

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

Sector de Florestas

**Relatório da Instalação e 1ª Medição da Parcela de Amostragem Permanente ZP03
no Parque Nacional do Gilé (PNAG)**



Maio de 2023

Relatório preliminar da instalação e 1ª Medição da Parcela de Amostragem Permanente ZP03 no Parque Nacional do Gilé (PNAG)

Autores:

Cremildo Riba Gouveia Dias, Papin Aurélio Mucaleque, Alberto Fernando Mussana, Jacinto Mirione Mafalacusser, Aristides Cassiano Mamba, Maria Angelina Ilhacoto, Munir Jussub, Fernando João Sualei e Liunelio Francisco Pinto.

Redacção:

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

Revisão:

Sérgio Simão João, Muri Soares, Edna Munjovo, Aristides Muhate

Fotos e ilustrações:

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

Coordenação: Unidade de MRV do Fundo Nacional de Desenvolvimento Sustentável

Equipa Técnica e funções

Tabela 1: Composição da equipa de trabalho

Nome do técnico	Funções
Alberto Fernando Mussana	Chefe da Equipa
Liunelio Francisco Pinto	Medidor de Alturas
Aristides Cassiano Mamba	Digitador de Dados
Papin Aurélio Mucaleque	Colector botânico
Maria Angelina Ilhacoto	Medidor de Distâncias
Cremildo Riba Gouveia Dias	Medidor de DAP
Jacinto Mirione Mafalacusser	Pedólogo
Fernando João Sualei	Pedólogo
Munir Jussub	Pedólogo

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 e/ou indirectamente apoiaram na actividade, o nosso muito obrigado.

ÍNDICE

1.	Introdução	8
2.	Metodologia.....	9
2.1.	Descrição da área de estudo	9
2.1.1.	Geomorfologia	10
2.1.2.	Clima.....	11
2.1.3.	Vegetação.....	13
2.2.	Alocação da PAP	14
2.2.1.	Aspectos gerais da PAP	14
2.2.2.	Determinação do ponto Principal.....	15
2.2.3.	Demarcação da parcela e medição de indivíduos	15
2.3.	Colecta de dados	16
2.3.1.	Colecta de amostras de solo	16
2.3.2.	Colecta de dados de indivíduos arbóreos e/ou arbustivos.....	19
2.4.	Processamento e análise de dados	19
2.4.1.	Composição florística	19
2.4.1.1.	Riqueza.....	19
2.4.2.	Estrutura horizontal.....	21
2.4.3.	Determinação da distribuição diamétrica.....	21
2.4.4.	Estrutura Vertical	22
2.4.7.	Relações hipsométricas	23
2.4.8.	Distribuição espacial das espécies de interesse.....	23
2.4.9.	Identificação botânica	25
2.4.10.	Análise qualitativa das árvores.....	26
3.	Resultados.....	27
3.1.	Caracterização da PAP.....	27

3.2.	Análise de solos	27
3.2.2.	Caracterização dos horizontes	28
3.3.	Composição florística	30
3.4.	Diversidade florística	32
3.5.	Estrutura horizontal.....	33
3.6.	Estrutura Vertical	36
3.7.	Estrutura hipsométrica	40
3.7.1.	Relação hipsométrica em Multi-espécies.....	41
3.8.	Distribuição diamétrica e da Área Basal.....	45
3.9.	Padrão de distribuição espacial das espécies	50
3.10.	Avaliação qualitativa.....	51
4.	CONSIDERAÇÕES FINAIS	54
5.	Bibliografia.....	55

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Mapa de localização do Parque nacional do Gilé e das PAPs.	10
Figura 2: Distribuição da precipitação ao longo do ano e o balanço hídrico da região.....	12
Figura 3: Muaca(<i>Pericopsis angolensis</i>) ponto de referência (PR) da parcela ZP03 e placa de identificação da PAP.	15
Figura 4: Modelo da parcela de amostragem permanente de 100 m x 100 m.	16
Figura 5: Representação gráfica de uma PAP, e os pontos de amostragem de solos.	17
Figura 6: Panorama paisagístico e a sondagem de referência (centro da PAP).	18
Figura 7: Estrutura fitossociológica vertical da parcela ZP03, Parque Nacional do Gilé.	37
Figura 8: Distribuição do índice de valor de importância ampliado (IVIA) das seis principais espécies amostradas na parcela ZP03.....	40
Figura 9: Distribuição das classes de altura dos indivíduos da parcela ZP03	41
Figura 10: Representação gráfica da relação hipsométrica, obtida através do modelo linear sobre os valores observados na parcela ZP03.....	42
Figura 11: Mapa de distribuição de diâmetro e altura dos indivíduos na parcela ZP03.....	43
Figura 12: Distribuição das frequências por classe diamétrica para os indivíduos arbóreos com $DAP \geq 5$ cm na Parcela ZP03.....	46
Figura 13: Distribuição da área basal por intervalos de classe.....	49
Figura 14: Distribuição da área basal na parcela ZP03.....	49
Figura 15: Distribuição da proporção de vigor da copa, sanidade, qualidade de fuste e posição da copa dos indivíduos com $DAP \geq 10$ cm na ZP03.....	52

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Composição da equipa de trabalho.....	iv
Tabela 2: Aspectos gerais da parcela	14
Tabela 3: Tipo e número de amostras colectadas na PAP ZP03	19
Tabela 4: Equações utilizadas nos cálculos dos índices de diversidade e equabilidade.....	20
Tabela 5: formulas dos parâmetros de estrutura horizontal para as espécies amostradas	21
Tabela 6: Funções matemáticas utilizadas na modelação da relação H-D na parcela.....	23
<i>Tabela 7: Caracterização dos horizontes do perfil do solo</i>	<i>28</i>
Tabela 8: Lista de espécies de plantas vasculares encontradas na parcela ZP03.	31
Tabela 9: Famílias e géneros encontrados na parcela ZP03.....	32
Tabela 10: índices da diversidade florística da parcela ZP03.	32
Tabela 11: estrutura horizontal de espécies arbóreas com $DAP \geq 10\text{cm}$ da parcela ZP03.	33
Tabela 12: Estrutura horizontal de espécies arbóreas com $10\text{ cm} > DAP > 5\text{cm}$	36
Tabela 13: Estrutura sociológica vertical da parcela ZP03.	38
Tabela 14: Estatísticas do ajuste dos modelos NLME pelo método ML e ponderação dos resíduos.	44
Tabela 15: Estimativa dos parâmetros, erro padrão e p-valores de ajuste do principal modelo de relação hipsométrica.....	45
Tabela 16: Número de árvores por centro de classe e diâmetro da parcela ZP03.....	47
Tabela 17: Padrão espacial de algumas espécies florestais encontradas na PAP ZP03.	51

1. INTRODUÇÃO

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

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

- 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 teledeteção espacial.

2. METODOLOGIA

2.1. Descrição da área de estudo

A parcela de amostragem permanente ZP03 foi estabelecida dentro dos limites do Parque Nacional do Gilé. O Parque Nacional do Gilé (PNAG) está situado na parte nordeste da província da Zambézia, entre os distritos de Pebane (60% da área do PNAG), o segundo maior distrito da província e distrito de 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 (Figura 1) (Pungulanhe, 2020).

O Parque Nacional do Gilé (PNAG) cobre uma área de 2.861 km², com uma Zona tampão (ZT) de 1.671 km². E foi 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).

Os seguintes cursos de água delimitam os sectores Norte, Oeste e Leste do PNAG:

- 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 410 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 (incluindo a sua densidade), relevo. 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).

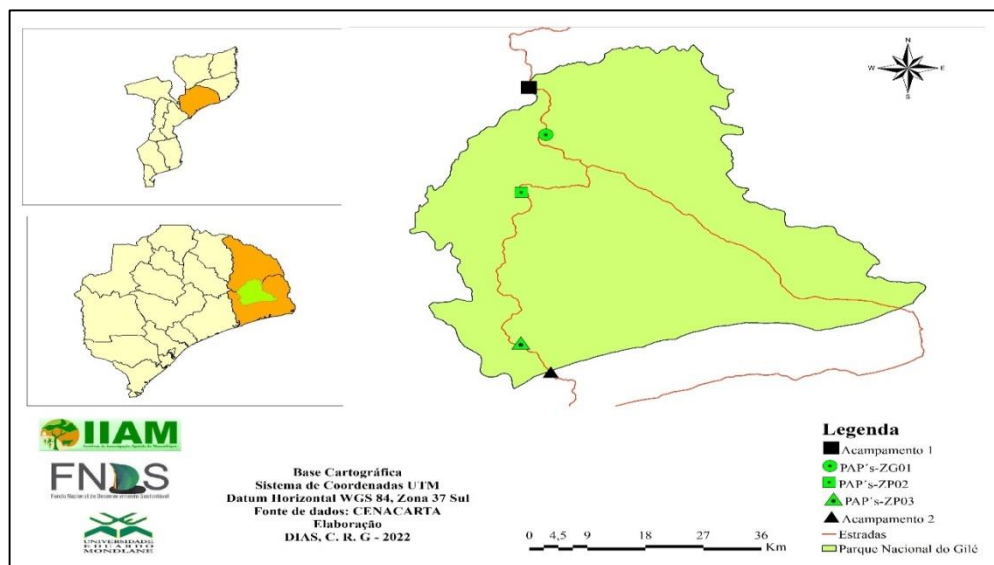


Figura 1: Mapa de localização do Parque nacional do Gilé e das PAPs.

