedras básicas. A primeira série (Greises Regional) representa a mais antiga e associada com a magnetite branca, amarelada ou verde, contendo quartzito. A segunda série (meta-sedimentaria) é composta principalmente de quistos que contem paragresis, arenitos e quartzito (DUTTON et al., 1973). A topografia é relativamente plana com altitude inferior a 500 m (129 m de altitude em média, desvio padrão 55 m) e declives baixos. As áreas rochosas de alta altitude correspondem ao inselberg e são coberta por vegetação de pequena dimensão, representativa de áreas secas.

Dois tipos de solos são observáveis na área: 1) terra arenosa clara e 2) terra argilosa vermelha cuja distribuição é bastante irregular dentro do PNAG e a sua ZT (INIA, 1994). Os solos arenosos brancos são distribuídos no sul da área e com baixa fertilidade e capacidade de retenção de água e o solo argiloso avermelhado e os solos arenosos estão localizados no Norte com maior fertilidade e capacidade de retenção de água (BERTON 2013).

Ambos solos têm um baixo grau de fertilidades, sendo também bastante susceptíveis a erosão pluvial, mantendo dificilmente elevados níveis de nutrientes e sais minerais (FUSARI *et al.* 2010).

2.1.2 Clima

O PNAG enquadra-se na zona climática definida como “Zona de chuvas em período de verão tropical (tropical summer-rainfall climatic zone) (WHITE, 1983).

O PNAG situa-se entre 30 e 200 m acima do nível do mar com duas estações distintas: uma estação chuvosa entre Novembro e Abril, e temporada seca entre Maio e Outubro (FUSARI e CARPANETO, 2006). A precipitação média anual varia de 800 a 1.000 mm e a média as temperaturas anuais variam de 21 °C na estação seca a 28 °C na estação chuvosa (FUSARI e CARPANETO, 2006).

As temperaturas variam substancialmente durante a época seca, de cerca de 13°C (media mínima em Junho) a 35,7°C (media máxima em Outubro), com médias ao redor de 24/26°C, permitindo o reconhecimento de uma época seca e fria muito precoce entre Maio e Agosto, e uma época seca e quente entre os meses de Setembro e Outubro. De outro lado, a época chuvosa não apresenta uma variação menos acentuada das temperaturas.

Em geral, e segundo a Figura abaixo (figura 1), a precipitação acumulada anual (média de 27 anos) é de 1.152,0 mm na estação meteorológica de referência (Namelil) local com características similares ao das PAPs, contudo, pode variar até 1.286,2 mm próximo à costa, isto é, na sub-região de Pebane. A distribuição da precipitação não é regular, mas obedece uma ascensão gradual desde o mês de Novembro até o mês de Março e depois observa-se o inverso até o mês de Setembro. As chuvas mais fortes (acima de 100mm mês⁻¹), ou seja 75% da precipitação total ocorre no período de Dezembro de um ano a Março do ano seguinte. O mês de Janeiro regista a precipitação mais elevada (um pouco mais de 262mm).

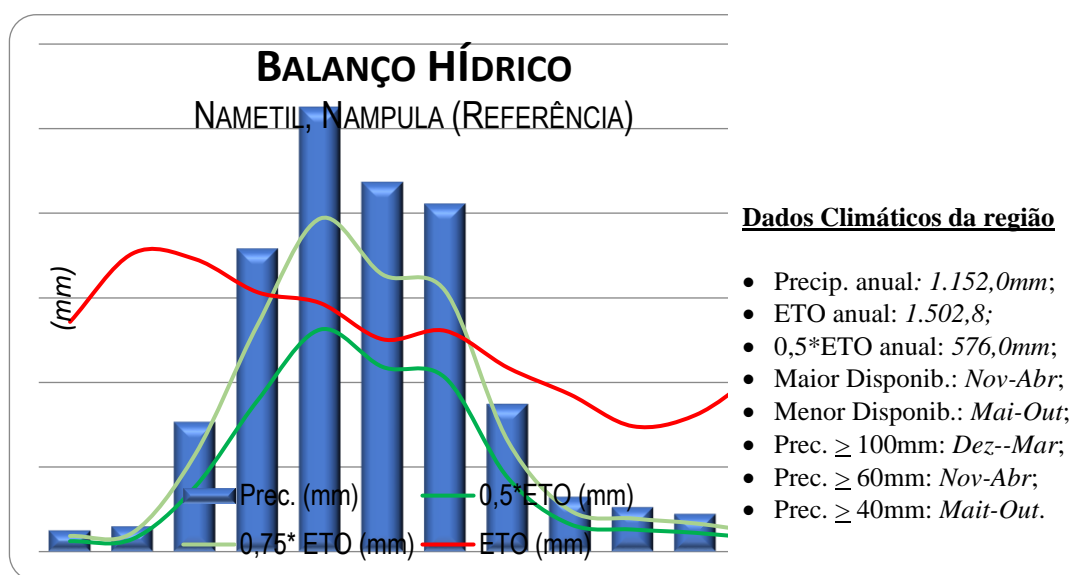


Figura 1 – Distribuição da precipitação ao longo do ano e o balanço hídrico na região

Tomando como ponto de partida, a disponibilidade da água no solo para as plantas, ou seja, $Prec. > 0,5*ETO$, 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 1.502,8mm. O déficit hídrico pode ocorrer no período compreendido entre os meses de Julho e Outubro, neste período, a precipitação

acumulada é de apenas 64,9mm contra cerca de 498,1mm de evapotranspiração potencial o que perfaz um déficit absoluto de 433,2mm. Contudo, tratando-se de formações florestais em regiões sub-húmidas, estas têm uma capacidade de conservar a humidade por mais tempo, localmente, a espessura dos detritos orgânicos chega a variar entre 1,9 e 3,7cm.

2.1.3 Vegetação

A floresta do parque e arredores é típica de mata seca de Miombo, com ocorrência de zonas húmidas abertas e pastagens chamadas dambos. O Miombo é caracterizado por espécies do género *Brachystegia*, *Julbernardia* e *Isoberlinia* (CAMPBELL 1996). O PNAG é uma das últimas áreas em Moçambique com uma abundância relativamente grande das espécies arbóreas *Swartzia madagascariensis* (pau-ferro) que enfrenta subexploração em todo o país.

Considerando a cobertura da copa e a composição de espécies, são identificados seis tipos diferentes de cobertura vegetal: 1) matagal aberto; 2) floresta aberta de baixa altitude; 3) floresta fechada de baixa altitude; 4) formação herbácea arborizada; 5) formação herbácea; 6) Arbustos baixos (FUSARI *et al.* 2010). Segundo os mesmos autores, as tipologias florestais mais dominantes no PNAG são florestas abertas de baixa altitude (*Open woodland*) com uma área de cerca de 47,36%, o matagal aberto (*Bushland*) ocupando uma área de cerca de 43,66%.

De acordo com a classificação da vegetação de Moçambique proposta por WILD e BARBOSA (1967), a floresta de miombo do PNAG e da sua ZT corresponde a Unidade 24, definida como “Miombo decíduo de baixa altitude” (Deciduous miombo woodland-lowland type). Este tipo de vegetação encontra-se em altitudes incluídas entre 100m e 200m, com precipitações anuais entre 800-1000mm e geralmente as espécies dominantes são *Brachystegia spiciformis*, *Brachystegia boehmii* e *Julbernardia globiflora*, com comunidades de ‘Acacia-Combretum’.

Segundo a classificação proposta por WHITE (1983), o território do PNAG e da sua ZT seriam incluídos na “Floresta Zambeziaca Seca de Miombo” (Vegetation Type n. 26 “Dry Zambezian Miombo Woodland), com árvores normalmente entre os 12m e 18m de altura e com cobertura da copa superior a 40% e camadas inferiores com arbustos e ervas.

A vegetação no núcleo da área é uma floresta de Miombo seca Semi-decídua (93% da superfície total da área) com manchas de áreas húmidas rasas, chamadas dambos (5% da total superfície). A terra queimada no núcleo da área representa uma média de 18,5% da superfície total queimada a cada ano (PUNGULANHE, 2020). Nas proximidades do PNAG, a vegetação é um complexo mosaico de rebrotação de Miombo pós-cultivo de diferentes idades, terras de cultivo (milho, mandioca, feijão e amendoim), mata madura de Miombo e savanas arborizadas. Este mosaico paisagístico é impulsionado por agricultura de corte e queima, principal actividade de 89% da população (MERCIER et al., 2016), mas a paisagem também foi moldada pela migração do homem durante a guerra civil (1977-1992).

2.2 Análise de dados

Este documento é um relatório preliminar que deverá ser complementado após a monitoria para verificação e correção das medições realizadas. A análise de dados seguiu os passos definidos no manual. Compreende nesta fase, uma análise descritiva e parcial dos dados quantitativos medidos para cada parcela e o cálculo das estruturas horizontal, vertical e composição florística.

2.2.1 Generalidades

- **Código da parcela:** ZG01
- **Coordenadas:** x 417876,7 y: 8176587
- **Altitude:** 217
- **Período de instalação e medição:** 8 à 17 de Outubro de 2021
- **Área de levantamento:** Localidade de Lice
- **Declinação magnética:** -10
- **Distância do ponto de referência (PR):** 18.7 m
- **PR:** Nttonha (*Sterculia quinqueloba*)

Composição da equipa

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
Belto Elias João	Medidor de Distâncias
Cremildo Riba Gouveia Dias	Medidor de DAP
Jacinto Mirione Mafalacusser	Pedólogo

No período de 8 a 17 de Outubro de 2021 a equipa Norte, composta pelos técnicos do sector de ecologia e manejo florestal do IIAM Centros Zonais Noroeste e Nordeste acompanhada das equipas de solos do IIAM sede e CZnd, deslocou-se ao Parque Nacional do Gilé (PNAG) com o objectivo de estabelecer duas parcelas de amostragem permanente. Estas parcelas constituíram as primeiras duas de um total de três programadas para serem instaladas no âmbito da Rede Nacional de Parcelas de Amostragem Permanente no ano de 2021, designada “ZG01 e ZP02” estabelecidas no Parque Nacional do Gilé, na comunidade de Namurrua e Lice, Distrito de Gilé e Pebane respectivamente, Província da Zambézia (figura 2). O presente relatório abordará a parcela ZP02 somente, as restantes parcelas instaladas serão abordadas em relatórios separados.

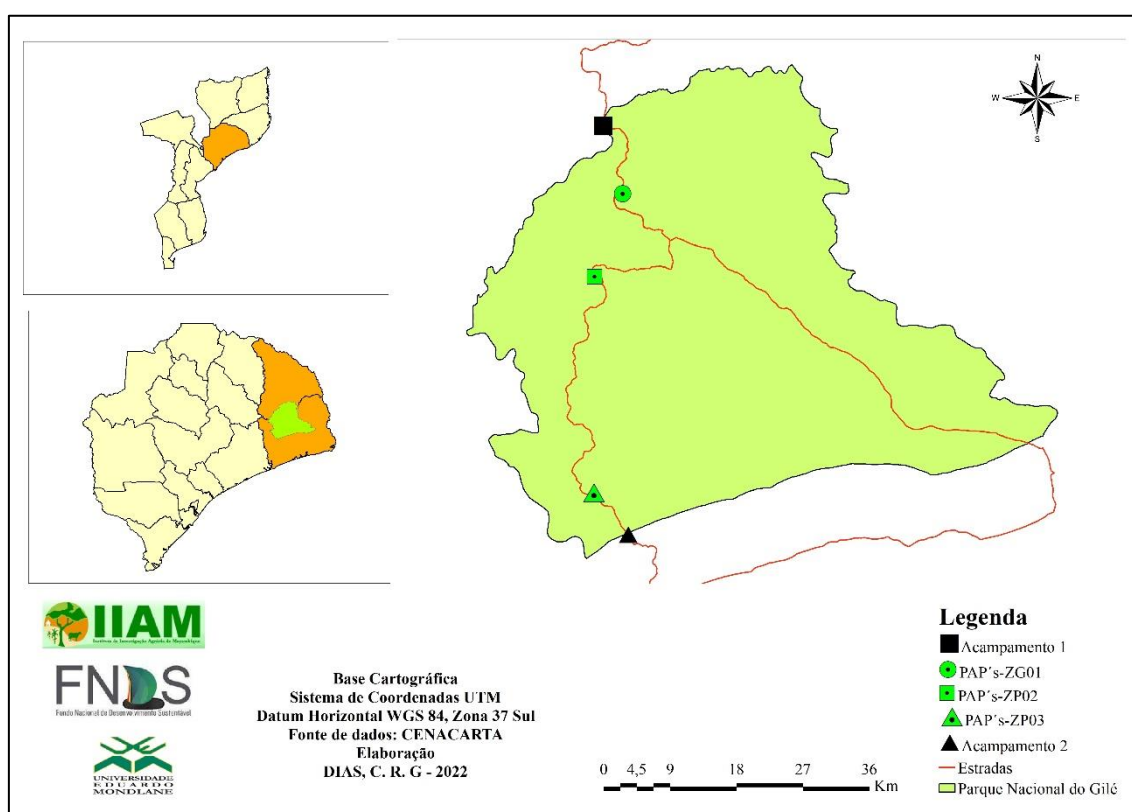


Figura 2 - Mapa de Localização do Parque Nacional do Gilé e das PAPs

2.2.2 Alocação da parcela

As florestas em Moçambique compreendem uma grande variedade de tipos de vegetação/ecossistemas desde as florestas sempre verde, às semi-decíduas a xerófitas, às de montanha de média e de alta altitude, às típicas de áreas húmidas, pantanosas e

mangais. Para que as PAPs representem o mais homogéneo possível o tipo florestal onde elas forem instaladas, e diminuir o erro de amostragem e o erro padrão, a sua alocação foi feita com base numa estratificação que englobe diferentes tipos de vegetação, segundo critérios e características naturais, tais como:

- Clima e morfologia;
- Uso e cobertura da terra, excluindo as áreas afectadas por perturbações antropogênicas;
- Tipo de solo e topografia;
- Desenvolvimento de florestas e composição de espécies;
- Fácil localização e com boas vias de acesso;
- Ter segurança suficiente a longo prazo de modo a evitar perturbações de actividade humana que danifiquem o estado da PAP e,
- Ter apoio inter-institucional a longo prazo.

Definiu-se que a Rede Nacional de Parcelas Permanentes deveria ter como quadro amostral a grelha nacional (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 incluindo a Floresta de Galeria (FSSV), Mecrusse e Mopane. Esta é uma grelha sistemática distribuída por todo o país, totalizando 100 unidades amostrais da rede das PAPs, alocadas recorrendo a amostragem aleatória estratificada, onde desse universo algumas delas caíram em pontos localizadas em áreas de conservação (caso da parcela ZP02).

O PP previamente escolhido para a ZP02 não cumpriu os requisitos estabelecidos no manual, e houve a necessidade de se mudar PP para um PP alternativo. A mudança teve como base os incêndios florestais que afectam o PNAG na época seca. Contudo, as queimadas por si só não constituem problema, pois, as queimadas fazem parte da dinâmica natural do ecossistema de Miombo. O factor que pesou na decisão de mudança de PP foi a necessidade de colher material botânico e identificar as espécies presentes na PAP, facto que seria difícil sem os materiais de identificação (folhas, flores e frutos).