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 cujas distribuições são bastante irregulares 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 os solos argilosos avermelhados 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).

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 cujas distribuições são bastante irregulares 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 os solos argilosos avermelhados 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) à 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. Por outro lado, a época chuvosa não apresenta uma variação menos acentuada das temperaturas.

Em geral, e segundo a Figura abaixo (figura 2), a precipitação acumulada anual (média de 27 anos) é de 1.152,0 mm na estação meteorológica de referência (Nametil) 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 ocorrem no período de Dezembro de um ano à Março do ano seguinte. O mês de Janeiro regista a precipitação mais elevada (um pouco mais de 262 mm).

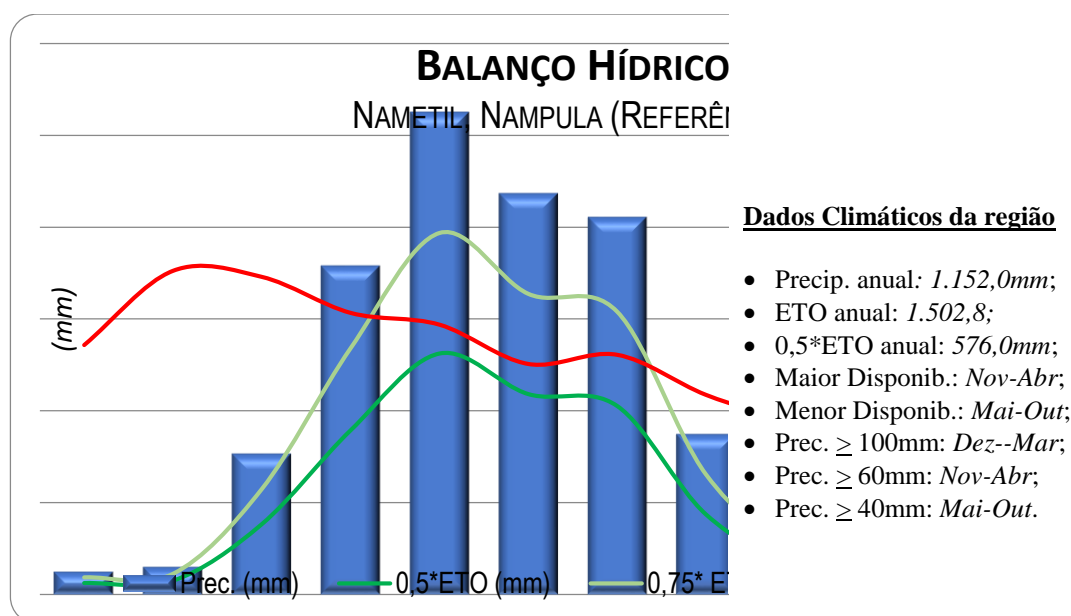


Figura 2: Distribuição da precipitação ao longo do ano e o balanço hídrico da região.

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.

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 sobre-exploração em todo o país.

De acordo com a classificação de Fusari *et al.* (2010), as tipologias florestais mais dominantes no PNAG são florestas semi-decíduas abertas com uma área de cerca de 47.36%.

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*, *Brachystegiaboehmii* 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 Zambeziac 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. Alocação da PAP

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 ZP03). A estratificação foi feita utilizando os tipos florestais de Moçambique, do mapa de cobertura florestal 2016.

2.2.1. Aspectos gerais da PAP

A parcela ZP03 tem as seguintes características gerais:

Tabela 2: Aspectos gerais da parcela

Código da parcela	ZP03	
Coordenadas	Y: 164520,6	X: 381342,3
Declinação Magnética	-9,64	
Altitude	105 m	
Tipo de vegetação	FSDIM	
Período de instalação e medição	31 de Outubro a 13 de Novembro de 2021	
Área de levantamento	Parque Nacional de Gilé/ Localidade de Mulela	

2.2.2. Determinação do ponto Principal

O ponto principal (PP) previamente escolhido para a ZP03 não cumpriu os requisitos estabelecidos no ‘manual para a instalação e monitoria de parcelas de amostragem permanentes, devido a sua falta de acessibilidade e houve a necessidade de mudar-se de PP para um PP alternativo constante na grelha. 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), para além de dificuldades de acesso.

Assim, o PP da PAP ZP03 foi deslocado cerca de 250m para que a parcela não caísse dentro de uma área totalmente queimada (pelos motivos acima referidos). O ponto de referência (PR), que neste caso, trata-se de uma árvore da espécie *Muaca (Pericopsis angolensis)* dista 23.8 m do ponto principal (Figura 3). O Ponto de referência foi sinalizado e pintado a vermelho com o código PR.



Figura 3: *Muaca (Pericopsis angolensis)* ponto de referência (PR) da parcela ZP03 e placa de identificação da PAP.

2.2.3. Demarcação da parcela e medição de indivíduos

Para a demarcação desta parcela, usou-se o Trupulse calibrado com a declinação magnética de $-9,64^{\circ}$. Na sequência, foi demarcada a primeira linha principal considerando o eixo Y, com a orientação SUL – NORTE. Com a fita métrica (de 100 metros) foram fixadas e alinhadas estacas com espaçamento de 20, numa distância de 100 metros.

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

Deste modo, a parcela com o tamanho de 1 hectare (100 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 com DAP ≥ 10 cm e nas subparcelas X₉, X₁₈, X₂₇, X₃₆ e X₄₇ foram medidos também indivíduos com DAP entre 5 e 10 cm (Figura 4).

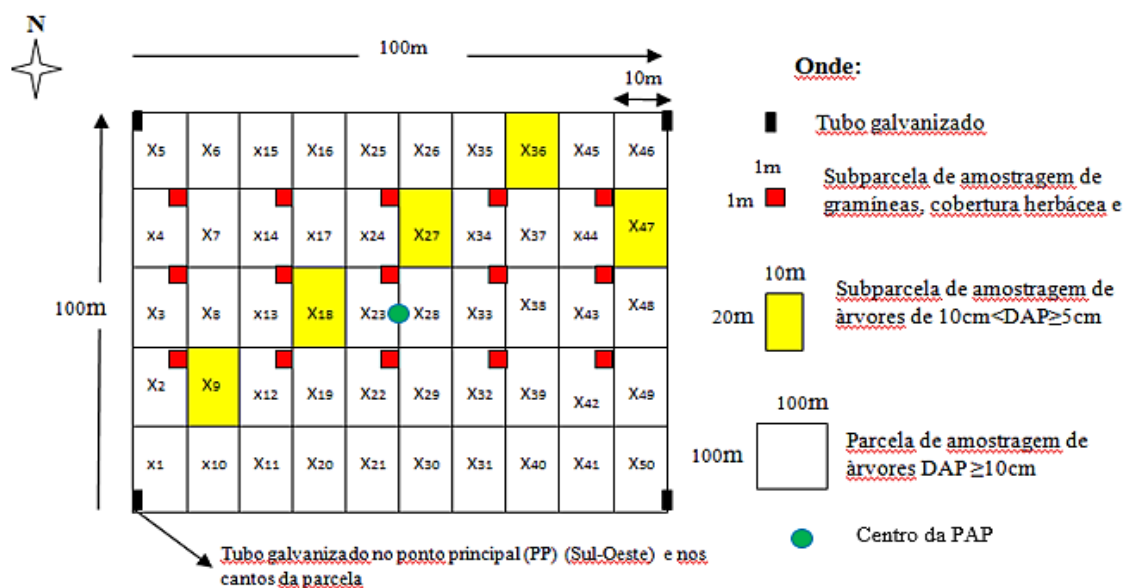


Figura 4: Modelo da parcela de amostragem permanente de 100 m x 100 m.

2.3. Colecta de dados

2.3.1. Colecta de amostras de solo

A metodologia de trabalho para a descrição de solos e recolha de amostras é aquela descrita no Suplemento "Guião para colheita de amostras de solos nas parcelas de

amostragem permantes" (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, e, d, conforme ilustrado na figura 5), 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.

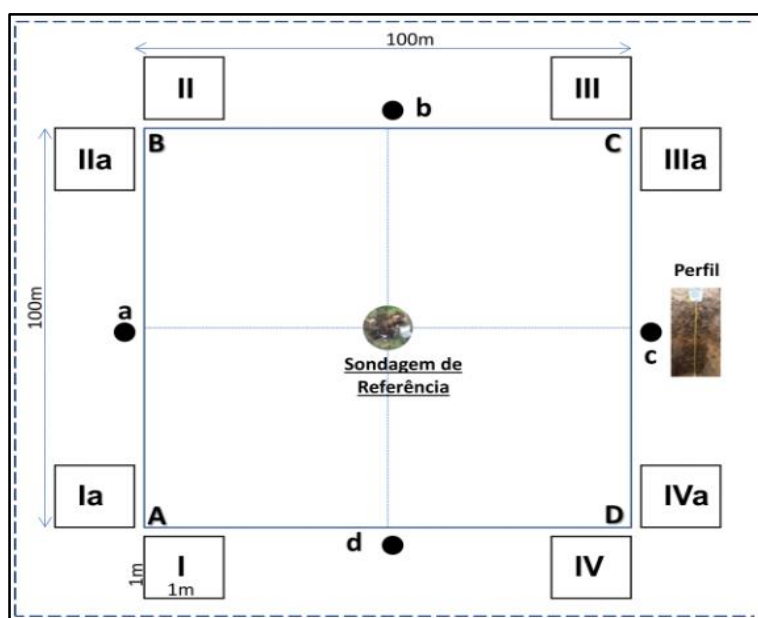


Figura 5: Representação gráfica de uma PAP, e os pontos de amostragem de solos.

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. Os perfis foram abertos na latitude 16° 45' 18,9" Sul e longitude 38° 13' 41,8" Este; à uma altitude de 107 m.

A amostragem nos perfis foi feita em função das camadas identificadas e dois tipos de amostras foram colectadas, as não perturbadas, estas para a determinação da densidade e as perturbadas para as análises das propriedades físicas e químicas do solo;

enquanto que nos mini-perfis foram colectados os detritos orgânicos (uma amostra composta) nos 4 cantos, isto é, nas subparcelas I, II, III e IV, 3 amostras perturbadas compostas em três profundidades nomeadamente 0-10; 10-20 e 20-30 cm de profundidade, e 12 amostras não perturbadas, sendo 3 em cada mini-perfil nas mesmas profundidades. As amostras foram devidamente identificadas (código da PAP, localidade, distrito, profundidade, etc.), transportadas e submetidas às devidas análises especializadas no laboratório de solos do IIAM.

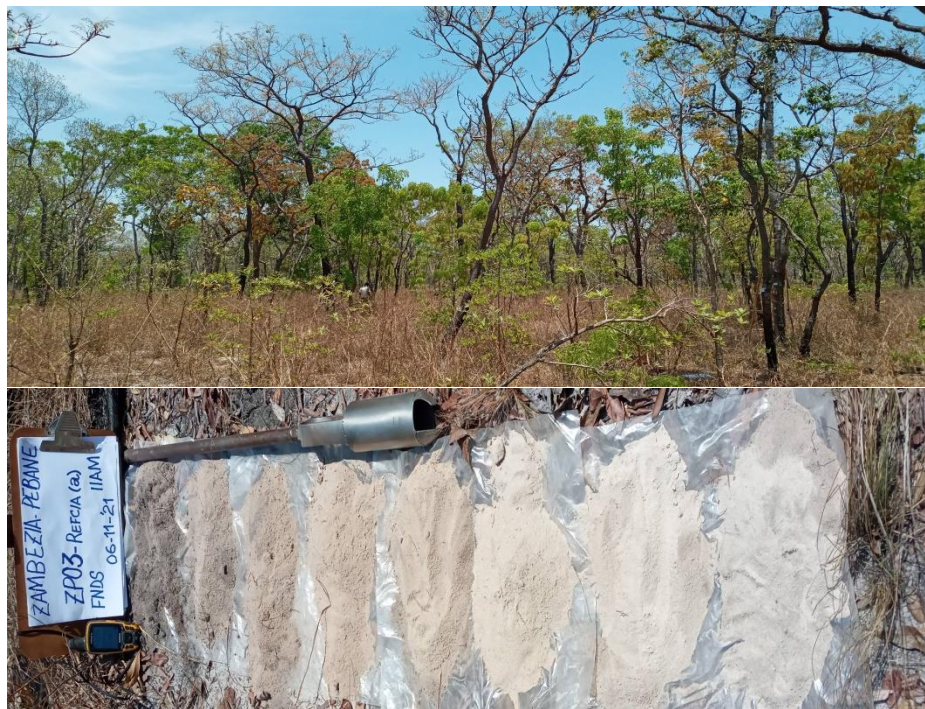


Figura 6: Panorama paisagístico e a sondagem de referência (centro da PAP).

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 fundamental na distribuição do sistema radicular das plantas e permitir o cálculo do estoque de carbono e identificação da unidade de solo. Até ao momento da redacção do presente relatório, os dados laboratoriais ainda não estavam disponíveis.

A tabela 1, mostra de forma resumida, os tipos de amostras colectadas na PAP ZP03, tanto no perfil do solo, assim como nos mini-perfis (I, II, III, IV).

Tabela 3: Tipo e número de amostras colectadas na PAP ZP03

Objecto de amostragem	Tipos de amostras colectadas			
	Perturbadas	Não perturbadas	Detritos orgânicos	Lençol freático
PAP- ZP03				
Perfil	5	5	0	0
Mini-perfis (I,II,III,IV)	3	12	1	0
Total	8	17	1	0

2.3.2. Colecta de dados de indivíduos arbóreos e/ou arbustivos

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

2.4. Processamento e análise de dados

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

2.4.1. Composição florística

2.4.1.1. Riqueza

A riqueza arbórea considera-se que a amostra atingiu a suficiência amostral, quando ocorre uma estabilização no número de espécies encontradas com o aumento no número de parcelas (patamar). No entanto, em florestas tropicais esse patamar

difficilmente é encontrado, pois a diversidade de espécies nessas regiões é elevada, sendo que quanto maior o esforço amostral, mais espécies serão registradas (SCHILLING & BATISTA, 2008).

2.4.1.2. 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), Coeficiente de mistura de Jentsh (QM) e riqueza de espécies (S). Para o cálculo da riqueza de espécie baseou-se no número total de espécies das subparcelas, para tal, construiu-se uma tabela para valores de espécies observadas e o, número de individuo de cada espécie. Para o índice de diversidade de Shannon-Weaver quanto maior for o valor do índice, maior será a diversidade florística da área em estudo. Os valores da dominância de Simpson varia de 0 (zero) a 1 (um), e quanto mais próximo de 1 (um) maior será a diversidade da comunidade. Para a equabilidade de Pielou, quanto maior o valor de J , maior será a diversidade florística da área em estudo, apresentando amplitude de 0 (uniformidade mínima) e 1 (uniformidade máxima). As fórmulas usadas para calculo de cada diversidade estão descritas na Tabela 4.

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

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

2.4.2. Estrutura horizontal

As variáveis dendrométricas das espécies registradas na parcela ZP03 permitiram calcular a frequência, abundância, dominância em forma de valores absolutos e relativos. Para calcular a importância ecológica (IVI) de cada espécie dentro da parcela ZP03, combinou-se os parâmetros relativos de estrutura horizontal nomeadamente, a frequência, abundância e dominância por meio do índice de valor de importância (IVI) e índice de valor de cobertura (IVC) (Müeller-Dombois; Ellenberg, 1974), descritos na Tabela 5.

Tabela 5: formulas dos parâmetros de estrutura horizontal para as espécies amostradas

Parâmetro	Abrev.	Fórmula	Unidade
Frequência absoluta	FA	$FA_i = p_i/P_t * 100$	%
Frequência relativa	FR	$FR_i = FA_i / \sum_{i=1}^S FA_i * 100$	%
Abundância absoluta	ABA	$ABA_i = n_i/A$	n.ha ⁻¹
Abundância relativa	ABR	$ABR_i = ABA_i / \sum_{i=1}^S ABA_i * 100$	%
Dominância absoluta	DoA	$DoA_i = G_i/A$	m ² .ha ⁻¹
Dominância relativa	DoR	$DoR_i = DoA_i / \sum_{i=1}^S DoA_i * 100$	%
Índice de valor de importância	IVI	$IVI_i(\%) = ABR_i + DoR_i + FR_i$	%
Índice de valor de cobertura	IVC	$IVC_i(\%) = ABR_i + DoR_i$	%
Índice de valor de importância ampliado	IVIA	$IVIA_i(\%) = IVI_i + PSR_i$	%

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

2.4.3. Determinação da distribuição diamétrica

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

2.4.4. Estrutura Vertical

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

2.4.5. Posição sociológica

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

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

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 jésima 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:

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

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.

2.4.6. Estrutura interna

Partindo do mesmo conceito de posição sociológica, pode-se analisar a distribuição dos indivíduos e das espécies frente a outros agrupamentos. A estrutura interna da floresta avalia essa distribuição com relação a grupos que indicam a qualidade

do fuste e complementa a análise estrutural da floresta, sendo um indicador do valor económico da floresta. A estrutura interna da floresta é determinada com o emprego da seguinte expressão:

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

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

2.4.7. Relações hipsométricas

No inventário florestal, a relação hipsométrica pode ser usada para fornecer as alturas das árvores com base na medição apenas do diâmetro. A relação hipsométrica, ou relação entre o diâmetro e altura das árvores, é regulada geneticamente 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) da parcela ZP03 foram utilizados modelos não lineares amplamente divulgados na literatura florestal. Os modelos utilizados nos ajustes das equações estão compilados na Tabela 6.