O grupo de avanço visitou os outros PPs alocados, validando como prováveis PAPs as que apresentavam condições aceitáveis para o levantamento dos dados,

principalmente as com árvores com material de identificação não danificado, tendo sido descartados os que apresentavam danos severos relativos a fogos recentes ou activos. Neste âmbito, a ZP02 foi seleccionada na zona centro do parque, distando aproximadamente 42 km do acampamento de Namurrua e cerca de 300 m da via principal. O novo PP dentre os alocados para o PNAG, sofreu um ligeiro ajuste devido a incidência das queimadas. A proximidade do PP a estrada não constitui problema, visto que a única ameaça a PAP serem as queimadas e essas podem afectar a parcela independentemente da distância em relação a estrada.

As três parcelas montadas no PNAG, pertencem ao tipo de floresta semi-decídua.

2.2.3 Determinação do PP

Localizado o PP, para o ZP02 foi deslocado cerca de 250 m para que a parcela não caísse dentro de uma área totalmente queimada (pelos motivos acima referidos). O PP está próximo de um ponto de referência, que neste caso, trata-se de uma árvore da espécie Ntonha (*Sterculia quinqueloba*), distando 18.7m (Figura 3) do PR. O Ponto de referência foi sinalizado e pintado a vermelho com o código PR.



Figura 3 - *Sterculia quinqueloba* ponto de referência (PR) da parcela ZP02 e placa de identificação da PAP.

2.2.4 Demarcação da parcela e medição de indivíduos

Para a demarcação desta parcela, usou-se o Trupulse 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 cm de comprimento em cada lado da PAP.

Deste modo, a parcela com o tamanho de 1 hectare (100 x 100) metros, ficou subdividida em 50 subparcelas de (10 x 20) metros, e cada subparcela recebeu a designação X₁, X₂, X₃...X₅₀, conforme a sua posição, considerando as direcções SUL – NORTE e OESTE–ESTE. Nestas subparcelas foram medidas todas as árvores adultas (DAP ≥ 10 cm) e nas subparcelas X₉, X₁₈, X₂₇, X₃₆ e X₄₇ foram medidos também indivíduos da regeneração estabelecida ou juvenis (5 cm ≤ DAP < 10 cm) (Figura 3).

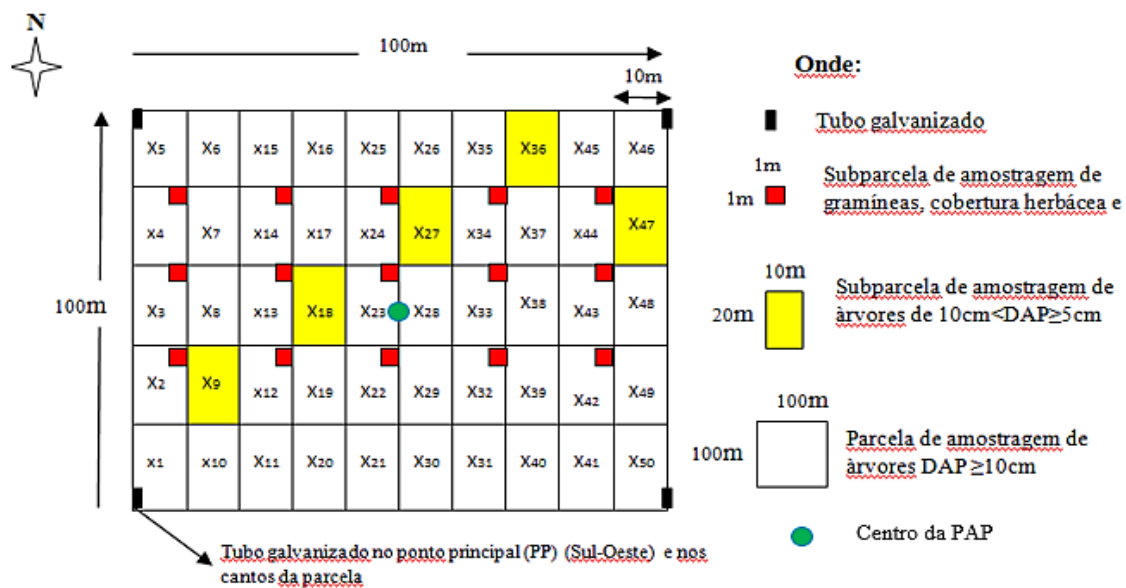


Figura 4 - Modelo da parcela de amostragem permanente de 100 m x 100 m.

2.2.5 Características da PAP

Esta parcela está a cerca de 90 km da vila sede e 42 km do Posto de fiscalização de Namurrua, numa floresta semi-decídua, e está a cerca de 300 m da estrada. Esta parcela apresenta fechamento de dossel com espécies do género *Brachystegia* e *Dalbergia* sendo as dominantes. Há termiteiras (3) na PAP e indícios de animais de

grande e pequeno porte navegando a área (cudos, cabritos e porcos do mato) No momento da instalação da mesma, havia vestígios de queimadas de um passado recente nos arredores. A vegetação está no seu estado natural, floresta semi-decídua e o estrato gramíneo é escasso ou inexistente (menos de 15%) e o understory é dominado pelas espécies *Margaritaria sp* e *Ochna sp*. A PAP ZP02 está nos interflúvios onde os terrenos apresentam uma topografia quase plana (0,5 a 2%) à suavemente ondulada (2 a 5%), a fisiografia é classificada como sendo planície de denudação. O material de origem na PAP é rocha meteorizada 'in situ' sobre rocha sedimentar derivada da rocha ígnea básica. A PAP não apresenta riscos de inundação e nenhum lençol freático foi observado. O estado de humidade do solo foi descrito como estando seco e os solos da ZP02 são moderadamente profundos (50-100 cm) à profundos (100-150 cm).

2.2.6 Colecta de amostras de solo

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

O perfil de referência de cada PAP foi aberto até uma profundidade de 1,50 m de profundidade, foi descrito segundo o manual de descrição de solos em uso na DARN (Comunicação N.º 74) e as amostras perturbadas e não perturbadas foram colectadas nas camadas (horizontes) identificadas durante a descrição. Os mini-perfis (I, II, III e IV) foram abertos na zona tampão, nos vértices de cada parcela no sentido S-N e seguindo os ponteiros do relógio tendo como ponto de partida o vértice A, ver Figura 5, o mais próximo do PP da parcela.

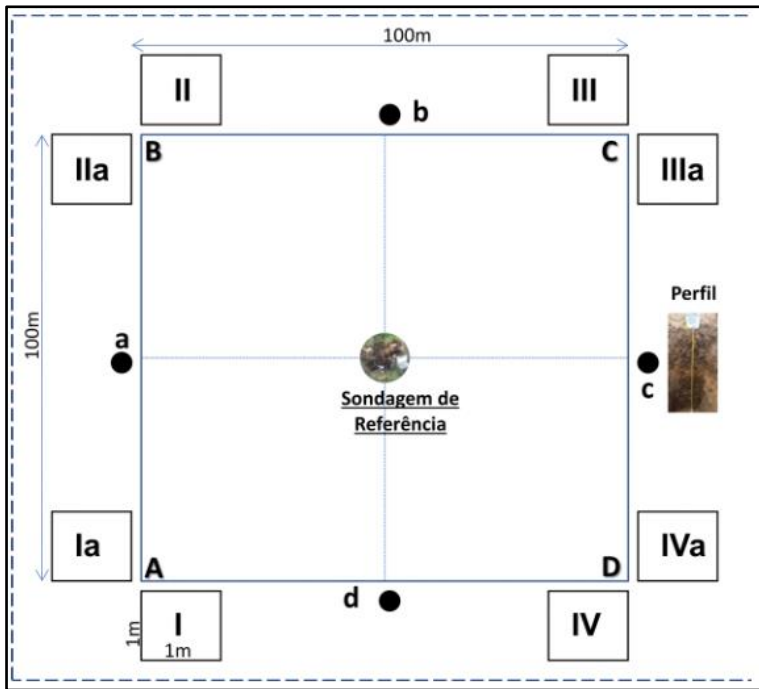


Figura 5 – Representação gráfica de uma PAP, e os pontos de amostragem de solos

As sondagens de solo feitas no centro das parcelas, ou seja, sondagens de referência, determinaram a alocação dos perfis referência, nas três PAPs, no primeiro ponto de verificação, ou seja, zona tampão, no ponto (a) segundo o diagrama representando uma PAP, ver Figura 5 e 6.

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

O perfil de referência para a descrição do solo na PAP-ZP02, localiza-se no Posto Administrativo de Naburi, Distrito de Pebane, Província da Zambézia; latitude 16° 29' 26,7" Sul e longitude 38° 13' 49,6" Este; elevação: 216,8 m.



Figura 6 - Panorama paisagístico e a sondagem de referência (centro da PAP), ZP02, PNAG

Os mini-perfis abertos nos quatro vértices Sul e Norte da parcela localizam-se nas seguintes coordenadas:

- ZP02-I: Latitude 16° 29' 28,1" Sul; Longitude 38° 13' 49,8" Este; elevação: 222 m; espessura de detritos orgânicos: 4,3 cm;
- ZP02-II: Latitude 16° 29' 25,2" Sul; Longitude 38° 13' 48,8" Este; elevação: 211 m; espessura de detritos orgânicos: 3,5 cm;
- ZP02-III: Latitude 16° 29' 23,9" Sul; Longitude 38° 13' 52,3" Este; elevação: 226 m; espessura de detritos orgânicos: 3,1 cm; e
- ZP02-IV: Latitude 16° 29' 27,0" Sul; Longitude 38° 13' 53,2" Este; elevação: 208 m espessura de detritos orgânicos: 3,7 cm.

As amostras de solo e de detritos orgânicos foram colectados para análises laboratoriais e constituirão a base para a determinação da densidade aparente do solo dado que é um atributo fundamente na distribuição do sistema radicular das plantas e permitir o cálculo do estoque de carbono e identificação da unidade de solo. Até ao momento da redacção do presente relatório, os dados laboratoriais não estavam disponíveis ainda.

A tabela 1, mostra de forma resumida, os tipos de amostras colectadas na PAP ZP02, tanto no perfil do solo, assim como nos mini-perfis (I, II, III, IV).

Tabela 1- Tipo e número de amostras colectadas nas PAP ZP02

Objecto de amostragem	Tipos de amostras colectadas			
	Perturbadas	Não perturbadas	Detritos orgânicos	Lençol freático
PAP- ZG01				
Perfil	5	4	0	0
Mini-perfis (I,II,III,IV)	3	12	1	0
Total	8	16	1	0

2.2.7 Colecta das amostras dos indivíduos identificados na parcela (Identificação botânica)

Em cada subparcela, as espécies colhidas foram identificadas pelos seus nomes locais e científicos provisórios, descritas suas características, etiquetadas, prensadas e posterior secagem em campo. Caso não se conhecesse nenhum deles, devido à falta de material botânico ou por serem espécies menos conhecidas pelos técnicos e/ou população local, o espécimen 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. De igual modo foram colhidos também os espécimens das espécies de plantas do estrato herbáceo e das espécies mais comum na área da parcela sem necessariamente terem sido estabelecidas as 15 subparcelas de 1m x 1m

De acordo com as técnicas universais de colheitas deveriam ter sido colhidas somente espécies com elementos (material) férteis (flores, frutos ou ambos) como regra universal da identificação taxonómica. Contudo, devido à necessidade da identificação de todos os indivíduos da parcela, foram colhidos para além de espécies com material fértil as que não continham o material fértil. Quanto aos indivíduos mortos, não foi possível a sua colheita, mas foram identificadas no campo o nome provisório com ajuda do pisteiro e para o caso das que se encontravam na mesma base com as outras vivas utilizava-se o exemplar da espécie viva para servir como amostra.

Para as espécies impossíveis de colher o material botânico devido a altura das árvores, tomou-se como base as árvores da mesma espécie previamente colhidas e com o auxílio de um par de binóculos observou-se atentamente a disposição e forma das folhas. Das árvores nem sempre possíveis de alcançar as folhas destacaram-se a *Brachystegia spiciformis* e *Julbernardia globiflora*, duas das espécies características do miombo. Por outro lado, a espécie *Millettia stuhlmannii* apresentou-se sempre sem folhas e frutos.

2.2.8 Diversidade e Similaridade Florística

2.2.8.1 Diversidade florística

Para estimar a diversidade florística, foram utilizados os índices de diversidade de Shannon-Weaver (H'), Dominância de Simpson (C), Diversidade Máxima (H'_{max}), Equabilidade de Pielou (J) e Coeficiente de mistura de Jentsh (QM). Quanto maior for o valor de H' , maior será a diversidade florística da comunidade em estudo. O valor encontrado de C varia de 0 (zero) a 1 (um), e quanto mais próximo de 1 (um) maior será a diversidade da comunidade. Quanto maior o valor de J , maior será a diversidade florística da comunidade em estudo, apresentando amplitude de 0 (uniformidade mínima) e 1 (uniformidade máxima), as fórmulas estão descritas na Tabela 2.

Tabela 2 - 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	$J = \frac{H'}{H'_{max}}$
Coeficiente de mistura de Jentsh	QM	$QM = \frac{S}{N}$

em que: H' = diversidade de Shannon; $p_i = n_i/N$, ou seja, densidade relativa da i -ésima espécie por área; n_i = 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.

2.2.8.2 Similaridade Florística

Para estimar a similaridade foi utilizado o índice de Jaccard (SJ). A similaridade é uma função caracterizada por uma distância entre unidades amostrais ou tipos fisionômicos. O índice de similaridade de Jaccard é um coeficiente binário que relaciona qualitativamente a correlação entre espécies no decorrer de uma variação ambiental. O seu valor varia de 0 (zero) a 1 (um), sendo que quanto mais próximo de 1 (um) maior será a similaridade. O índice de Jaccard foi obtido pela seguinte expressão:

$$SJ_{ij} = \frac{c}{a + b - c}$$

Onde: SJ = similaridade de Jaccard; a = número de espécies ocorrentes na parcela 1 ou comunidade; b = número de espécies ocorrentes na parcela 2 ou comunidade; c = número de espécies comuns às duas parcelas ou comunidades.

2.2.9 Estrutura horizontal

Os parâmetros da estrutura horizontal das espécies registradas na parcela ZP02 permitiu calcular a frequência, densidade, dominância em forma de valores absolutos e relativos e para calcular a importância ecológica de uma espécie dentro da parcela ZP02 os parâmetros de estrutura horizontal foram combinados por meio de índice de valor de importância (IVI) e índice de valor de cobertura (IVC) (MÜELLER-DOMBOIS; ELLENBERG, 1974), descritos na Tabela 3. O índice de valor de importância (IVI) com base na frequência relativa, densidade e dominância de cada espécie foi usada para caracterizar a estrutura florística e composição da parcela.