Tabela 6: Funções matemáticas utilizadas na modelação da relação H-D na parcela.

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

h: altura total das árvores (m); d: diâmetro à altura do peito (cm); β₀, β₁, β₂: 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.

2.4.8. Distribuição espacial das espécies de interesse

Para avaliar a distribuição espacial das espécies na área de estudo foram utilizados os índices de dispersão de Payandeh (Pi), Hazen (IH_i) e Morisita (IM_i).

Para o índice de Agregação de Payandeh, a classificação do padrão de distribuição espacial dos indivíduos obedece a seguinte escala: $P_i < 1$ (distribuição aleatória); $1 \leq P_i \leq 1,5$ (tendência ao agrupamento) e $P_i > 1,5$ (distribuição agregada ou agrupada). As espécies com menos de dois indivíduos nas amostras foram desconsideradas por apresentarem sempre distribuição não-agrupada (Nascimento *et al.*, 2001; Watzlawick *et al.*, 2011; Andrzejewski *et al.*, 2019). 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 das espécies entre as parcelas; M_i = média do número de indivíduos da espécie.

O método de Hazen faz uso de relação:

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

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

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

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

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

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

Se $IM_i = 1,0$, infere-se que a i -ésima espécie tem padrão de distribuição espacial aleatório; se $IM_i < 1,0$, 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.

2.4.9. Identificação botânica

Em cada subparcela, as espécies colectadas foram identificadas pelos seus nomes locais e científicos provisórios, descritas suas características, etiquetadas, prensadas e posterior secagem em campo. No caso do desconhecimento deles, devido à falta de material botânico ou por serem espécies menos conhecidas pelos técnicos e/ou população local, o 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. Para a identificação dos indivíduos arbóreos em campo, usou-se o manual ‘Trees and Shrubs of Mozambique’ (Burrows *et al.*, 2018)

Quanto aos indivíduos mortos, não foi possível a sua colheita, mas foram identificadas em campo o nome provisório com ajuda dos guias locais (pisteiros) e para o caso das que se encontravam na mesma base com outras vivas utilizava-se o exemplar da espécie viva para servir como amostra.

Para as espécies impossíveis de colher o material botânico devido à altura das árvores, tomou-se como base as árvores da mesma espécie previamente colhidas e com o auxílio de um par de binóculos observou-se atentamente a disposição e forma das folhas. Das árvores nem sempre possíveis de alcançar as folhas destacaram-se a *Brachystegia boehmii*, *Parinari curatellifolia* e *Julbernardia globiflora*. Por outro lado, as espécies *Pterocarpus angolensis*, *Burkea africana* e *Annona senegalensis* apresentaram-se sempre sem folhas e frutos, e isso se deve a características caducifolias das mesmas.

2.4.10. Análise qualitativa das árvores

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

3. RESULTADOS

3.1. Caracterização da PAP

Esta parcela está a cerca de 50 km da vila de Magica, e 8 km do Posto de fiscalização de Mulela, numa floresta semi-decídua, e está a cerca de 250 m da estrada. Esta parcela apresenta fechamento de dossel com espécies do género *Brachystegia* e *Dalbergia* sendo as dominantes. 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 graminal está na ordem de 40 à 80% e o understory é dominado pelas mesmas espécies que ocorrem no estrato alto.

3.2. Análise de solos

O solo da PAP ZP03 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 ocorrendo num pedimento. O material de origem na PAP é rocha meteorizada '*in situ*' sobre rocha sedimentar derivada da rocha ígnea ácida. 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 na ZP03 são profundos (100-150 cm) à muito profundos (> 150 cm).

3.2.1. Descrição do perfil

ZP03-PAP

Código do perfil: ZP03-PAP	Data: 08 de Novembro de 2021.
Unidade de solos: Ab (solo arenoso esbranquiçado).	Coordenadas: 16° 45' 18.9''S e 38° 13' 41.8''E
Área de levantamento: Localidade e P. Ad. de Mulela.	Altitude: 107m
Localização: Localidade e Posto. Ad. de Mulela, Distrito de Pebane, Província da Zambézia, PNAG.	
Autores: Munir Jussub, Fernando Sualei, Jacinto Mafalacusser.	Nome local do solo: <i>mitaka</i>
Classificação WRB 2014: Albic arenosol.	Topografia: Quase plana (0,5 – 2%).
Classificação USDA: <i>Ustoxic Quatzipsaments</i> .	Fisiografia: Pedimento.
Uso de terra: Reserva florestal / fauna bravia.	Elemento fisiográfico: Interflúvio.
Culturas: Sem culturas.	Posição: Parte intermédia do declive.
Influência humana: Sem.	Declive: Classe 2 (1 a 2%); Forma: Directa.
Vegetação: Floresta aberta.	Micro-topografia: Irregular.
Cobertura de capim: 2 (40-80%).	Afloramento de rochas: Sem.
Material de origem: Depósitos eólicos consolidados.	Pedras superficiais: Sem (0%).
Drenagem: Lig. excessiva (Rápida / Escoamento lento).	Lençol freático: Não observado.
Inundação: Sem.	Humidade: Seco até 160+cm.
Profundidade efectiva: Muito profundo.	Erosão: Sem erosão de posição.

Bacia hidrográfica: Ligonha.

Selagem/crosta: Sem.

Observações/Anotações: Colectadas 5 amostras (0-11cm; 11-48cm; 48-93cm; 93-125cm; 125-160cm).

3.2.2. Caracterização dos horizontes


Conceito central: os solos arenosos esbranquiçados 'albicós' são predominantemente de textura grosseira. No diagrama de cores, estes variam de **7.5YR** para **10YR**: 5-6-7-8/3-2-1. São profundos a muito profundos excessivamente bem drenados.

Variação das características:

- O horizonte A é ócríco; tem 10-30 cm de espessura; cinzento-alaranjado, castanho muito escuro, castanho-acinzentado muito escuro, castanho-acinzentado, castanho-acinzentado escuro, castanho, cinzento muito escuro, castanho-escuro, castanho-amarelado escuro; arenoso a arenoso-franco, grãos simples ou massivo, ou fraco, fino a médio, anisoforme subangular; solta a branda, muito friável, não pegajosa e não plástica; sem efervescência.
- O horizonte Bw, alcança uma profundidade mais de 1,7 m; castanho, cinzento-acastanhado claro, cinzento-alaranjado; cinzento; branco; cinzento claro, castanho acinzentado; castanho-pálido; arenoso; massivo, fraco, fino à médio, anisoforme subangular; solto a branda, muito friável, não pegajosa e não plástica; sem efervescência.

Tabela 7: Caracterização dos horizontes do perfil do solo

Horizonte	Prof. (cm)	Descrição
A	0-11	Cinzento escuro (10YR 4/1) quando seco e preto (10YR 2/1) quando húmido; sem manchas; arenosa; grãos simples, fraca, anisoforme subangular; branda quando seco e muito friável quando húmido, não pegajosa e não plástica quando molhado; sem películas; sem cimentação e/ou compactação; muitos poros muito finos e finos; sem fragmentos rochosos; sem nódulos minerais; sem efervescência; poucas cavidades não especificadas; muitas raízes muito finas e comuns médias; limite nítido e plano; (1ª amostra: ZP03-1: 0-11).

AB	11-48	<p>Cinzento (10YR 6/1) quando seco e castanho acinzentado escuro (10YR 4/2) quando húmido; sem manchas; arenosa; grãos simples, fraca, anisoforme subanguloso; branda quando seco e muito friável quando húmido, não pegajosa e não plástica quando molhado; sem películas; sem cimentação e/ou compactação; muitos poros muito finos e finos; sem fragmentos rochosos; sem nódulos minerais; sem</p>	
Bw1	48-93	<p>efervescência; poucas cavidades não especificadas; muitas raízes muito finas e comuns médias; limite gradual e ondulado; (2ª amostra: ZP03-2: 11-48).</p>	<p>Cinzento claro (10YR 7/2) quando seco e castanho (10YR 5/3) quando húmido; sem manchas; arenosa; grãos simples, fraca, anisoforme subanguloso; branda quando seco e muito friável quando húmido, não pegajosa e não plástica quando molhado; sem películas; sem cimentação e/ou compactação; muitos poros muito finos e finos; sem fragmentos rochosos; sem nódulos minerais; sem efervescência; poucas cavidades não especificadas; comuns raízes muito finas e finas; limite difuso e plano; (3ª amostra: ZP03-3: 48-93).</p>
Bw2	93-125	<p>Branco (10YR 8/1) quando seco e cinzento claro (10YR 7/2) quando húmido; sem manchas; areia grossa; grãos simples, fraca, anisoforme subanguloso; branda quando seco e muito friável quando húmido, não pegajosa e não plástica quando molhado; sem películas; sem cimentação e/ou compactação; muitos poros muito finos e finos; sem fragmentos rochosos; sem nódulos minerais; sem efervescência; sem fenômenos biológicos; comuns raízes muito finas e finas; limite difuso e plano; (4ª amostra: ZP03-4: 93-125).</p>	
Bw3	125-160	<p>Branco (10YR 8/1) quando seco e cinzento claro (10YR 7/2) quando húmido; sem manchas; areia grossa; grãos simples, fraca anisoforme subanguloso; branda quando seco e muito friável quando húmido, não pegajosa e não plástica quando molhado; sem películas; sem cimentação e/ou compactação; muitos poros muito finos e finos; sem fragmentos rochosos; sem nódulos minerais; sem efervescência; sem fenômenos biológicos; sem raízes; (5ª amostra: ZP03-5: 125-160).</p>	