Tabela 3 – Fórmulas utilizadas no cálculo dos parâmetros de estrutura horizontal para as espécies amostradas na parcela ZP02.

<i>Parâmetro</i>	<i>Abrev.</i>	<i>Fórmula</i>	<i>Unidade</i>
<i>Frequência absoluta</i>	<i>FA</i>	$FA_i = p_i/P_t * 100$	%
<i>Frequência relativa</i>	<i>FR</i>	$FR_i = FA_i / \sum_{i=1}^S FA_i * 100$	%
<i>Densidade absoluta</i>	<i>DA</i>	$DA_i = n_i/A$	$n.ha^{-1}$
<i>Densidade relativa</i>	<i>DR</i>	$DR_i = DA_i / \sum_{i=1}^S DA_i * 100$	%
<i>Dominância absoluta</i>	<i>DoA</i>	$DoA_i = G_i/A$	$m^2.ha^{-1}$
<i>Dominância relativa</i>	<i>DoR</i>	$DoR_i = DoA_i / \sum_{i=1}^S DoA_i * 100$	%
<i>Índice de valor de importância</i>	<i>IVI</i>	$IVI_i(\%) = \frac{DR_i + DoR_i + FR_i}{3}$	%
<i>Índice de valor de cobertura</i>	<i>IVC</i>	$IVC_i(\%) = \frac{DR_i + DoR_i}{2}$	%

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

2.2.10. Determinação da distribuição diamétrica

A distribuição diamétrica de um povoamento florestal corresponde ao número de árvores, por hectare, e por classe de DAP, 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.

2.2.11 Estrutura Vertical e Interna

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 recomendam (FINOL,1971).

2.2.11.1 Posição sociológica

A análise da posição fitossociológica 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 $Ht \geq (Hm + 1S)$.

em que: 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-ésima árvore individual.

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

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

em que: 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, em percentagem.

2.2.11.2 Estrutura interna

Partindo do mesmo conceito de posição sócio ecológica, 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 econômico da floresta. A estrutura interna da floresta é determinada com o emprego da seguinte expressão:

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

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

2.2.12 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 e só faz sentido quando analisada para uma espécie. 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 ZP02 foram utilizados modelos não lineares amplamente divulgados na literatura florestal. Os modelos utilizados nos ajustes das equações estão compilados na Tabela 4.

Tabela 4 - Funções matemáticas utilizadas na modelação da relação H-D na parcela ZP02.

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	$h = 1,3 + \exp \left(\beta_0 + \frac{\beta_1}{d+1} \right)$

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.

2.2.13. Distribuição espacial das espécies de interesse

Para avaliar a distribuição espacial das espécies na área de estudo foram utilizados os índices de dispersão de Payandeh (P_i), Hazen (I_{Hi}) e Morisita (IM_i). Para o índice de Agregação de Payandeh, a classificação do padrão de distribuição espacial dos indivíduos obedece a seguinte escala: $P_i < 1$ (distribuição aleatória); $1 \leq P_i \leq 1,5$ (tendência ao agrupamento) e $P_i > 1,5$ (distribuição agregada ou agrupada). As espécies com menos de dois indivíduos nas amostras foram desconsiderados 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.

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 = 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 $IM_i < 1,0$, o padrão de distribuição espacial da i -ésima espécie é uniforme ou regular; e se $IM_i > 1,0$, o padrão de distribuição é agregado.

3. RESULTADOS

3.1 Análise de solos

As amostras acima discriminadas na Tabela 1, já deram entrada no Laboratório de solos, águas e plantas da Direcção de Agronomia e Recursos Naturais, estando em curso as seguintes análises:

Físicas: textura (USDA), reacção do solo (pH-H₂O e pH-KCl), conductividade eléctrica (salinidade), humidade, e densidade aparente

Químicas: matéria e carbono orgânicos; bases trocáveis (Ca²⁺; Mg²⁺; K⁺; Na⁺), acidez trocável (Al³⁺ e H⁺); nitrogénio total e o inorgânico.

Conceito central: solos arenosos avermelhados são de granulometria grosseira, com um subsolo de coloração avermelhada homogênea; cascalho de arenito, vermelho, angular e subangular pode ser encontrado a mais de um (1 m) metro de profundidade.

Variação das características:

- O horizonte A é ócrico; 10-20 cm de espessura; castanho, castanho escuro, castanho-avermelhado escuro; areia grosseira ou arenoso-franca grosseira; grãos simples; solto, muito friável, não pegajoso não plástico; sem efervescência; transição nítida a gradual e plana.
- O horizonte Bw tem uma espessura de até vários metros; castanho-avermelhado escuro, castanho-avermelhado, vermelho escuro, arenoso grosseiro; fraco, fino amédio, subanguloso, grãos simples, ou maciço; solta ou branda, muito friável, não plástica e não pegajosa; sem efervescência.

Descrição do perfil

ZP02-PAP

Código do perfil: ZP02-PAP

Data: 08 de Outubro de 2021.

Unidade de solos: VG (solos argilosos vermelhos). **Coordenadas:** 16° 29' 26.7''S e 38° 13' 49.6''E

Área de levantamento: P. Ad. de Naburi

Altitude: 221m

Localização: Lice, Posto Administrativo de Naburi, Distrito de Pebane, Província da Zambézia.

Autores: Munir Jossab, Jacinto Mafalacusser.

Nome local do solo: -

Classificação WRB 2014: *Haplic lxisols*.

Topografia: Quase plano (0,5 – 2%).

Classificação USDA: *Typic haplustalfs*.

Fisiografia: Planície de denudação.

Uso de terra: Reserva florestal/Fauna bravia.

Elemento fisiográfico: Interflúvio.

Culturas: Sem culturas.

Vegetação: Floresta aberta.

Cobertura de capim: <15%.

Forma: Directa.

Influência humana: Sem

Posição: declive Parte intermédia do declive.

Declive: Classe 2 (2 a 4%);

Material de origem: Rocha meteorizada "in situ" – sobre rocha sedimentar derivado de rocha basica ígnea.

Drenagem: Boa (Moderada Escoamento lento).

Afloramento de rochas: Sem.

Inundação: Sem.

Profundidade efectiva: Muito profunda.

Erosão: Sem erosão e/ou deposição.

Bacia hidrográfica: Ligonha.

5 amostras (0-14cm; 14-41cm; 41-72cm; 72-95cm; 95-112cm).

Micro-topografia: Irregular.

Pedras superficiais: Sem (0%).

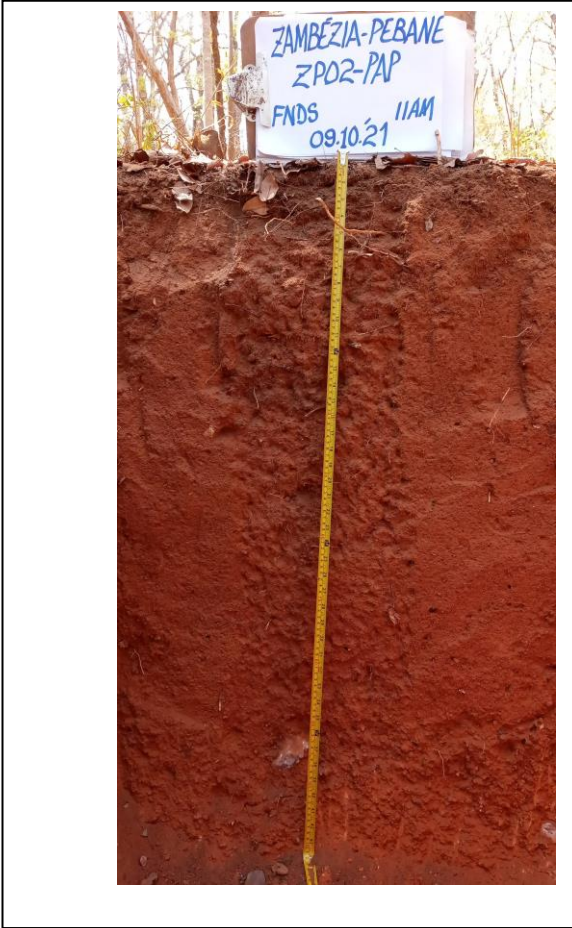
Lençol freático: Não observado.

Humidade: fresco até 112cm.

Selagem/crosta: Sem.

Observações/Anotações: Colectadas

Horizonte	Prof. (cm)	Descrição
A	0-14	Castanho (7.5YR 5/4) quando seco e castanho (7.5YR 4/4) quando húmido; sem manchas; franco-arenoso; fraca, fina a média anisoforme subanguloso; branda quando seco e muito friável quando húmido, não pegajosa não plástica quando molhado; poucas películas distintas de argila nos poros; sem cimentação e/ou compactação; muitos poros muito finos e finos e poucos médios; sem fragmentos rochosos; sem nódulos minerais; sem efervescência; muitas cavidades não especificadas; muitas raízes finas e muito finas e médias; limite nítido e plano; (1ª amostra: ZP02-1: 0-14).



Castanho avermelhado (5YR 5/4) quando seco e castanho

AB	14-41	avermelhado (5YR 4/4) quando húmido; sem manchas; franco-arenoso; fraca, fina a média, anisoforme subanguloso; branda quando seco e muito friável quando húmido, não pegajosa não plástica quando molhado; poucas películas distintas de argila nos poros; sem cimentação e/ou compactação; comuns poros muito finos e finos e poucos médios; poucos, cascalhos, médios, subarredondados, frescos, quartzo; sem nódulos minerais; sem efervescência; comuns cavidades não especificadas; muitas raízes finas, muito finas, médias e grosseiras; limite gradual e plano; (2ª amostra: ZP02-2: 14-41).
Bt1	41-72	Vermelho (2.5YR 5/6) quando seco e castanho avermelhado (2.5YR 4/4) quando húmido; sem manchas; franco-argilo-arenoso; moderada, média anisoforme subanguloso; ligeiramente dura quando seco e muito friável quando húmido, pouco pegajosa e pouco plástica quando molhado; poucas películas distintas de argila nos poros; sem cimentação e/ou compactação; comuns poros muito finos e finos e poucos médios; raro cascalho médio subarredondado, fresco, quartzo; sem nódulos minerais; sem efervescência; poucas cavidades não especificadas; poucas raízes finas e médias; limite difuso e ondulado; (3ª amostra: ZP02-3: 41-72).
Bt2	72-95	Vermelho (2.5YR 5/6) quando seco e vermelho (2.5YR 4/6) quando húmido; sem manchas; argilo-arenoso; moderada, média, anisoforme subanguloso; ligeiramente dura quando seco e muito friável quando húmido, pegajosa e plástica quando molhado; raras películas distintas de argila nos poros; sem cimentação e/ou compactação; comuns poros muito finos e finos e poucos médios; muito cascalho, médio, subarredondado, fresco, quartzo; sem nódulos minerais; sem efervescência; poucas cavidades não especificadas; poucas raízes finas e raras médias; limite nítido e ondulado; (4ª amostra: ZP02-4: 72-95).
BC	95-112	Vermelho (2.5YR 5/6) quando seco e vermelho (2.5YR 4/6) quando húmido; sem estrutura; dominante cascalho, médio, subarredondado, fresco, quartzo e pouco cascalho grosseiro, subarredondado, fresco, Quartzo; (4ª amostra: ZP02-5: 95-112).

3.2 Identificação de espécies

Para a presente parcela foram colhidos 64 espécimes do total de 330 indivíduos encontrados na parcela. Como resultado desta colheita foram identificados 322 indivíduos pelos seus nomes científicos (97.5% do total dos indivíduos \geq de 5 cm DAP) que representam 28 espécies e 329 indivíduos pelos seus nomes científicos e vernaculares representando 99.6% do total. Dos 8 indivíduos até então não identificados cientificamente, 7 foram identificados pelos seus nomes vernaculares e dentre estes, 6 (correspondentes a 1 espécie) teve o seu espécimen colhido, ainda aguardando a sua confirmação. A Tabela 5 apresenta a lista de plantas vasculares identificadas até ao presente momento.

A lista de plantas vasculares identificadas no presente estudo foram diferentes dos obtidos por RIBEIRO *et al* (2008) em uma Floresta de Miombo na Reserva Especial de Niassa, região norte de Moçambique, que observaram 79 espécies pertencentes a 29 famílias e uma densidade de que observaram 79 espécies pertencentes a 29 famílias e uma densidade de 548 arv.ha⁻¹, HOFIÇO *et al.* (2018) numa concessão florestal na região centro de Moçambique que observaram 41 espécies, 12 famílias e 31 gêneros e uma densidade de 519 ind.ha⁻¹ e NANVONAMUQUITXO *et al.* (2019 em uma floresta de Miombo localizada em Taratibu no Parque Nacional das Quirimbas, região norte de Moçambique, que observaram um total de 1111 árvores e identificadas 38 espécies de 33 géneros e 12 famílias.

Dos 330 indivíduos encontrados nesta PAP, 19 são indivíduos com DAP menor que 10 cm e maior ou igual que 5 cm. Dos 64 espécimens colhidos, juntando a identificação em campo de indivíduos impossíveis de colher exemplar botânico, foram identificadas 30 espécies de plantas vasculares (cientificamente e vernacularmente) mais 1 não identificada, totalizando 31 espécies pertencentes a 13 famílias botânica, sendo a família Fabaceae a mais destacada com maior número de espécies (12) bem como maior número de indivíduos (204) e o gênero *Brachystegia* foi o gênero com maior número de indivíduos (91). Das espécies da família Fabaceae, as subfamílias Caesalpinioideae, Papilionoideae e Mimosoideae tiveram 103,88 e 13 indivíduos respectivamente (Tabela 5 e 6).

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;)

De referir que o número de gêneros e famílias poderá aumentar assim que atribuir-se nomes científicos as espécies " Havara Rumbwa, *Mucolope* e desconhecida". Outras famílias de destaque em termos de número de indivíduos são *Phyllanthaceae*, *Linaceae*, *Chrysobalanaceae* com 41, 33 e 14 indivíduos respectivamente. No que se refere ao número de espécies, as famílias *Phyllanthaceae* com 3 espécies, *Combretaceae* e *Ebenaceae* com 2 espécies perfazem as famílias com maior número de espécies, depois da *Fabaceae*.

Tabela 5 - Lista de espécies de Plantas vasculares encontradas na parcela ZP02

Família (subfamília)	Nome científico	Nome local	Forma de vida	Número de indivíduos
Fabaceae (Caesalpinioideae)	<i>Brachystegia spiciformis</i>	Murotxo	Árvore	87
Fabaceae (Caesalpinioideae)	<i>Julbernardia globiflora</i>	Namphakala	Árvore	12
Fabaceae (Caesalpinioideae)	<i>Brachystegia boehmii</i>	Mutxacatxa	Árvore	4
Fabaceae (Papilionoideae)	<i>Dalbergia nitudula</i>	Evico	Árvore	31
Fabaceae (Papilionoideae)	<i>Millettia stuhlmannii</i>	Nambiri	Árvore	29
Fabaceae (Papilionoideae)	<i>Pericopsis angolensis</i>	Muaca	Árvore	14
Fabaceae (Papilionoideae)	<i>Swartzia madagascariensis</i>	Nacuata	Árvore	5
Fabaceae (Papilionoideae)	<i>Xeroderis stuhlmannii</i>	Mpopwe	Árvore	5
Fabaceae (Papilionoideae)	<i>Philenoptera bussei</i>	Mualafa	Árvore	2
Fabaceae (Papilionoideae)	<i>Dalbergia obovata</i>	Mutxiro	Arbusto	2
Fabaceae (Mimosoideae)	<i>Albizia versicolor</i>	Nivevereya	Árvore	10
Fabaceae (Mimosoideae)	<i>Amblygonocarpus andongensis</i>	Rantawu	Árvore	3
Phyllanthaceae	<i>Cleistanthus holtzii</i>	Locola	Árvore	23
Phyllanthaceae	<i>Pseudolachnostylis maprouneifolia</i>	Mutholo	Árvore	12
Phyllanthaceae	<i>Uapaca nitida</i>	Cossocore	Árvore	6
Linaceae	<i>Phyllocosmus lemaireanus</i>	Nakhulane	Árvore	33
Chrysobalanaceae	<i>Parinari curatellifolia</i>	Mutxupi	Árvore	14
Apocynaceae	<i>Diplorhynchus condylocarpon</i>	Tocofi	Árvore	5
Combretaceae	<i>Pteleosopsis myrtifolia</i>	Muleva	Arvore	5
Combretaceae	<i>Combretum mossambicensis</i>	Makukhu a mwana	Árvore	3
Ebenaceae	<i>Diospyros mespiliformis</i>	Muriparipa	Árvore	3
Ebenaceae	<i>Diospyros loureiriana</i>	Nriparipa	Árvore	1
Sapotaceae	<i>Mimusops obtusifolia</i>	Havara rumbwa 2	Árvore	4
Rubiaceae	<i>Rothmannia engleriana</i>	Mantxiha	Arbusto	3
Celastraceae	<i>Elaeodendron matabelicum</i>	Desconhecido	Árvore	2
Strychnaceae	<i>Strychnos</i>	Nakwele	Árvore	2
Balanitaceae	<i>Balanites pedicellaris</i>	Mpasiri	Árvore	1
Oleaceae	<i>Schrebera trichoclada</i>		Árvore	1

	Havara rumbwa	Árvore	6
	Mucolococe	Árvore	1
	Desconhecido	Árvore	1
N=13	N=28/30*		N=330

* A diferença deve-se a identificação científica /vernacular. No total na PAP foram encontradas 31 espécies (1 ainda não identificada)

Tabela 6 - Famílias e gêneros encontrados na parcela ZP02

Família	Total de indivíduos	No de espécies	No de gêneros
Fabaceae	204	12	11
Phyllanthaceae	41	3	3
Linaceae	33	1	1
Chrysobalanaceae	14	1	1
Apocynaceae	5	1	1
Combretaceae	8	2	2
Ebenaceae	4	2	1
Sapotaceae	4	1	1
Rubiaceae	3	1	1
Celastraceae	2	1	1
Strychnaceae	1	1	1
Balanitaceae	1	1	1
Oleaceae	1	1	1
N=13	N=330	N=28*	N=26

* O número de espécies e famílias aqui apresentado representam os indivíduos até então identificados cientificamente (faltando mais 3)

O estrato gramíneo é escasso ou inexistente e o understory (tabela 7) é dominado pelas espécies *Margaritaria sp* (não colhida devido ao estado de caducidade) e *Ochna sp*. Grande parte das espécies do estrato alto também se encontram no estrato baixo com destaque para *Phyllocosmus lemaireanus*, *Parinari curatellifolia*, *Uapaca nitida* e *Millettia stuhlmannii*. Sendo que estrato gramíneo é quase inexistente, as parcelas de 1x1 m poderão não trazer informação fidedigna sobre as plantas com esse tipo de forma de vida, aconselhando-se aumentar o tamanho ou o método de amostragem para esta PAP em particular.

Tabela 7 - Algumas das espécies do understorey encontradas na parcela ZP02

Número	Família	Nome da espécie	Nome local
1	Aspargaceae	<i>Asparagus africana</i>	Nsila ya mwali
2	Ebenaceae	<i>Diospyros verrucosa</i>	Murwirwi
3	Lamiaceae	<i>Vitex mombassae</i>	Mpuru
4	Thymelaeaceae	<i>Synaptolepis alternifolia</i>	Nrepeso/Mwapitxo
5	Combretaceae	<i>Combretum mossambicensis</i>	Makhukhu a mwana
6	Fabaceae (Papilionoideae)	<i>Dalbergia lactea</i>	Nakhope
4			Cutxo

3.3 Diversidade e Similaridade Florística

Os valores referentes aos índices da diversidade florística da parcela ZP02 do Parque Nacional do Gilé são apresentados na Tabela 8. A diversidade de espécies arbóreas em floresta madura, obtida com o estimador do índice de Shannon-Weiner (H'), foi de 2.71, indicando diversidade alta da floresta de Miombo de acordo com BARBOUR *et al.* (1998). Os resultados do presente estudo situam-se, assim, entre os obtidos por WILLIAMS *et al.* (2008) (H': 1.9) em uma zona seca de Miombo (precipitação média de 680 mm/ ano) na província de Sofala, Moçambique, e KALABA *et al.* (2013) (H': 2.8) numa zona húmida de Miombo (precipitação média de 1.200 mm/ano) na Zâmbia.

As diferenças na diversidade e riqueza de espécies entre áreas pode ter diversas razões, dentre elas, a pressão antrópica e os regimes pluviométricos.

O valor do índice de Shannon-Weiner (H') para o presente estudo é superior ao obtido por MONTFORT *et al.* (2021) e NANVONAMUQUITXO *et al.* (2019, que encontraram 2,5 nats. Ind⁻¹ e 2,19 nats. Ind⁻¹ respectivamente para o índice de Shannon nos seus estudos sobre capacidade de regeneração da biodiversidade de espécies lenhosas e propriedades do solo em Floresta de Miombo após agricultura de corte e queima no PNAG e análise fitossociológica de uma floresta de Miombo localizada em Taratibu no Parque Nacional das Quirimbas, região norte de Moçambique. Contudo, é inferior ao obtido por HOFIÇO (2014) num estudo sobre suficiência amostral para uma floresta de miombo no distrito de Mocuba, onde obteve 3.59 nats. Ind⁻¹ numa área de 16 hectares.

Estudo realizado por PUNGULANHE (2020), sobre a caracterização da vegetação arbórea sob diferentes regimes de queimadas na floresta de miombo, Parque Nacional do Gilé, onde foram inventariadas 59 parcelas de 1 hectare em dois estratos, um estrato onde ocorrem queimadas (EQ) e outro onde não ocorrem queimadas, estrato controlo (EC), obteve valores de H' de 3,90 para o EQ e 0.14 para o EC.

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

Tabela 8 - Índices da diversidade florística, considerando indivíduos com DAP \geq 5 cm da parcela ZP02, Parque Nacional do Gilé.

Shannon	Simpson	EqMaxima	Pielou	Jentsch
2.71	0.89	3.43	0.79	0.09

O índice de Simpson foi considerado alto, apresentando 0,89 para a parcela ZP02 (tabela 8), indicando maior probabilidade de os indivíduos serem da mesma espécie, ou seja, maior a dominância e menor diversidade. KALABA *et al.* (2013), encontraram valores similares aos deste estudo (0.92), no seu estudo sobre composição florística, diversidade de espécies e armazenamento de carbono em áreas degradadas pela frequência de fogo e produção de energia e agricultura e implicações de gestão em florestas de Miombo de Zâmbia. Bila *et al.* (2019), no seu estudo sobre associações de espécies arbóreas em um ecossistema de Miombo no Parque Nacional das Quirimbas (PNQ), obtiveram valores de diversidade de Simpson na ordem de 0.931, 0.935 e 0.926 para os distritos de Quissanga, Macomia, Ancuabe e Meluco respectivamente.

O índice de equabilidade de Pielou (J) indicou uma uniformidade média na composição das subparcelas por apresentar um valor de 79% (tabela 8), sendo necessário um incremento de 21% de espécies para atingir a diversidade máxima ou alta uniformidade na distribuição das árvores entre as espécies, ou seja, somente assim as espécies seriam igualmente abundantes. Estes resultados foram similares aos encontrados por HOFIÇO (2014), num estudo sobre suficiência amostral para uma floresta de miombo no distrito de Mocuba, onde obteve 81 %.

O índice de Pielou tem como objectivo calcular o grau de uniformidade (dentro de cada taxa), utilizando para tal o índice de H'. No estudo de Pungulanhe (2020) acima

referenciado, foi calculado em dois estratos, tendo resultado nas parcelas com queimadas (0,82) maior uniformidade de indivíduos dentro de cada espécie, e menor uniformidade nas parcelas controle (0,04), maiores semelhanças entre o número dos indivíduos em cada espécie. Segundo este autor, os resultados apresentados no presente estudo são satisfatórios visto que o índice de Pielou é avaliado dentro de uma escala que varia de 0 (uniformidade mínima) a 1 (uniformidade máxima).

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

Segundo IVANAUSKAS & RODRIGUES (2000), o valor de J' deriva de diversidade de Shannon e permite representar a uniformidade da distribuição dos indivíduos entre as espécies existentes, sendo que este varia de 0 a 1 (0 a 100 %), onde 1 representa a máxima diversidade, ou seja, todas as espécies são igualmente abundantes.

Estes resultados foram superiores aos encontrados por PAIS (2015), o qual observou valores de 0.37, 0.45 e 0.51 para três tipos de solos (Lebombo North, Nwambia Sandveld e Calcrete) e com frequência alta de fogo no Parque Nacional de Limpopo. Também são superiores aos encontrados em Taratibu no Parque Nacional das Quirimbas região norte de Moçambique por NANVONAMUQUITXO *et al.* (2019) (J' foi de 0.60.).

O coeficiente de mistura de Jentsch (QM) foi de 0.09 (tabela 8), valor este obtido a partir da análise do total de indivíduos encontrados na parcela ZP02 de 330 árvores distribuídas em 31 espécies. Este QM indica-nos que existem em termos médios 11 indivíduos por cada espécie. A PAP ZP02 apresenta um grau de diversidade baixo, se considerar que o valor encontrado está muito próximo de zero, e distante de 1, por um lado. Mas, por outro lado, pode significar que o aumento da área não significaria o aumento do número de espécies (PUNGULANHE, 2020).

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

Com base no índice de similaridade Jaccard (SJ), foi possível agrupar as subparcelas em quatro (4) grupos similares (figura 7). Onde o Grupo 1 é constituído por

24 subparcelas similares, a saber: (X₁; X₇; X₁₀; X₁₃; X₁₆; X₁₈; X₁₉; X₂₃; X₂₅; X₂₉; X₃₀; X₃₂; X₃₃; X₃₄; X₃₆; X₃₇; X₃₉ e X₄₀, X₄₁; X₄₁; X₄₄; X₄₅; X₄₆; X₄₉); o Grupo 2 é constituído por 5 subparcelas similares (X₅; X₁₁; X₂₀; X₂₂; X₂₆), o Grupo 3 é composto por 12 subparcelas nomeadamente (X₂; X₄; X₆; X₈; X₉; X₁₂; X₁₄; X₃₁; X₄₂; X₄₇; X₄₈; e X₅₀) . E por último, o Grupo 4 constituído por 9 subparcelas (X₃; X₁₅; X₁₇; X₂₁; X₂₄; X₂₇; X₂₈; X₃₅; e X₃₈).

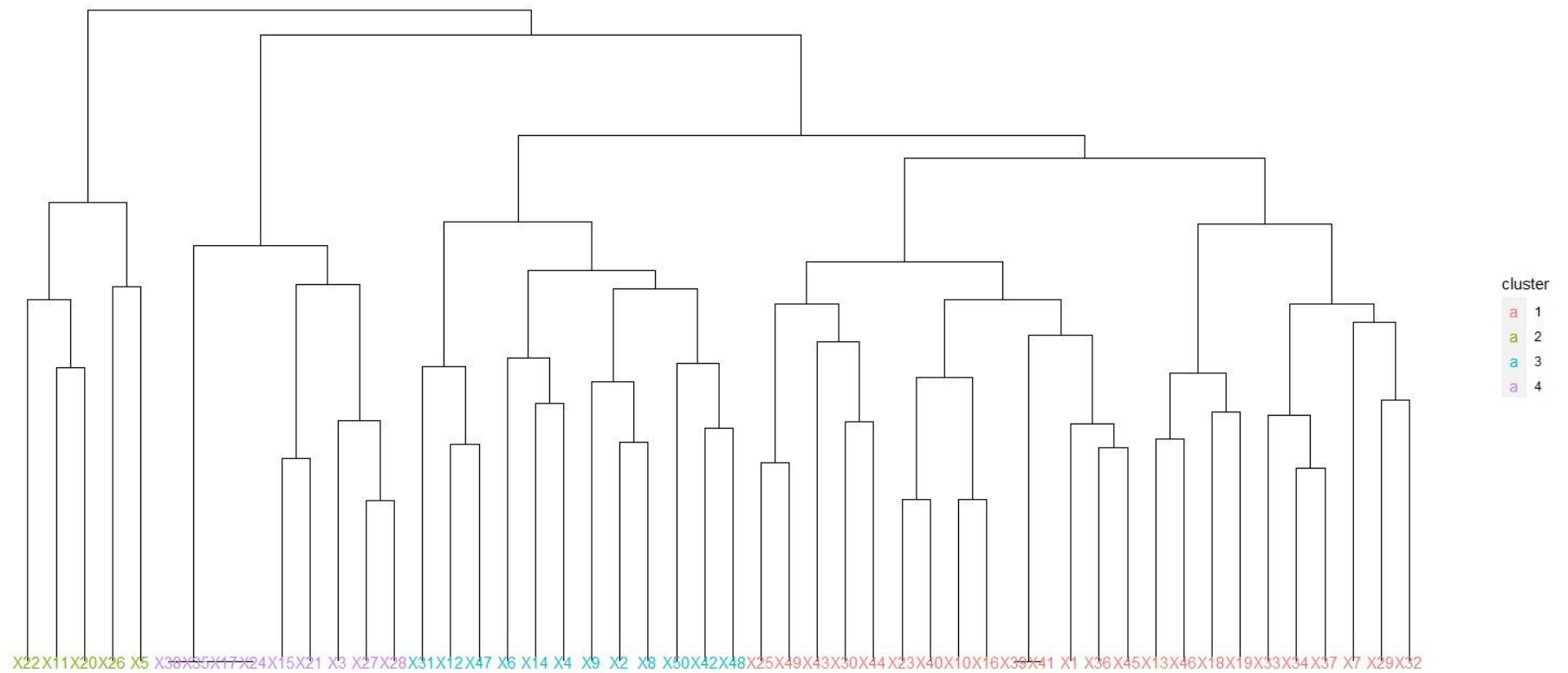


Figura 7 – Dendrograma obtido a partir do Índice de Similaridade de Jaccard entre as 50 subparcelas da parcela ZP02, Parque Nacional do Gilé

3.4 Estrutura horizontal

Na parcela ZP02, foram encontrados 330 indivíduos, sendo *Brachystegia spiciformis* a espécie mais abundante com 87 indivíduos correspondentes à 36.74% do IVI, seguida *Millettia stuhlmannii* com 29 indivíduos correspondentes a 7.68% do IVI, *Phyllocosmus lemaireanus* com 33 indivíduos correspondentes a 6.88% do IVI, *Dalbergia nitidula* com 31 indivíduos correspondentes a 6.09% do IVI e *Julbernardia globiflora* com 12 indivíduos correspondentes a 4.93% do IVI (tabela 9). Estas cinco espécies representam 58.1% do total do número de indivíduos encontrados na área de estudo e 63.32% do total do IVI.