3.3. Composição florística

3.3.1. Riqueza de espécies

Para a presente parcela foram colhidos 70 espécimes do total de 309 indivíduos medidos na parcela. Como resultado desta colheita foram identificados 296 indivíduos pelos seus nomes científicos (95.7% do total dos indivíduos com DAP \geq de 5 cm) que representam 28 espécies e 308 indivíduos pelos seus nomes científicos e vernaculares representando 31 espécies e 99.6 % do total de indivíduos. Dos 13 indivíduos até então não identificados cientificamente, 12 foram identificados pelos seus nomes vernaculares e dentre estes, 10 (correspondentes à uma espécie) teve o seu espécimen colhido.

A Tabela 8 apresenta a lista de plantas vasculares identificadas até ao presente momento.

Dos 70 espécimes colhidos, juntando à identificação em campo de indivíduos impossíveis de colher exemplar botânico, foram identificadas um total de 31 espécies de plantas vasculares (cientificamente e vernacularmente), pertencentes a 10 famílias botânica, sendo a família Fabaceae a mais destacada com maior número de espécies (12) bem como maior número de indivíduos (202), e o género *Brachystegia* foi o género com maior número de indivíduos (60). Das espécies da família Fabaceae, as subfamílias Caesalpinioideae e Papilionoideae tiveram 146 e 56 indivíduos, respectivamente (Tabela 8 e 9).

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 géneros e famílias poderá aumentar assim que atribuir-se nomes científicos as espécies " *Murotxo mutocotoco*, *Namucori* e *Mutxocowa*". Outras famílias de destaque em termos de número de indivíduos são Chrysobalanaceae com 28 indivíduos, Phyllanthaceae com 17 indivíduos, Combretaceae com 16 indivíduos e Annonaceae com 13 indivíduos. No que se refere ao número de espécies, as famílias Phyllanthaceae e Combretaceae com 4 espécies cada e assim perfazem as famílias com maior número de espécies depois da Fabaceae.

Tabela 8: Lista de espécies de plantas vasculares encontradas na parcela ZP03.

Nome científico	Família (subfamília)	Nome local	Forma de vida	Número de Indivíduos
<i>Brachystegia boehmii</i>	Fabaceae (Caesalpinioideae)	Mutxacatxa	Árvore	52
<i>Erythrophleum africanum</i>	Fabaceae (Caesalpinioideae)	Mukharara	Árvore	38
<i>Julbernardia globiflora</i>	Fabaceae (Caesalpinioideae)	Namphakala	Árvore	25
<i>Burkea africana</i>	Fabaceae (Caesalpinioideae)	Mukhala	Árvore	23
<i>Brachystegia spiciformis</i>	Fabaceae (Caesalpinioideae)	Murotxo	Árvore	8
<i>Pterocarpus angolensis</i>	Fabaceae (Papilionoideae)	Mpila	Árvore	34
<i>Dalbergia nitidula</i>	Fabaceae (Papilionoideae)	Evico	Árvore	7
<i>Pericopsis angolensis</i>	Fabaceae (Papilionoideae)	Muaca	Árvore	6
<i>Millettia stuhlmannii</i>	Fabaceae (Papilionoideae)	Nampiri	Árvore	4
<i>Ormocarpum kirkii</i>	Fabaceae (Papilionoideae)	Inhonho/Mpurunha	Árvore	2
<i>Dalbergia melanoxylon</i>	Fabaceae (Papilionoideae)	Mpivi	Árvore	2
<i>Swartzia madagascariensis</i>	Fabaceae (Papilionoideae)	Nakwatta	Árvore	1
<i>Parinari curatellifolia</i>	Chrysobalanaceae	Mutxupi	Árvore	28
<i>Uapaca nitida</i>	Phyllanthaceae	Cossocore	Árvore	8
<i>Pseudolachnostylis maprouneifolia</i>	Phyllanthaceae	Mutholo	Árvore	5
<i>Hymenocardia acida</i>	Phyllanthaceae	Ewapawu	Árvore	3
<i>Uapaca kirkiana</i>	Phyllanthaceae	Thela	Árvore	1
<i>Pteleopsis myrtifolia</i>	Combretaceae	Muleva	Árvore	9
<i>Terminalia sericea</i>	Combretaceae	Namoro	Árvore	4
<i>Combretum zeyheri</i>	Combretaceae	Mopacalawa	Árvore	2
<i>Combretum mossambicensis</i>	Combretaceae	Makhuku a mwana	Árvore	1
<i>Annona senegalensis</i>	Annonaceae	Muiepe	Arbusto	13
<i>Diplorhynchus condylocarpon</i>	Apocynaceae	Txocori	Árvore	10
<i>Strychnos madagascariensis</i>	Strychnaceae	Nakwele	Árvore	4
<i>Ochna sp.</i>	Ochnaceae	Nattulo	Árvore	3
<i>Vitex doniana</i>	Lamiaceae	Mpuru	Árvore	1
<i>Vitex mombassae</i>	Lamiaceae	Mpuru	Árvore	1
<i>Gardenia sp.</i>	Rubiaceae	Ekhirika	Arbusto	1
		Murotxo	Árvore	10
<i>Não identificada</i>		mutocotoco	Árvore	1
		Namucori	Árvore	1
		Mutxocowa	Árvore	1
N=28/31*	N=10			N=309

*A diferença deve-se a identificação científica /vernacular. No total na PAP foram encontradas 32 espécies (1 ainda não identificada)

Tabela 9: Famílias e gêneros encontrados na parcela ZP03.

Família	Total de indivíduos	Nº de espécies	Nº de gêneros
Fabaceae	202	12	10
Chrysobalanaceae	28	1	1
Phyllanthaceae	17	4	3
Combretaceae	16	4	3
Annonaceae	13	1	1
Apocynaceae	10	1	1
Strychnaceae	4	1	1
Ochnaceae	3	1	1
Lamiaceae	2	2	1
Rubiaceae	1	1	1
N=13*	N=296	N=28*	N=23

* O número de espécies e famílias aqui apresentados representam os indivíduos até então identificados cientificamente

3.4. Diversidade florística

Os valores referentes aos índices da diversidade florística da parcela ZP03 são apresentados na Tabela 10. A diversidade de espécies arbóreas obtida com o estimador do índice de Shannon-Weaver (H'), foi de 2.82 nats/ind, indicando diversidade alta da parcela.

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

Tabela 10: índices da diversidade florística da parcela ZP03.

Shannon	Simpson	EqMáxima	Pielou	Jentsch
2,82	0,92	3,47	0,81	0,1

O índice de Simpson foi considerado alto, apresentando 0,92 para a parcela ZP03 (tabela 10), indicando maior probabilidade de os indivíduos serem da mesma espécie, ou seja, maior a dominância e menor diversidade. Bila *et al.* (2019), no seu estudo sobre associações de espécies arbóreas em um ecossistema de Miombo no Parque Nacional das Quirimbas (PNQ), obtiveram valores de diversidade de Simpson na ordem de 0.931,

0.935 e 0.926 para os distritos de Quissanga, Macomia, Ancuabe, Meluco, respectivamente.

No estudo acima mencionado, a área foi dividida em 3 sectores altitudinais (0-200 m, 201-400 m e 401-800 m), e alocadas sistematicamente, 27 parcela de 0.1 ha.

O índice de equabilidade de Pielou (J) indicou uma uniformidade alta na composição das subparcelas por apresentar um valor de 81% (tabela 7) e distribuição uniforme de número de indivíduos em relação ao número de espécies. Isto indica que a PAP, para além de possuir alta diversidade florística, apresenta-se homogênea na distribuição das espécies. Sendo necessário um incremento de 19 % 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.

O coeficiente de mistura de Jentsch (QM) foi de 0.1 (tabela 10), valor este obtido a partir da análise do total de indivíduos encontrados na parcela ZP03 de 309 árvores distribuídas em 32 espécies. Este QM indica-nos que existem em termos médios 10 indivíduos por cada espécie. A PAP ZP03 apresenta um grau de diversidade baixo, se considerar que o valor encontrado está muito próximo de zero, e distante de 1.