Pericopsis angolensis com 14 indivíduos correspondentes à 4.86% do IVI, *Cleistanthus holtzii* com 23 indivíduos correspondentes a 4.2% do IVI e *Parinari curatellifolia* com 14 indivíduos correspondentes a 3.04% do IVI perfazem outras espécies com IVIs dignos de realce.

Dentre as espécies arbóreas e arbustivas encontradas nesta PAP, destacaram-se: *Brachystegia spiciformis* com 87 indivíduos; *Phyllocosmus lemaireanus* com 33 indivíduos; *Dalbergia nitidula* com 31 indivíduos; *Millettia stuhlmannii* com 29 indivíduos; *Cleistanthus holtzii* com 23 indivíduos.

No seu estudo, PUNGULANHE (2020), encontrou que as cinco espécies com maior valor de importância dentro do PNAG são *Brachystegia boehmii*, *Brachystegia spiciformis*, *Julbernardia globiflora*, *Pterocarpus angolensis*, *Pseudolachnostylis maprouneifolia*.

MONTFORT *et al.* (2021), realizaram um estudo no mesmo Parque e concluíram que *Brachystegia boehmii*, *Brachystegia spiciformis*, *Diplorhynchus condylocarpon*, *Julbernardia globiflora* e *Dalbergia nitidula* são as cinco espécies mais importantes fitossociologicamente na floresta madura do Miombo. *Pseudolachnostylis maprouneifolia*, *Millettia stuhlmannii*, *Phyllocosmus lemaireanus*, *Pterocarpus angolensis* e *Combretum zeyheri*, fizeram parte de outro leque de espécies fitossociologicamente importantes no PNAG, denotando alguma similaridade em termos das espécies componentes e não as posições no ranking. Contudo, as espécies com maior IVI variam tendo em conta a idade da floresta bem como a pressão antrópica incidente sobre ela.

No estudo realizado por HOFIÇO *et al* 2018, *Brachystegia spiciformis* com 22.97%, *Ficus ingens* com 5.21%, *Diplorhynchus condylocarpon* com 5.09%, *Julbernardia globiflora* com 4.83% e *Pseudolachnostylis maprouneifolia* com 3.8% foram as espécies com maiores IVIs. HOFIÇO (2014), no seu estudo sobre suficiência amostral para uma floresta de miombo no distrito de Mocuba, encontrou as espécies *Brachystegia spiciformis*, *Pterocarpus angolensis*, *Pseudolachnostylis maprouneifolia*, *Swartzia madagascariensis* e *Julbernardia globiflora* como as mais importantes fitossociologicamente.

Quanto a frequência, as espécies que estão amplamente distribuídas na ZP02 são *Brachystegia spiciformis* (21,6%), *Millettia stuhlmannii* (9.7%), *Phyllocosmus lemairianus* (7.7%), *Dalbergia nitidula* (7.2%), *Pericopsis angolensis* (6.7%).

Os valores das frequências neste estudo permitem afirmar que a composição florística da ZP02 é heterogênea, pois valores altos de frequência (61%-100%) indicam uma composição florística homogênea, valores baixos (1%- 40%) significam alta heterogeneidade florística (RIBEIRO *et al.* 2002), o que significa que no PNAG as diversas espécies coexistem nos mesmos lugares (PUNGULANHE, 2020).

A dominância representa a ocupação do espaço por cada espécie, esta surge como o resultado do cálculo da área basal, as espécies que são mais dominantes na ZP02 são *Brachystegia spiciformis* (62.2%), *Julbernardia globiflora* (5.49%), *Millettia stuhlmannii* (4.46%), *Cleistanthus holtzii* (4.09%), *Pericopsis angolensis* (3.65%) respectivamente. Estas correspondem à 79.89% da dominância da parcela.

As espécies com maiores dominâncias assumem os seguintes valores ao serem expressas em metros quadrados por unidade de hectare, *Brachystegia spiciformis* 15,08m² ha⁻¹, *Julbernardia globiflora* 1.33m² ha⁻¹, *Millettia stuhlmannii* 1.08m² ha⁻¹, *Cleistanthus holtzii* 0.99m² ha⁻¹, *Pericopsis angolensis* 0.88 m² ha⁻¹. A parcela inventariada apresenta uma média de área basal de 0,78 m² ha⁻¹. PUNGULANHE (2020), encontrou uma média de área basal de 9.6 m² ha⁻¹ no mesmo local deste estudo, ao considerar apenas indivíduos com DAP acima de 10cm. A grande diferença nos valores deve-se a intensidade e suficiência amostral.

A média da área basal na província da Zambézia é de 19.8 m² ha⁻¹ e as florestas desta província em geral são dominadas pelas *Brachystegia spiciformis.*, *B. boehmii* e *Julbernardia globiflora*, característica dos ecossistemas de miombo (Magalhães, 2018).

Tabela 9 - Estrutura horizontal de espécies arbóreas com DAP ≥ 5 cm da parcela ZP02, Parque Nacional do Gilé.

Espécies	FA	FR	DA	DR	DoA	DoR	IVC	IVI
	Ind.	%	Ind/ha	%	m ² /ha	%	%	%
<i>Albizia versicolor</i>	18	4,6392	10	3,0303	0,651911	2,688915	2,859609	3,452798
<i>Amblygonocarpus andongensis</i>	4	1,0309	3	0,9091	0,075444	0,31118	0,610136	0,7504
<i>Balanites pedicellaris</i>	2	0,5155	1	0,303	0,009161	0,037786	0,170408	0,285427
<i>Brachystegia boehmii</i>	6	1,5464	4	1,2121	0,393762	1,624135	1,418128	1,460883
<i>Brachystegia spiciformis</i>	84	21,6495	87	26,3636	15,08426	62,21752	44,29058	36,74355
<i>Cleistanthus holtzii</i>	6	1,5464	23	6,9697	0,993343	4,097208	5,533452	4,204432
<i>Combretum mossambicensis</i>	6	1,5464	3	0,9091	0,063892	0,263534	0,586312	0,906339
<i>Dalbergia nitidula</i>	28	7,2165	31	9,3939	0,405602	1,672974	5,533457	6,094469
<i>Dalbergia obovata</i>	4	1,0309	2	0,6061	0,030235	0,124711	0,365386	0,587233
<i>Desconhecido</i>	2	0,5155	1	0,303	0,008012	0,033046	0,168038	0,283847
<i>Diospyros loureiriana subsp loureiriana</i>	2	0,5155	1	0,303	0,022432	0,092523	0,197777	0,303673
<i>Diospyros mespiliformis</i>	2	0,5155	3	0,9091	0,21395	0,882473	0,895782	0,769009
<i>Diplorhynchus condylocarpon</i>	6	1,5464	5	1,5152	0,108167	0,446151	0,980651	1,169231
<i>Elaeodendron matabelicum</i>	2	0,5155	2	0,6061	0,048523	0,20014	0,4031	0,440555
<i>Havara rumbwa</i>	8	2,0619	5	1,5152	0,351848	1,451256	1,483204	1,676088
<i>Julbernardia globiflora</i>	22	5,6701	12	3,6364	1,332714	5,496998	4,566681	4,934488
<i>Millettia stuhlmannii</i>	38	9,7938	29	8,7879	1,082822	4,466278	6,627078	7,682657
<i>Mimusops obtusifolia</i>	2	0,5155	4	1,2121	0,044023	0,181581	0,696851	0,636389
<i>Mucolope</i>	2	0,5155	1	0,303	0,009677	0,039914	0,171472	0,286136
<i>Philenoptera bussei</i>	4	1,0309	2	0,6061	0,03173	0,130876	0,368468	0,589288
<i>Parinari curatellifolia</i>	20	5,1546	14	4,2424	0,447924	1,847538	3,044981	3,7482
<i>Pericopsis angolensis</i>	26	6,701	14	4,2424	0,886981	3,658498	3,950461	4,867318
<i>Phyllocosmus lemaireanus</i>	30	7,732	33	10	0,707709	2,919063	6,459532	6,883674
<i>Pseudolachnostylis maprouneifolia</i>	20	5,1546	12	3,6364	0,199824	0,824208	2,230286	3,20507
<i>Pteleosopsis myrtifolia</i>	10	2,5773	5	1,5152	0,160593	0,662391	1,088771	1,584954
<i>Rothmannia engleriana</i>	4	1,0309	3	0,9091	0,095621	0,394403	0,651747	0,778141
<i>Schrebera trichoclada</i>	2	0,5155	1	0,303	0,01307	0,053909	0,178469	0,290801
<i>Strychnos madagascariensis</i>	2	0,5155	2	0,6061	0,027889	0,115032	0,360546	0,412185
<i>Swartzia madagascariensis</i>	8	2,0619	5	1,5152	0,094037	0,387869	0,95151	1,321625
<i>Uapaca nitida</i>	8	2,0619	6	1,8182	0,137308	0,566351	1,192266	1,48213
<i>Xerroderis stuhlmannii</i>	10	2,5773	6	1,8182	0,511931	2,111544	1,964863	2,169015
Total	388	100	330	100	24	100	100	100

Observação: FA = frequência absoluta, FR = frequência relativa, DA = densidade absoluta, DR = densidade relativa, DoA = dominância absoluta, DoR = dominância relativa, IVC = índice de valor de cobertura, IVI = índice de valor de importância.

Na figura 8, apresenta-se as 7 espécies com maiores valores de IVIA, sendo a *Brachystegia spiciformis*, a maior, seguida de *Phyllocosmus lemaireanus*, *Millettia stuhlmannii*, *Dalbergia nitidula*, *Cleistanthus holtzii*, *Pericopsis angolensis* e *Julbernardia globiflora*. O IVIA é o resultado do IVI+PSR, e olhando para a figura nota-se que, *Millettia stuhlmannii*, *Dalbergia nitidula*, *Cleistanthus holtzii* tem PSRs similares mas IVIs diferentes, daí as posições diferentes no ranking dos IVIAs. O ranking do IVI e PSR é diferente, porém a junção dos dois prefazerá o IVIA, implicando isso dizer que, as duas variáveis independentemente não ditam o valor do IVIA.

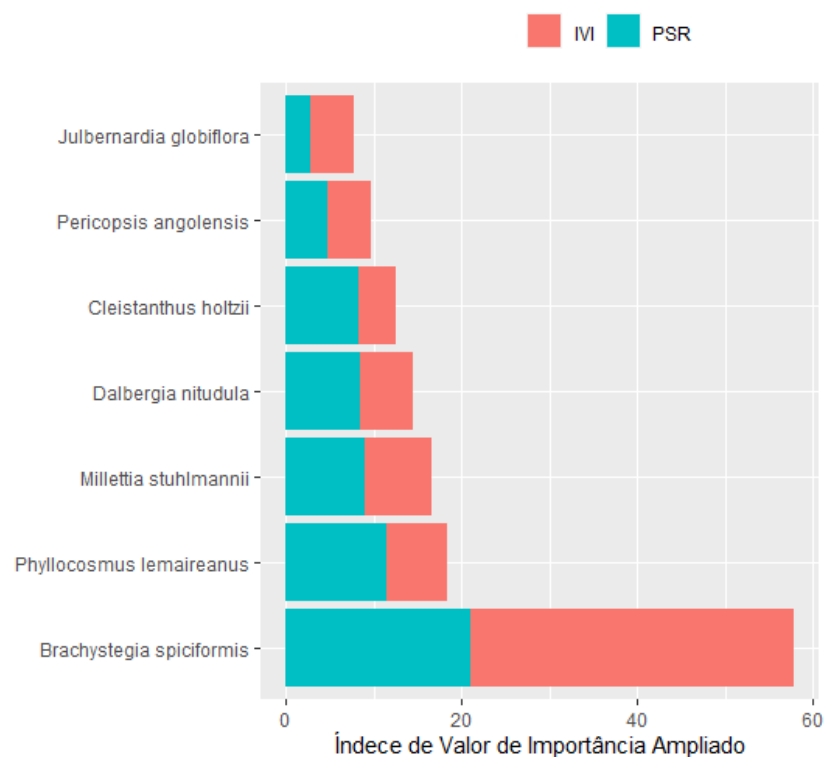


Figura 8 - Distribuição do índice de valor de importância ampliado (IVIA) das sete principais espécies amostradas na parcela ZP02.

3.5 Distribuição diamétrica e Área Basal

A figura 9, mostra a distribuição do número de árvores por classe de diâmetro com um intervalo de 5 cm para cada uma das espécies registradas, o mesmo analisa apenas indivíduos com $DAP \geq 10$ cm. 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 fitofisionomia autorregenerativa.

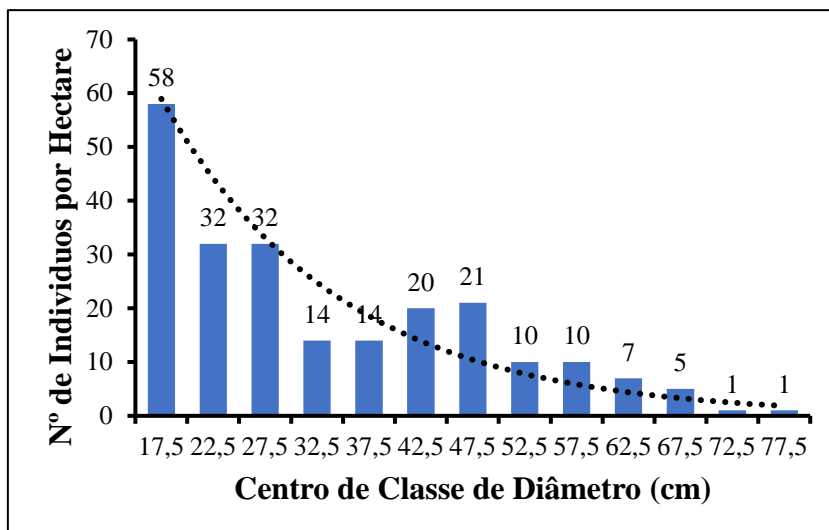


Figura 9 - Distribuição das frequências por classe diamétrica para os indivíduos arbóreos com $DAP \geq 10$ cm na Parcela ZP02.