O resultado do Quociente de mistura, está muito relacionado ao esforço amostral empreendido.

3.5. Estrutura horizontal

Na parcela ZP03, foram medidos 310 indivíduos (287 com $DAP \geq 10$ cm e 23 com DAP entre 5 e 10 cm), perfazendo 406 ind/ha quando extrapolado os 23 indivíduos medidos em 5 (10%) subparcelas para 1 hectare (Tabela 11 e 12).

Tabela 11: estrutura horizontal de espécies arbóreas com $DAP \geq 10$ cm da parcela ZP03.

Espécie	Estratos			PSA	PSR	IVIA	QAF	QRF
	Inferior	Medio	Superior					
<i>Brachystegia boehmii</i>	53.31	2595.12	111.50	2759.93	18.59	76.29	24.81	18.70
<i>Pterocarpus angolensis</i>	71.08	1912.20	13.94	1997.21	13.45	51.97	14.99	11.30
<i>Parinari curatellifolia</i>	17.77	1570.73	55.75	1644.25	11.07	40.87	13.57	10.23
<i>Erythrophleum africanum</i>	106.62	1570.73	13.94	1691.29	11.39	35.51	15.48	11.66
<i>Julbernardia globiflora</i>	17.77	1024.39	111.50	1153.66	7.77	32.46	11.71	8.82
<i>Burkea Africana</i>	88.85	887.80	27.87	1004.53	6.76	26.68	10.30	7.76
<i>Annona senegalensis</i>	195.47	136.59	0	332.06	2.24	14.04	4.06	3.06
<i>Murotxo mutocotoco</i>	0	546.34	27.87	574.22	3.87	13.74	5.95	4.49

<i>Diplorhynchus condylocarpon</i>	53.31	409.76	13.94	477.00	3.21	12.57	3.76	2.83
<i>Brachystegia spiciformis</i>	0	204.88	55.75	260.63	1.76	11.87	2.13	1.61
<i>Pteleopsis myrtifolia</i>	0	409.76	41.81	451.57	3.04	11.73	3.41	2.57
<i>Uapaca nitida</i>	17.77	204.88	55.75	278.40	1.87	11.29	2.31	1.74
<i>Dalbergia nitidula</i>	17.77	409.76	0	427.53	2.88	9.75	3.46	2.60
<i>Pericopsis angolensis</i>	17.77	341.46	0	359.23	2.42	8.98	2.74	2.07
<i>Pseudolachnostylis maprouneifolia</i>	17.77	273.17	0	290.94	1.96	7.21	2.16	1.63
<i>Terminalia sericea</i>	0	273.17	0	273.17	1.84	5.24	2.05	1.54
<i>Strychnos madagascariensis</i>	17.77	136.59	0	154.36	1.04	4.34	1.33	1.01
<i>Millettia stuhlmannii</i>	17.77	136.59	0	154.36	1.04	4.01	0.82	0.62
<i>Ochna sp.</i>	53.31	0.00	0	53.31	0.36	3.13	1.41	1.06
<i>Combretum zeyheri</i>	0	136.59	0	136.59	0.92	2.38	1.28	0.97
<i>Hymenocardia acida</i>	35.54	0	0	35.54	0.24	2.31	0.10	0.08
<i>Ormocarpum kirkii</i>	35.54	0	0	35.54	0.24	2.24	0.77	0.58
<i>Swartzia madagascariensis</i>	0	0	13.94	13.94	0.09	1.48	0.64	0.48
<i>Vitex doniana</i>	0	68.29	0	68.29	0.46	1.43	0.64	0.48
<i>Vitex mombassae</i>	0	0	13.94	13.94	0.09	1.42	0.05	0.04
<i>Combretum mossambicensis</i>	0	68.29	0	68.29	0.46	1.40	0.64	0.48
<i>Uapaca kirkiana</i>	0	68.29	0	68.29	0.46	1.37	0.64	0.48
<i>Dalbergia melanoxylon</i>	17.77	0	0	17.77	0.12	1.23	0.05	0.04
<i>Desconhecido 1</i>	17.77	0	0	17.77	0.12	1.04	0.64	0.48
<i>Namucori</i>	17.77	0	0	17.77	0.12	1.03	0.64	0.48
<i>Mutxocowa</i>	17.77	0	0	17.77	0.12	1.01	0.13	0.09
Total	906.3	13385.37	557.5	14849.1	100	400	132.7	100

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

Dos indivíduos com $DAP \geq 10$ cm, a *Brachystegia boehmii* foi a espécie mais abundante com 49 indivíduos e 57,7% de IVI, seguida de *Pterocarpus angolensis* com 33 indivíduos e 38,52% de IVI, *Erythrophleum africanum* com 30 indivíduos e 24,12% de IVI, *Parinari curatellifolia* com 28 indivíduos e 29,8% de IVI, *Julbernardia globiflora* com 24 indivíduos e 24,69% do IVI (tabela 8). Estas cinco espécies correspondem a 58,3% do total da abundância na área de estudo.

De notar que a *Erythrophleum africanum* é quinta classificada em termos de IVI, mas terceira em termos de abundância. O número de ind/ha para a espécie *Pterocarpus angolensis* encontrado nesse estudo (33 ind/ha) é superior ao encontrado por Mate *et al.* (2014), que encontraram em média 12 ind/ha, em suas pesquisas sobre equações de biomassa para espécies arbóreas de florestas tropicais realizado nas províncias de Sofala e Inhambane.

Quanto a frequência, as espécies que estão amplamente distribuídas na ZG01 são *Brachystegia boehmii* (15,49%), *Brachystegia spiciformis* (10,33%), *Burkea africanae*, *Parinari curatellifolia* (8.45% cada), *Erythrophleum africanum* (7.51%), *Julbernardia globiflora* (7.04%).

Burkea africana e *Parinari curatellifolia* apesar de terem a mesma frequência, apresentam diferentes dominâncias, 0.5 e 1.28m²ha⁻¹, respectivamente. Tal facto deve-se as diferentes abundâncias e tamanho dos indivíduos.

A espécie *Erythrophleum africanum* apesar de ter menor frequência em comparação com *Burkea africana*, apresenta maior dominância. Isso deve-se ao tamanho dos indivíduos, ou seja, *Erythrophleum africanum* apresenta indivíduos maiores em diâmetro.

Os valores das frequências neste estudo permitem afirmar que a composição florística da ZP03 é heterogénea, pois valores altos de frequência (61% - 100%) indicam uma composição florística homogénea, valores baixos (1% - 40%) significam alta heterogeneidade florística (Ribeiro *et al.*, 2002), o que significa que na PAP3 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 ZP03 são *Brachystegia boehmii* (25.14%), *Pterocarpus angolensis* (16.69%), *Parinari curatellifolia* (11.59%), *Julbernardia globiflora* (9.29%) (tabela 11).

As espécies com maiores dominâncias (tabela 11), assumem os seguintes valores ao serem expressas em metros quadrados por unidade de hectare, *Brachystegia boehmii* 2,78m² ha⁻¹, *Pterocarpus angolensis* 1.85m² ha⁻¹, *Parinari curatellifolia* 1.28m² ha⁻¹, *Julbernardia globiflora* 1.03 m²ha⁻¹. A parcela inventariada apresenta uma média de área basal de indivíduos de 0,36 m² ha⁻¹ para esta classe de indivíduos.

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

Tabela 12: Estrutura horizontal de espécies arbóreas com 10 cm > DAP > 5 cm

Espécies	FA	FR	ABA	ABR	DoA	DoR	IVC	IVI
<i>Erythrophleum africanum</i>	0.6	18.75	70	30.43	0.26	28.54	58.97	77.72
<i>Brachystegia boehmii</i>	0.4	12.5	40	17.39	0.23	25.09	42.48	54.98
<i>Burkea Africana</i>	0.6	18.75	40	17.39	0.12	13.27	30.66	49.41
<i>Strychnos madagascariensis</i>	0.2	6.25	10	4.35	0.07	7.38	11.73	17.98
<i>Gardenia sp.</i>	0.2	6.25	10	4.35	0.06	6.30	10.65	16.90
<i>Julbernardia globiflora</i>	0.2	6.25	10	4.35	0.04	4.27	8.62	14.87
<i>Brachystegia spiciformis</i>	0.2	6.25	10	4.35	0.04	4.03	8.38	14.63
<i>Pterocarpus angolensis</i>	0.2	6.25	10	4.35	0.04	4.03	8.38	14.63
<i>Millettia stuhlmannii</i>	0.2	6.25	10	4.35	0.02	2.73	7.08	13.33
<i>Dalbergia melanoxylon</i>	0.2	6.25	10	4.35	0.02	2.18	6.53	12.78
<i>Hymenocardia acida</i>	0.2	6.25	10	4.35	0.02	2.18	6.53	12.78
Total	3.2	100	230	100	0.90	100	200	300

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.

Das espécies com DAP entre 5 e 10 cm (tabela 12), *Burkea africanae* e *Erythrophleum africanum* destacam-se pela sua frequência, esta última também pela sua abundância. As espécies *Brachystegia boehmii* e *Burkea africana* apesar de terem mesma abundância apresentam frequências diferentes, com a última espécie a ser mais frequente. *Erythrophleum africanum* e *Burkea africana* com 77.72 e 54.98% de IVI, respectivamente, representam as duas espécies mais importantes sociologicamente na parcela.

3.6. Estrutura Vertical

Para analisar a estrutura vertical, a floresta foi classificada em três estratos verticais de altura total (HT): estrato inferior (EI) - árvores com $HT \leq 7,04$ m, totalizando 259 indivíduos (39,94% do número total de espécies amostradas); estrato médio (EM) - árvores no intervalo $7,04 \text{ m} > HT < 17,8$ m, totalizando 208 indivíduos, estrato superior (ES), árvores com $HT \geq 17,8$, totalizando 47 indivíduos, onde (HT) corresponde à altura total dos indivíduos amostrados (figura 7).

A distribuição dos indivíduos por altura foi heterogênea apresentando maior concentração dos indivíduos no estrato médio (com 208 no total). Como foi mencionado, o estrato médio foi o que teve maior número de indivíduos e consequentemente o maior

valor fitossociológico entre os estratos, totalizando 208, o correspondente a 67.7%. O segundo estrato com maior número de indivíduos na parcela foi o inferior, com um total de 52 e por último o estrato superior com 47 indivíduos, perfazendo assim 17% e 15.3%, respectivamente

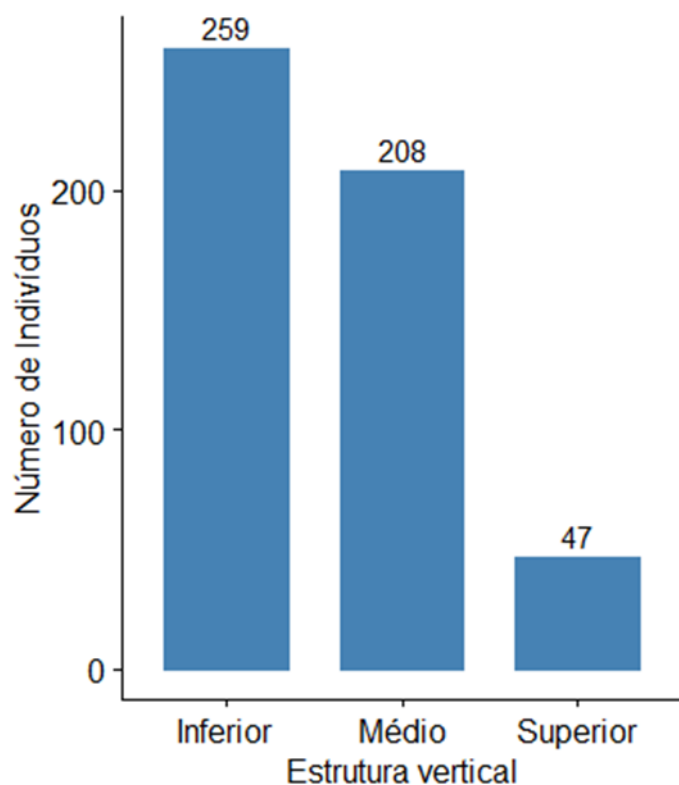


Figura 7: Estrutura fitossociológica vertical da parcela ZP03, Parque Nacional do Gilé.

Analisando-se o estrato arbóreo, das 32 espécies encontradas na parcela ZP03, as espécies *Brachystegia boehmii*, *Burkea africana*, *Erythrophleum africanum*, *Julbernardia globiflora*, *Pterocarpus angolensis*, *Parinari curatellifolia* apresentam representantes nos três estratos, e dentre elas a *Brachystegia boehmii* apresenta maior IVIA (tabela 13). Estas espécies apresentam maior probabilidade de permanecer na PAP com o andar de tempo pois a dispersão por sementes e a resistência a queimadas está garantida.

As espécies *Dalbergia melanoxylon*, *Ormocarpum kirkii*, *Hymenocardia acida*, *Ochna sp*, *Desconhecido 1*, *Namucori*, *Mutxocowa* apresentaram-se somente no estrato inferior. Por outro lado, *Combretum zeyheri*, *Terminalia sericea*, *Vitex doniana*, *Combretum mossambicensis*, *Uapaca kirkiana* apresentaram-se somente no estrato

médio. As espécies *Vitex mombassae*, *Swartzia madagascariensis* apresentaram um indivíduo cada, e foram encontradas apenas no estrato superior (tabela 13).

As Espécies representadas nos estratos inferior e médio (6) são: *Annona senegalensis*, *Dalbergia nitidula*, *Millettia stuhlmannii*, *Pericopsis angolensis*, *Pseudolachnostylis maprouneifolia*, *Strychnos madagascariensis*;

As espécies representadas nos estratos médio e superior (3): *Brachystegia spiciformis*, *Murotxo mutocotoco* e *Pteleopsis myrtifolia*. Em todos estratos as espécies que são dominantes pertencem a família Fabaceae.

Segundo Cauldwell & Zieger (2000), as espécies que dominam o estrato inferior ou médio são tolerantes a queimadas e têm um crescimento (em altura) curto, e não contribuem para a formação das copas na floresta de miombo.

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

Quanto à Posição Sociológica Relativa (PSR) as cinco (6) espécies que se destacaram foram *Brachystegia boehmii*, *Pterocarpus angolensis*, *Erythrophleum africanum* e *Parinari curatellifolia*. O destaque dessas espécies deve-se à presença na maior parte dos estratos e a dominância em cada um deles. O inverso acontece com as espécies de menor PSR. O IVIA não seguiu o mesmo padrão.

Como indica a tabela 13, 51.89% do valor económico da PAP reside sobre as essas espécies *Brachystegia boehmii*, *Pterocarpus angolensis*, *Erythrophleum africanum* e *Parinari curatellifolia*.

Na avaliação das Qualidades Absolutas e Relativas do Fuste (QAF e QRF), as espécies que tiveram o maior número de indivíduos amostradas nesta classe também são as que apresentam maior valor fitossociológico, Posição Sociológica Absoluta e Posição Sociológica Relativa (VF, PSA e PSR, respectivamente) por espécie.

Tabela 13: Estrutura sociológica vertical da parcela ZP03.

Espécie	Estratos			PSA	PSR	IVIA	QAF	QRF
	Inferior	Medio	Superior					
<i>Brachystegia boehmii</i>	53.31	2595.12	111.50	2759.93	18.59	76.29	24.81	18.70
<i>Pterocarpus angolensis</i>	71.08	1912.20	13.94	1997.21	13.45	51.97	14.99	11.30
<i>Parinari curatellifolia</i>	17.77	1570.73	55.75	1644.25	11.07	40.87	13.57	10.23

<i>Erythrophleum africanum</i>	106.62	1570.73	13.94	1691.29	11.39	35.51	15.48	11.66
<i>Julbernardia globiflora</i>	17.77	1024.39	111.50	1153.66	7.77	32.46	11.71	8.82
<i>Burkea Africana</i>	88.85	887.80	27.87	1004.53	6.76	26.68	10.30	7.76
<i>Annona senegalensis</i>	195.47	136.59	0	332.06	2.24	14.04	4.06	3.06
<i>Murototo mutocotoco</i>	0	546.34	27.87	574.22	3.87	13.74	5.95	4.49
<i>Diplorhynchus condylocarpon</i>	53.31	409.76	13.94	477.00	3.21	12.57	3.76	2.83
<i>Brachystegia spiciformis</i>	0	204.88	55.75	260.63	1.76	11.87	2.13	1.61
<i>Pteleopsis myrtifolia</i>	0	409.76	41.81	451.57	3.04	11.73	3.41	2.57
<i>Uapaca nitida</i>	17.77	204.88	55.75	278.40	1.87	11.29	2.31	1.74
<i>Dalbergia nitidula</i>	17.77	409.76	0	427.53	2.88	9.75	3.46	2.60
<i>Pericopsis angolensis</i>	17.77	341.46	0	359.23	2.42	8.98	2.74	2.07
<i>Pseudolachnostylis maprouneifolia</i>	17.77	273.17	0	290.94	1.96	7.21	2.16	1.63
<i>Terminalia sericea</i>	0	273.17	0	273.17	1.84	5.24	2.05	1.54
<i>Strychnos madagascariensis</i>	17.77	136.59	0	154.36	1.04	4.34	1.33	1.01
<i>Millettia stuhlmannii</i>	17.77	136.59	0	154.36	1.04	4.01	0.82	0.62
<i>Ochna sp,</i>	53.31	0.00	0	53.31	0.36	3.13	1.41	1.06
<i>Combretum zeyheri</i>	0	136.59	0	136.59	0.92	2.38	1.28	0.97
<i>Hymenocardia acida</i>	35.54	0	0	35.54	0.24	2.31	0.10	0.08
<i>Ormocarpum kirkii</i>	35.54	0	0	35.54	0.24	2.24	0.77	0.58
<i>Swartzia madagascariensis</i>	0	0	13.94	13.94	0.09	1.48	0.64	0.48
<i>Vitex doniana</i>	0	68.29	0	68.29	0.46	1.43	0.64	0.48
<i>Vitex mombassae</i>	0	0	13.94	13.94	0.09	1.42	0.05	0.04
<i>Combretum mossambicensis</i>	0	68.29	0	68.29	0.46	1.40	0.64	0.48
<i>Uapaca kirkiana</i>	0	68.29	0	68.29	0.46	1.37	0.64	0.48
<i>Dalbergia melanoxyton</i>	17.77	0	0	17.77	0.12	1.23	0.05	0.04
<i>Desconhecido 1</i>	17.77	0	0	17.77	0.12	1.04	0.64	0.48
<i>Namucori</i>	17.77	0	0	17.77	0.12	1.03	0.64	0.48
<i>Mutxocowa</i>	17.77	0	0	17.77	0.12	1.01	0.13	0.09
Total	906.3	13385.37	557.5	14849.1	100	400	132.7	100