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 nota-se que o número de indivíduos no centro de classe de diâmetro 32.5 cm e 37.5 cm é inferior ao centro de classe de diâmetro da classe 42.5 cm e 47 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. Para MASSUANGANHE (2013), este facto está relacionado com o abate de árvores no passado, sendo que algumas árvores que apresentaram grandes diâmetros no presente, não apresentavam diâmetros desejáveis ao corte naquela época. O mesmo facto pode também indicar a necessidade de fazer-se análises por espécie e não por conjunto de todos os indivíduos de uma população analisada.

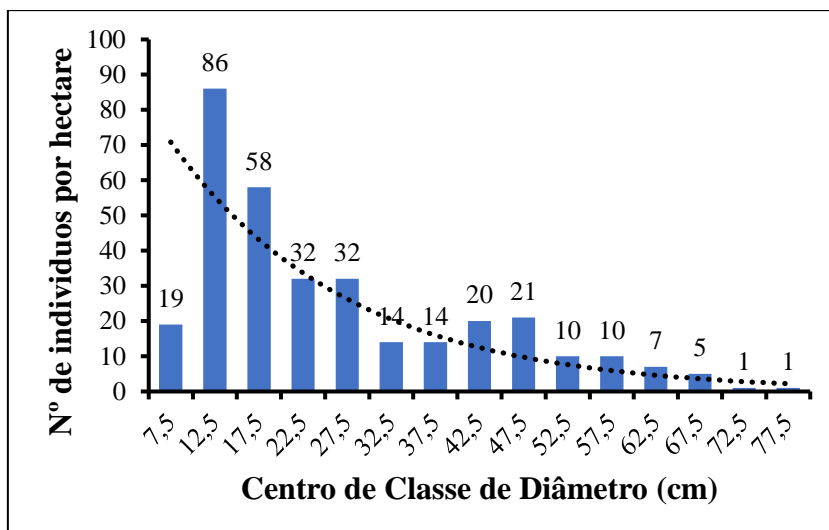


Figura 10 - Distribuição das frequências por classe diamétrica para os indivíduos arbóreos com $DAP \geq 5$ cm na Parcela ZP02.

Para além, da análise feita com indivíduos com $DAP \geq 10$ cm, foi feita a análise de distribuição diamétrica incluindo os indivíduos com $DAP \leq 5$ cm (figura 10), onde constatou-se um número reduzido de indivíduos pertencentes a classe diamétrica de 0 a 5 cm.

Esta irregularidade dos indivíduos das classes diamétricas, 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 antropogênicas 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

Da tabela 10 em concordância com a figura 11, observa-se que para a espécie *Albizia versicolor*, o maior número de indivíduos (3) encontra-se no centro de classe 12,5. *Brachystegia spiciformis* teve o maior número de indivíduos (15) no centro de classe 47,5. *Cleistanthus holtzii*, *Pseudolachnostylis maprouneifolia*, *Parinari curatellifolia*, *Millettia stuhlmannii*, *Phyllocosmus lemaireanus*, *Dalbergia nitudula* com 6,6,6,11, 13 e 18 indivíduos respectivamente pertencem ao centro de classe 12,5. Da tabela nota-se que, 12,5 é o centro de classe moda pois ocorre com maior frequência.

Em termos de ranking dos centros de classe, o centro de classe 12,5 com 86 indivíduos, seguido de centro de classe 17,5 com 58 indivíduos, 22,5 e 27,5 com 32

indivíduos cada e centro de classe 47,5 com 21 indivíduos perfazem 69% do total de indivíduos.

Tabela 10 - Número de árvores por centro de classe de diâmetro da Parcela ZP02

Espécies	Centro de classe de diâmetro (cm)															Total
	7.5	12.5	17.5	22.5	27.5	32.5	37.5	42.5	47.5	52.5	57.5	62.5	67.5	72.5	77.5	
<i>Albizia versicolor</i>	1	3	2	1		1		1				1				10
<i>Amblygonocarpus andongensis</i>		1	1	1												3
<i>Balanites pedicellaris</i>		1														1
<i>Brachystegia boehmii</i>					1	1	1	1								4
<i>Brachystegia spiciformis</i>			2	5	8	6	7	14	15	9	8	6	5	1	1	87
<i>Cleistanthus holtzii</i>		6	6	4	5				2							23
<i>Combretum mossambicensis</i>		2		1												3
<i>Dalbergia nitudula</i>	6	18	5	1	1											31
<i>Dalbergia obovata</i>		1	1													2
<i>Desconhecido</i>		1														1
<i>Diospyros loureiriana</i> <i>subsp. loureiriana</i>			1													1
<i>Diospyros mespiliformis</i>			1		1			1								3
<i>Diplorhynchus condylocarpon</i>		2	2	1												5
<i>Elaeodendron matabelicum</i>			2													2
<i>Havara rumbwa</i>		1			1	1	2									5
<i>Julbernardia globiflora</i>		1		1	1	2	2	2	2		1					12
<i>Millettia stuhlmannii</i>	1	11	7	4	2	2		1	1							29
<i>Mimusops obtusifolia</i>		4														4
<i>Mucolococe</i>		1														1
<i>Philenoptera bussei</i>		1	1													2
<i>Parinari curatellifolia</i>	2	6		2	3		1									14
<i>Pericopsis angolensis</i>	1	2	2	2	4		1		1	1						14
<i>Phyllocosmus lemaireanus</i>	3	13	11	5	1											33
<i>Pseudolachnostylis</i> <i>maprouneifolia</i>	1	6	5													12
<i>Pteleosopsis myrtifolia</i>			2	3												5
<i>Rothmannia engleriana</i>		1	1		1											3
<i>Schrebera trichoclada</i>		1														1
<i>Strychnos madagascariensis</i>		1	1													2
<i>Swartzia madagascariensis</i>	1	1	3													5
<i>Uapaca nitida</i>	3	1	1			1										6
<i>Xeroderis stuhlmannii</i>			1	1	3						1					6
Total	19	86	58	32	32	14	14	20	21	10	10	7	5	1	1	330

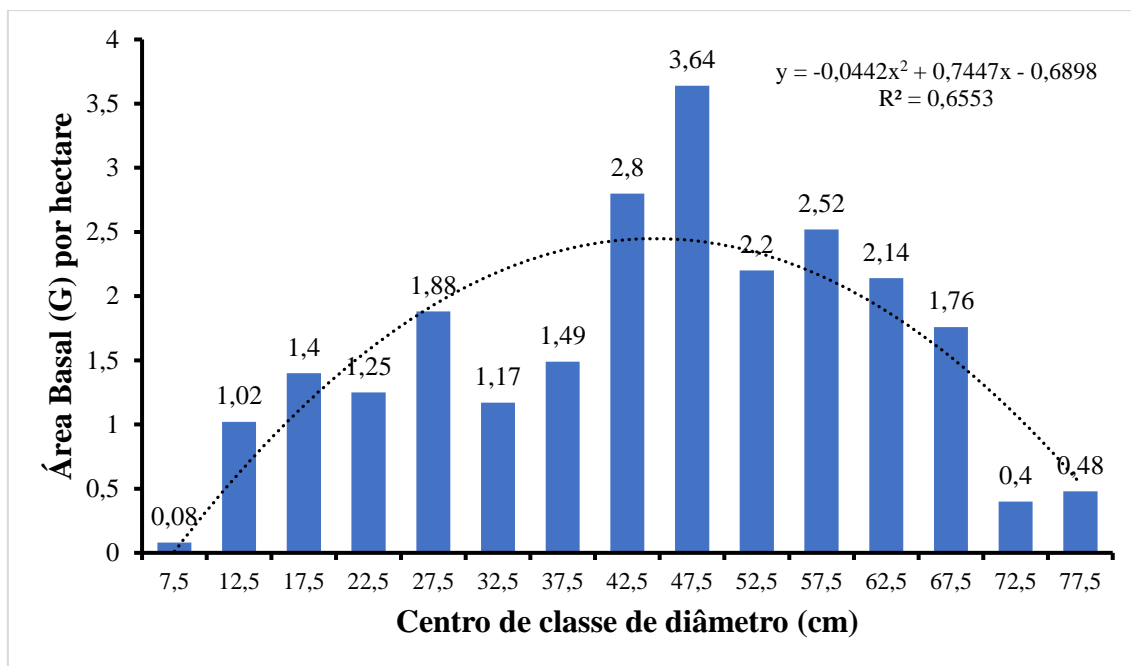


Figura 11 - Distribuição da área basal (m^2ha^{-1}) por centro de classe de diâmetro

A maior área basal foi obtida no centro de classe 47,5 e a menor no centro de classe de 7,5 cm (figura 11). O valor de R mostra que as variáveis X e Y se ajustam medianamente a amostra ou seja uma correlação média entre a variável centro de classe e a área basal.

Na figura 12 observa-se a variação das áreas basal nas subparcelas de (10 x 20) m de 0 a 1,5 m^2 . As subparcelas X₁₅, X₃₂ e X₃₄ apresentaram maiores áreas basal, como pode se verificar a tonalidade azul-claro e as subparcelas X₅, X₂₇, X₄₅ e X₄₇ apresentaram as menores áreas basais tendo apresentado a tonalidade azul-escura.

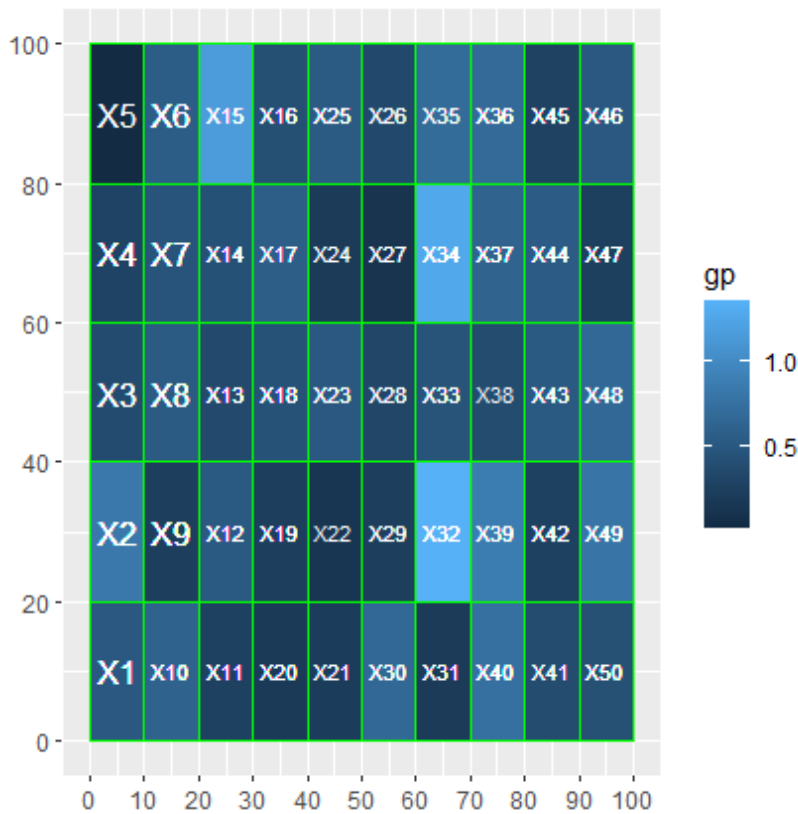


Figura 12 - Mapa de localização espacial indivíduos e da distribuição da área basal na parcela ZP02.

3.6 Estrutura Vertical

A análise da estrutura vertical consistiu na classificação da floresta em três estratos verticais considerando a altura total (HT) tais que: estrato inferior (EI)- com árvores de altura total $\leq 7,54\text{m}$; estrato médio- representado por árvores de altura total no intervalo entre $7,54\text{m} < \text{HT} < 23,2\text{m}$ e por fim o estrato superior com alturas totais $\geq 23,2\text{m}$. Nessas classes de altura, pode-se notar que cerca de 43 indivíduos representam o estrato inferior, o que corresponde a 13,03% do total de indivíduos encontrados em toda a parcela. Cerca de 182 são do estrato médio, correspondente a 55,16% e os restantes 105 indivíduos (31,81%) são representantes do estrato superior (figura 13).

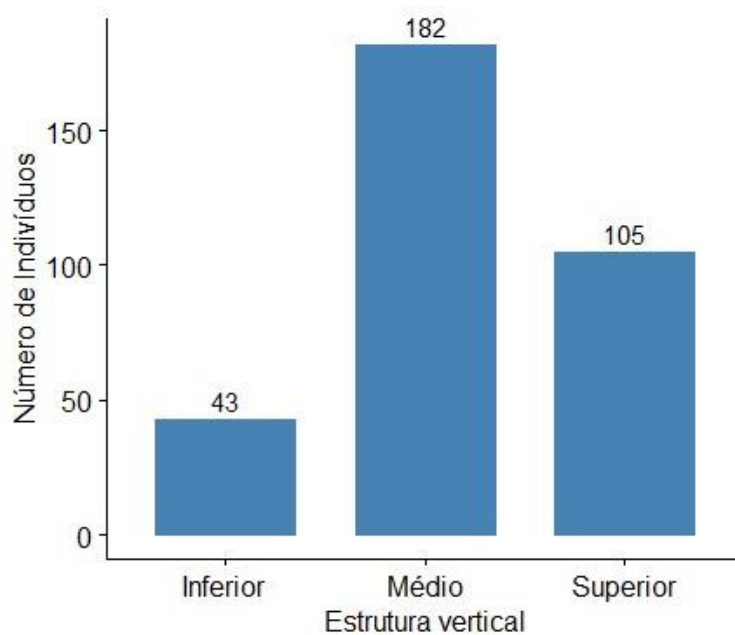


Figura 13 - Estrutura fitossociológica vertical da parcela ZP02, Parque Nacional do Gilé.

Uma análise sobre o estrato arbóreo do total de 31 espécies de árvores encontradas em toda parcela ZP02 mostrou o seguinte: 3 espécies estão representadas apenas no estrato inferior; 12 espécies possuem representantes apenas no estrato médio e 2 espécies se encontram nos estratos médio e superior. Enquanto, 12 espécies se encontram nos estratos inferior e médio e apenas 2 espécies aparecem nos 3 estratos (tabela 11). De entre o número de espécies acima apresentadas, a *Balanites pedicellaris*, *Desconhecido* e *Schrebera trichoclada* encontram-se apenas no estrato inferior. Enquanto no estrato médio encontram-se a *Combretum mossambicensis*, *Diospyros loureiriana subsp. loureiriana*, *Diospyros mespiliformis*, *Elaeodendron matabelicum*, *Havara rumbwa*, *Mimusops obtusifolia*, *Mucalocope*, *Mualafa*, *Pseudolachnostylis maprouneifolia*, *Pteleosopsis myrtifolia*, *Rothmannia engleriana* e *Uapaca nitida*.

Por outro lado, a *Brachystegia boehmii* e *Xeroderis stuhlmannii* encontram-se apenas nos estratos médio e superior. Nos estratos inferior e médio encontram-se a *Albizia versicolor*, *Amblygonocarpus andongensis*, *Cleistanthus holtzii*, *Dalbergia nitidula*, *Dalbergia obovata*, *Diplorhynchus condylocarpon*, *Millettia stuhlmannii*, *Parinari curatellifolia*, *Pericopsis angolensis*, *Phyllocosmus lemaireanus*, *Strychnos madagascariensis*, *Swartzia madagascariensis*. Por fim, nos três estratos podem ser encontradas apenas a *Brachystegia spiciformis* e *Julbernardia globiflora* (tabela 11).

A análise da Posição Sociológica Relativa (PSR) mostrou que as espécies *Brachystegia spiciformis*, *Millettia stuhlmannii*, *Dalbergia nitudula*, *Cleistanthus holtzii* foram as que se destacaram, com 46,65% do número total de PSR. Segundo PUNGULANHE (2020), 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 o mesmo autor, as espécies que são tolerantes a queimadas têm um crescimento (em altura) curto, estas dominam o estrato inferior ou médio e não contribuem para a formação das copas na floresta de miombo.

Ainda de acordo com o autor supracitado, a análise da estrutura vertical do miombo do PNAG está dividida em três estratos, a primeira compreende indivíduos com a altura de 1,3 a 3 metros, pertencem ao estrato inferior, e indivíduos com altura de 3,25 metros a 6 metros pertencem ao estrato médio e por último, os indivíduos com 6,25 metros até 40 metros pertencem ao estrato superior. Em todos os estratos as espécies que são dominantes pertencem a família Fabaceae (Tabela 11).

Tabela 11 - Estrutura sociológica vertical da parcela ZP02, Parque Nacional do Gilé.

Espécie	Estratos arbóreos						
	Inferior	Médio	Superior	PSA	PSR	QAF	QRF
<i>Albizia versicolor</i>	11.58	558.20	0.00	569.77	3.42	3.33	3.31
<i>Amblygonocarpus andongensis</i>	11.58	139.55	0.00	151.13	0.91	0.73	0.73
<i>Balanites pedicellaris</i>	11.58	0.00	0.00	11.58	0.07	0.48	0.48
<i>Brachystegia boehmii</i>	0.00	139.55	37.30	176.85	1.06	1.06	1.05
<i>Brachystegia spiciformis</i>	11.58	2581.67	913.83	3507.07	21.08	25.69	25.54
<i>Cleistanthus holtzii</i>	46.30	1325.72	0.00	1372.03	8.25	8.14	8.09
<i>Combretum mossambicensis</i>	0.00	209.32	0.00	209.32	1.26	1.16	1.15
<i>Dalbergia nitudula</i>	69.45	1325.72	0.00	1395.18	8.38	9.48	9.42
<i>Dalbergia obovata</i>	11.58	69.77	0.00	81.35	0.49	0.60	0.60
<i>Desconhecido</i>	11.58	0.00	0.00	11.58	0.07	0.13	0.12
<i>Diospyros loureiriana</i>							
<i>subsploureiriana</i>	0.00	69.77	0.00	69.77	0.42	0.20	0.20
<i>Diospyros mespiliformis</i>	0.00	209.32	0.00	209.32	1.26	1.44	1.43
<i>Diplorhynchus condylocarpon</i>	11.58	279.10	0.00	290.68	1.75	1.77	1.75
<i>Elaeodendron matabelicum</i>	0.00	139.55	0.00	139.55	0.84	0.96	0.95
<i>Havara rumbwa</i>	0.00	348.87	0.00	348.87	2.10	1.56	1.55
<i>Julbernardia globiflora</i>	11.58	348.87	111.90	472.35	2.84	3.97	3.95
<i>Millettia stuhlmannii</i>	92.60	1395.50	0.00	1488.10	8.94	8.42	8.37
<i>Mimusops obtusifolia</i>	0.00	279.10	0.00	279.10	1.68	1.09	1.08
<i>Mucalocope</i>	0.00	69.77	0.00	69.77	0.42	0.48	0.48
<i>Philenoptera bussei</i>	0.00	139.55	0.00	139.55	0.84	0.96	0.95

<i>Parinari curatellifolia</i>	11.58	767.52	0.00	779.10	4.68	5.18	5.15
<i>Pericopsis angolensis</i>	23.15	767.52	0.00	790.68	4.75	3.20	3.18
<i>Phyllocosmus lemaireanus</i>	34.73	1883.92	0.00	1918.65	11.53	9.31	9.25
<i>Pseudolachnostylis maprouneifolia</i>	0.00	767.52	0.00	767.52	4.61	4.44	4.41
<i>Pteleosopsis myrtifolia</i>	0.00	348.87	0.00	348.87	2.10	1.28	1.27
<i>Rothmannia engleriana</i>	0.00	209.32	0.00	209.32	1.26	0.87	0.87
<i>Schrebera trichoclada</i>	11.58	0.00	0.00	11.58	0.07	0.20	0.20
<i>Strychnos madagascariensis</i>	11.58	69.77	0.00	81.35	0.49	0.25	0.25
<i>Swartzia madagascariensis</i>	23.15	139.55	0.00	162.70	0.98	0.50	0.50
<i>Uapaca nitida</i>	0.00	209.32	0.00	209.32	1.26	1.44	1.43
<i>Xeroderis stuhlmannii</i>	0.00	348.87	18.65	367.52	2.21	2.30	2.29
Total	416.72	15141.16	1081.67	16639.55	100.00	100.61	100.00

Observação: PSA = posição sociológica absoluta, PSR = posição sociológica relativa, QFA = qualidade do fuste absoluta, QFR = qualidade do fuste relativa.

Considerando os aspectos relativos ao aproveitamento económico do fuste, em função da observação visual da forma e sanidade aparente, conforme explicado por HIGUCHI et al. (1985). A espécie *Brachystegia spiciformis* apresentou maior parâmetro de qualidade relativa de fuste, com cerca de 25,54%. De seguida, figuram as espécies *Dalbergia nitidula* e *Phyllocosmus lemaireanus* com 9,42 e 9,25% respectivamente. Em terceiro lugar, figuram as espécies *Millettia stuhlmannii* e *Cleistanthus holtzii* tendo apresentado 8,37 e 8,09% respectivamente.

3.7 Estrutura hipsométrica

Na figura 14 pode ser observada a distribuição dos indivíduos por classes de altura total correspondente à parcela ZP02. Na qual a maior frequência dos indivíduos encontra-se agrupados a partir da segunda classe (7 – 14) á terceira classe de alturas (21 – 28), representando 81,21% do total dos indivíduos inventariados. A classe 2 entre 7–14 metros de altura foi a classe que apresentou maior número de indivíduos, representando sozinha 42,24% do total.

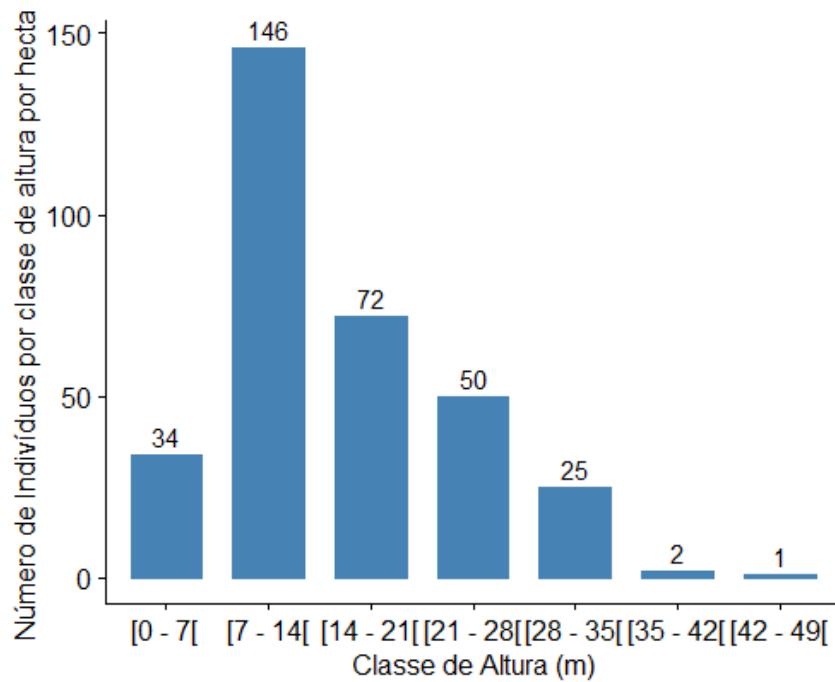


Figura 14– Distribuição das classes de altura dos indivíduos da parcela ZP02

Da análise efectuada por PUNGULANHE (2020), sobre as alturas dos indivíduos dentro do PNAG constatou-se que as alturas variam de 1,30m a 40m), com maior predominância (50% dos indivíduos) alturas situadas no intervalo entre os 5m a 10m, e poucos indivíduos (cerca de 2%) possuem altura superior aos 30 metros.

3.7.1 Relação hipsométrica em Multi-espécies

Olhando para a figura 15 da representação gráfica da relação hipsométrica, nota-se que os indivíduos de maiores alturas tendem a ser os de maior diâmetro e a tendência desta relação é positiva e medianamente forte. Observando o gráfico e a disposição de alguns dos “outliers” nos eixos, pode-se verificar a necessidade de estes indivíduos serem observados durante a monitoria para verificação da medição e/ou registo.

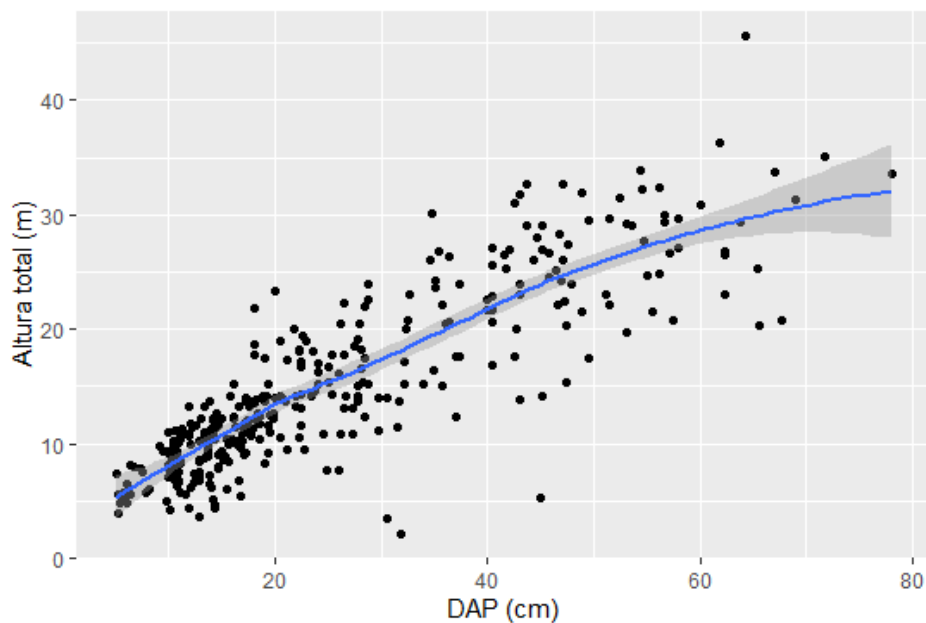


Figura 15 - Representação gráfica da relação hipsométrica, obtida através do modelo linear sobre os valores observados na parcela ZP02.

A figura 16 mostra a distribuição de DAP e altura total dos indivíduos encontrados na parcela ZP02, definido por coordenadas (x, y). A dimensão do círculo de cor preta é proporcional ao DAP, quanto maior o círculo maior é o DAP das árvores. A altura total é representada pela cor azul, onde a tonalidade azul-claro reflecte valores de altura total mais altas e a tonalidade azul-escuro reflectindo valores de altura total mais baixos.

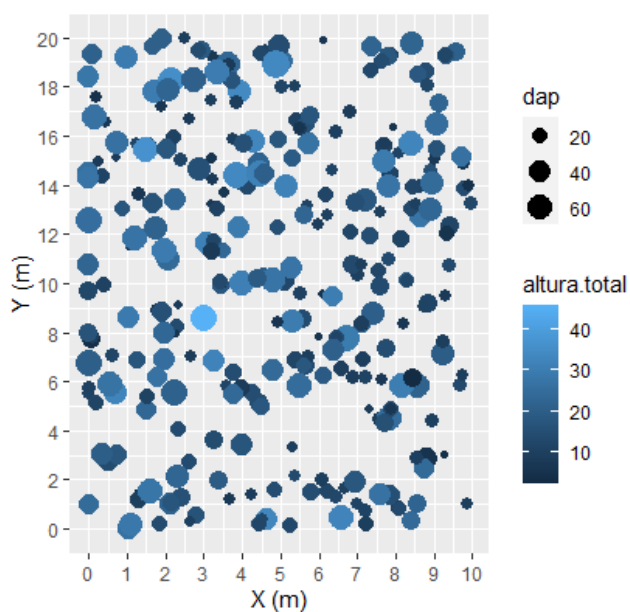


Figura 16 - Mapa de distribuição de diâmetro e altura dos indivíduos na parcela ZP02.

Na tabela 12 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 bom desempenho, com índice de bondade de ajustamento (R^2_{ajust}) na ordem de 72%, indicando que os modelos testados se ajustaram bem aos dados explicando mais de 70% da variação observada na variável resposta.

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.

Tabela 12 – Estatísticas do ajuste dos modelos NLME pelo método ML e ponderação dos resíduos.

Modelos	R^2_{ajust}	Mres	RMSE	AIC	BIC
Curtis	0,719	0,303	4,135	1799,62	1826,21
Naslund	0,746	0,083	3,940	1778,94	1805,53
Meyer	0,738	0,0015	3,994	1761,58	1788,18
Michailoff	0,715	0,335	4,171	1805,50	1830,09
Wykoff	0,638	0,033	3,238	1798,07	1824,66

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 12), sendo, portanto, o que melhor se ajustou aos dados. Apresentam-se de seguida a expressão do modelo não lineares simples com efeitos mistos:

$$\text{Meyer} \quad h = 1,3 + \beta_0 + a1(1 - e^{-\beta_1+a2*d})$$

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 13.

Tabela 13 - 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	41,41669	4,4169	<0,0001
β_1	0,01723	0,0023	<0,0001
Sd(a1)	0,002938		
Sd (a2)	0,0000092		
r (a1, a2)	-0,99		
σ^2	0,414 ²		
δ	0,686		

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

3.8 Padrão de distribuição espacial das espécies

O padrão de distribuição espacial de uma espécie refere-se à distribuição no espaço dos indivíduos pertencente à dita espécie (SOUZA, 2003). Já RODE *et al.* (2010) frisa que o padrão de distribuição espacial de uma espécie ou uma comunidade florestal é importante para conhecer os processos sucessionais e ecológicos que são fundamentais para a compreensão de um sistema florestal e, a partir disto, adoptar medidas de manejo para preservação ou conservação da floresta, como também embasar programas de recuperação.

Na Tabela 14 são apresentados os resultados das análises dos padrões de distribuição espacial das 23 (vinte e três) espécies as quais apresentaram mais de três indivíduos amostrados na parcela ZP02, determinados através dos índices de Payandeh, Hazen e índice de Morisita. Os indivíduos com baixa densidade, com apenas um ou dois indivíduos amostrados, não foram considerados para fins de cálculos.

Das espécies analisadas conforme se apresenta na tabela 14, 18 (78,26%) apresentam distribuição agrupada, 4 (17,39%) com padrão uniforme e 1 (4,35%) apresentou padrão espacial aleatório pelo índice de Payandeh, aproximando-se aos resultados encontrados pelo índice de Morisita, onde 19 (82,61%) das espécies apresentam distribuição agrupada, 4 (17,39%) uniformemente distribuídas e nenhuma espécie com distribuição aleatória. O índice de Hazen, apresentou cerca de 11 espécies (47,83%) com uma distribuição agrupada, 6 (26,09%) com tendência ao agrupamento e 6 (26,09%) com distribuição não agrupada.

Tabela 14 – Padrão espacial de algumas espécies florestais encontradas na parcela ZP02.

Espécies	Pi	IHi	IMi	Classificação		
				Pi	IHi	IMi
<i>Albizia versicolor</i>	1	50	1.1	AL	NA	A
<i>Amblygonocarpus andongensis</i>	1.6	80.3	16.7	A	A	A
<i>Brachystegia boehmii</i>	1.4	71	8.3	A	TA	A
<i>Brachystegia spiciformis</i>	0.9	42.3	0.9	U	NA	U
<i>Cleistanthus holtzii</i>	8.4	414	17.6	A	A	A
<i>Dalbergia nitudula</i>	2.3	112.5	3.1	A	A	A
<i>Diospyros mespiliformis</i>	3	147	50	A	A	A
<i>Diplorhynchus condylocarpon</i>	1.7	85	10	A	A	A
<i>Elaeodendron matabelicum</i>	2	98	50	A	A	A
<i>Havara rumbwa</i>	1.3	65	5	A	TA	A
<i>Julbernardia globiflora</i>	0.9	46.3	0.8	U	NA	U
<i>Millettia stuhlmannii</i>	1.5	72.7	1.8	A	TA	A
<i>Mimusops obtusifolia</i>	4	196	50	A	A	A
<i>Parinari curatellifolia</i>	1.5	71.7	2.7	A	TA	A
<i>Pericopsis angolensis</i>	0.9	43.1	0.5	U	NA	U
<i>Phyllocosmus lemaireanus</i>	2.5	123.1	3.3	A	A	A
<i>Pseudolachnostylis maprouneifolia</i>	1.1	54.7	1.5	A	NA	A
<i>Pteleosopsis myrtifolia</i>	0.9	45	0	U	NA	U
<i>Rothmannia engleriana</i>	1.6	80.3	16.7	A	A	A
<i>Strychnos madagascariensis</i>	2	98	50	A	A	A
<i>Swartzia madagascariensis</i>	1.3	65	5	A	TA	A
<i>Uapaca nitida</i>	1.6	77.3	6.7	A	A	A
<i>Xeroderis stuhlmannii</i>	1.2	60.7	3.3	A	TA	A

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

O estado de sanidade das espécies e/ou indivíduos é um indicador importante para tomada de medidas de manejo. Dentro da PAP, 126 indivíduos (40.5 %) foram considerados completamente sãos, 96 indivíduos (30.9 %) foram considerados danificados por efeito de relâmpagos, fogo ou acção animal, com possibilidade de recuperação, 54 indivíduos (17.4 %) foram considerados danificados por acção humana com existência de cavidades e possível estrangulamento por lianas e/ou epífitos, com fracas possibilidades de recuperação, 35 indivíduos (11.2%) foram considerados mortos (em pé ou tombada) (figura 17). De referir que a avaliação dos parâmetros qualitativos se restringiu à indivíduos com DAP maior ou igual a 10 cm.

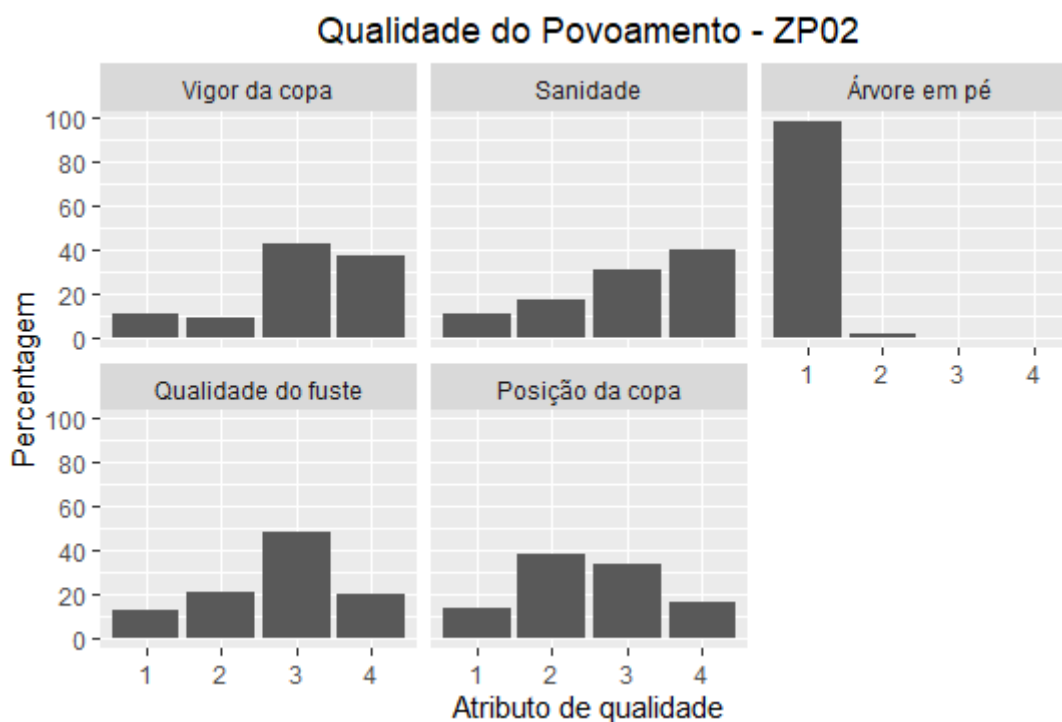


Figura 17 - Distribuição da proporção de vigor da copa, sanidade, qualidade de fuste e posição da copa dos indivíduos com DAP \geq 10 cm na ZP02.

Ao analisar de forma global, o estado da sanidade em relação as espécies existentes dentro da ZP02, nota-se que as espécies *Brachystegia spiciformis* (34.1%), *Dalbergia nitidula* (12.7%) e *Millettia stuhlmannii* (7.93%) são as que mais contribuíram para o estado de completa sanidade da PAP, totalizando 54.73 %. Estas são algumas das espécies que se destacaram pelos seus IVIs. Quanto as espécies que apresentam maior percentagem de árvores mortas, destacam-se a *Millettia stuhlmannii* (31.43%), *Pericopsis angolensis* (17.14%) e *Cleistanthus holtzii* (14.28%) totalizando 62.85 %

Quanto ao vigor da copa, 115 indivíduos (36.98 %) foram consideradas copas formando um círculo completo e projecção simétrica ao redor do fuste, 134 indivíduos (43.1 %) foram considerados com copas de círculo incompleto e distintivamente assimétrica; 27 indivíduos (8.7 %) foram considerados com copas severamente danificadas 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, 35 indivíduos (11.25%) foram considerados com copas mortas ou aparentemente mortas, mas o indivíduo mantém-se em pé.

Quanto a qualidade do fuste, 60 indivíduos (19.3 %) foram considerados com fuste recto, cilíndrico e sem defeito aparente, a uma Hc de 4 m e de ramificação posicionada a menos de 1/3 do topo da árvore, 149 indivíduos (47.9 %) foram considerados com 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, 63 indivíduos (20.3 %) foram considerados com fuste de forte tortuosidade; ou bifurcada a metade da sua Hc, 39 indivíduos (12.5 %) foram considerados com fuste com várias tortuosidades; ou em forma de espiral, presença de tumores e cavidades, fuste quebrado, rachado em qualquer posição; ou toíça com rebrotos.

Quanto a posição da copa, 49 indivíduos (15.8 %) foram considerados com copas emergentes (sem copas vizinhas) recebendo luz directa todo o dia, 105 indivíduos (33.8 %) foram considerados com toda a copa com luz directa incidente somente por cima, 117 indivíduos (37.6 %) foram considerados com toda a copa recebendo alguma luz (difusa) por cima ou dos lados e 40 indivíduos (12.9 %) foram considerados com toda a copa sem luz directa. Olhando para a figura 17, 98% das árvores estão em pé.

BIBLIOGRAFIA

- ANDRADE, A. C.; MANJATE, M. J.; MUACHAPEU, Y. N. A.; MALENÇO, D.M.; FÉLIX, A. (2021). Composição e estrutura de uma floresta ribeirinha em Unango, Norte de Moçambique. *Brazilian Journal of Development*, v.7, n. 8, p. 78440-78456.
- BANDEIRA, S.; BARBOSA, F.; BILA, N.; FERNANDES JUNIOR, F.A.; NACAMO, E.; MANJATE, A.M.; BYLA N; RIOS R; CAMARGO A. C; BANDEIRA S. O (2019). Associações de espécies arbóreas em um ecossistema de Miombo no Parque Nacional das Quirimbas (PNQ), Moçambique e Implicações para a sua conservação.
- COLPINI, C.; SILVA, V. S. M.; SOARES, T. S.; ASSUMPÇÃO, J. V. L.; CHIARANDA, R. (2011). Efeito da exploração na riqueza florística e diversidade em uma Floresta Ecotonal da região norte Mato-Grossense. *Revista Floresta*, v. 41, n. 2, p. 295-304.
- 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.
- 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.
- DURIGAN, M. E. (1999). *Florística, dinâmica e análise protéica de uma Floresta Ombrófila Mista em São João do Triunfo - PR*. Dissertação (Mestrado em Manejo Florestal) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 125p
- DUTTON, T.P., DUTTON, E.A.R. & A. BALSINHAS (1973). Preliminary ecological reconnaissance of the “Reserva Especial do Gilé” and the adjoining “Regime de Vigilancia”, District of Zambézia. Report for the “Servicio de Veterinaria de Moçambique”, Maputo.
- FERNANDES, A.; SOUSA, C.; MAFALACUSSER, J.; ALVES, T (2020). Manual para a Instalação e Monitoria de Parcelas de Amostragem Permanentes. Maputo: UEM-FNDS-IIAM.
- FINGER, C. A. G. (2006). *Biometria Florestal*. Universidade Federal de Santa Maria. Anotações de aula ordenadas em sequência lógica. Santa Maria, Brasil. 283 p.
- FINOL, U.H. (1971). Nuevos parametros a considerarse en el analisis estructural de las selvas virgines tropicales. *Revista Forestal Venezolana*, 14(21): 29-42.
- FUSARI, A., LAMARQUE, F., CHARDONNET, P., BOULET H, (2010) Reserva Nacional do Gile, Plano de Maneio (2012-2021), Maputo.
- GARCÍA, C., SUAREZ, C., DAZA, M. (2010). *Estrutura e Diversidad Florística dos Bosques Naturales* (Buenos Aires, DPTO Cauca, Colombia). Artículo de Reportede Casos, Faculdade de Ciências Agropecuárias, Vol 8, No. 1, 75-82p
- HIGUCHI, N.; JARDIM, F. C. S.; SANTOS, J.; ALENCAR, J. C. (1985). Bacia 3 - Inventário diagnóstico da regeneração natural. *Acta amazonica*, v. 15, n. 1-2, p. 199, 233.

- HOFIÇO, N. D., (2014). Suficiência amostral para uma floresta de miombo no Distrito de Mocuba, Província da Zambézia, em Moçambique. Dissertação de mestrado, Santa Maria, RS, Brasil. 87 pág.
- HOFIÇO, N. d., COSTA, E. A., FLEIG, F. D., NANVONAMUQUITXO, & ANTÓNIO, S. J. (2018). Regulation of the diametric structure of the Miombo Woodland using the De Liocourt method in Mozambique. *Nativa*, 407-414.
- IVANAUSKAS NM & RODRIGUES RR (2000). Similaridade Florística entre Áreas de Floresta Atlântica no Estado de São Paulo. *Revista brasileira de ecologia*.; 4:1-2: 71-81.
- JANKAUSKIS, J. (1990). Avaliação de técnicas de manejo florestal. Belém: SUDAM, 143 p.
- 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.
- LONGHI, S.J. (1980). A estrutura de uma floresta natural de *Araucaria augustifolia* (Bert) O. Ktze, no sul do Brasil. 198 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba.
- MAFAMBISSA, M. & RAFAEL, J. (2007). *Terrestrial Vegetation Assessment of the Quirimbas National Park Final report submitted to the Quirimbas National Park*. 37p.
- MAGALHÃES, T. M. (2018). *Inventário Florestal Nacional*. Maputo: Ministério Da Terra, Ambiente E Desenvolvimento Rural.
- MONTFORT, F., NOURTIER, M., GRINAND, C., MANEAU, S., MERCIER, C., ROELENS, J.-B., BLANC, L., 2021. Regeneration capacities of woody species biodiversity and soil properties in Miombo woodland after slash-and-burn agriculture in Mozambique 11Pag
- MUELLER-DOMBOIS, D., & ELLENBERG, H. (1974). Aims and Methods of vegetation ecology. In J. Wiley & Sons (Eds.), *Aims & Methods of Vegetation Ecology*.
- 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.
- PAIS, A. D. (2015). Efeito do Fogo na Estrutura e nos Padrões de Distribuição das Formações vegetais no Parque Nacional do Limpopo. *Tese de mestrado*. Maputo, Moçambique
- PIELOU, E.C. (1975). *Ecological diversity*. New York: John Wiley, 165 p.
- 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.
- RIBEIRO, N., SITOE, A. A., GUEDES, B. S., & STAISS, C. (2002). *Manual de silvicultura tropical*. Maputo, Moçambique: Faculdade de Agronomia e Engenharia Florestal.

- RODE, R., FILHO, F. A., MACHADO, S. A. & GALVÃO, F. (2010). Análise do padrão espacial de espécies e de grupos florísticos estabelecidos em um povoamento de *Araucaria angustifolia* em uma Floresta Ombrófila Mista no Centro-Sul do Paraná. *Floresta*, 40(2): 255-268.
- SILVA JÚNIOR, M.C. (1999). Composição florística, fitossociologia e estrutura diamétrica na mata de galeria do Monjolo, Reserva Ecológica do IBGE (RECOR), DF. *Boletim do Herbário Ezechias Paulo Heringer*, 4:30-45.
- SOUZA, A.L. (2003). Análise estrutural de floresta. Viçosa-MG, Universidade de Federal Viçosa. 47p. (Apostila).
- WHITE, F. (1983). The vegetation of africa. UNESCO. Paris, France.
- WILD, H. & G.L.A. BARBOSA (1967). Vegetation Map of the Flora Zambesiaca Area (1:250.000).
- 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.