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

Na figura 8, apresenta-se as 6 espécies com maiores valores de IVIA, sendo a *Brachystegia boehmii*, a maior, seguida de *Pterocarpus angolensis*, *Parinari curatellifolia*, *Erythrophleum africanum*, *Julbernardia globiflora* e *Burkea africana*. O IVIA é o resultado do IVI+PSR, e olhando para a figura nota-se que, *Erythrophleum africanum* e *Parinari curatellifolia* têm PSRs similares mas IVIs diferentes, daí as posições diferentes no ranking dos IVIAs. O ranking do IVI e PSR para estas duas espécies é diferente, porém a junção dos dois perfazerá o IVIA, implicando isso dizer que, as duas variáveis independentemente não ditam o valor do IVIA

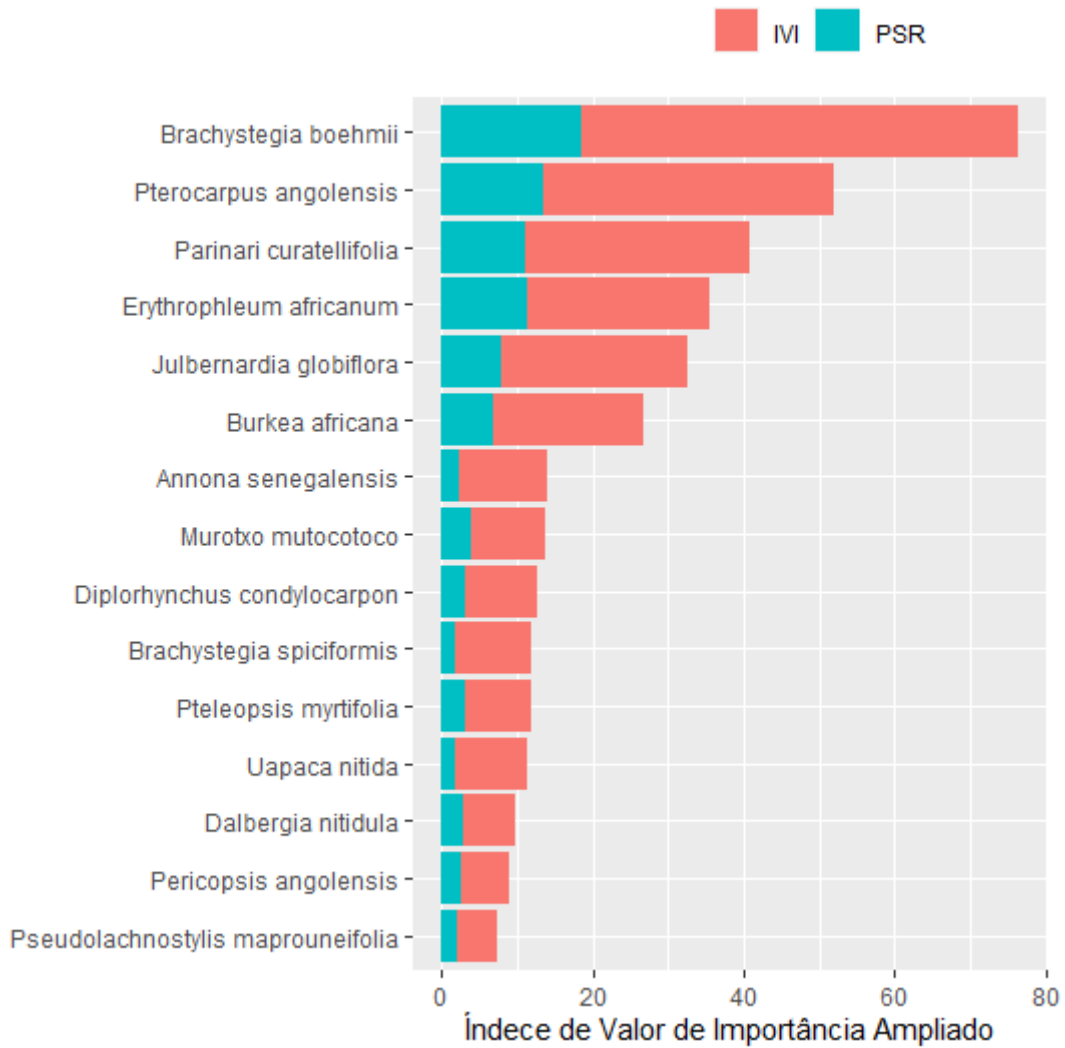


Figura 8: Distribuição do índice de valor de importância ampliado (IVIA) das seis principais espécies amostradas na parcela ZP03.

3.7. Estrutura hipsométrica

Na figura 9 pode ser observada a distribuição dos indivíduos por classes de altura total correspondente à parcela ZP03. A maior frequência dos indivíduos encontra-se na classe (4-6) e dessa classe em diante, a tendência é de decréscimo da frequência de indivíduos por hectare.

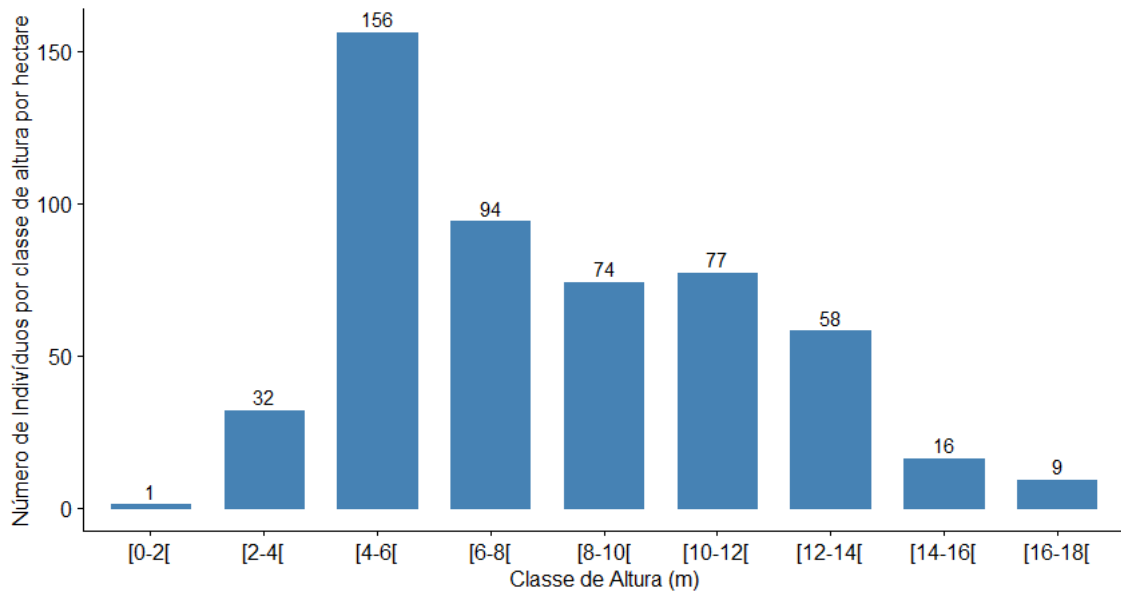


Figura 9: Distribuição das classes de altura dos indivíduos da parcela ZP03

3.7.1. Relação hipsométrica em Multi-espécies

A figura 10 mostra a relação altura-diâmetro encontrada na parcela ZP03, demonstrando uma curva com tendência de forma sigmóide. Olhando para a figura da representação gráfica da relação hipsométrica, nota-se que maior parte dos indivíduos estão na casa do DAP até 20 cm e altura de 12.5 m. Observando a figura e a disposição de alguns dos “outliers” nos eixos, pode-se verificar a necessidade destes indivíduos serem observados durante a monitoria para verificação da medição e/ou registo.

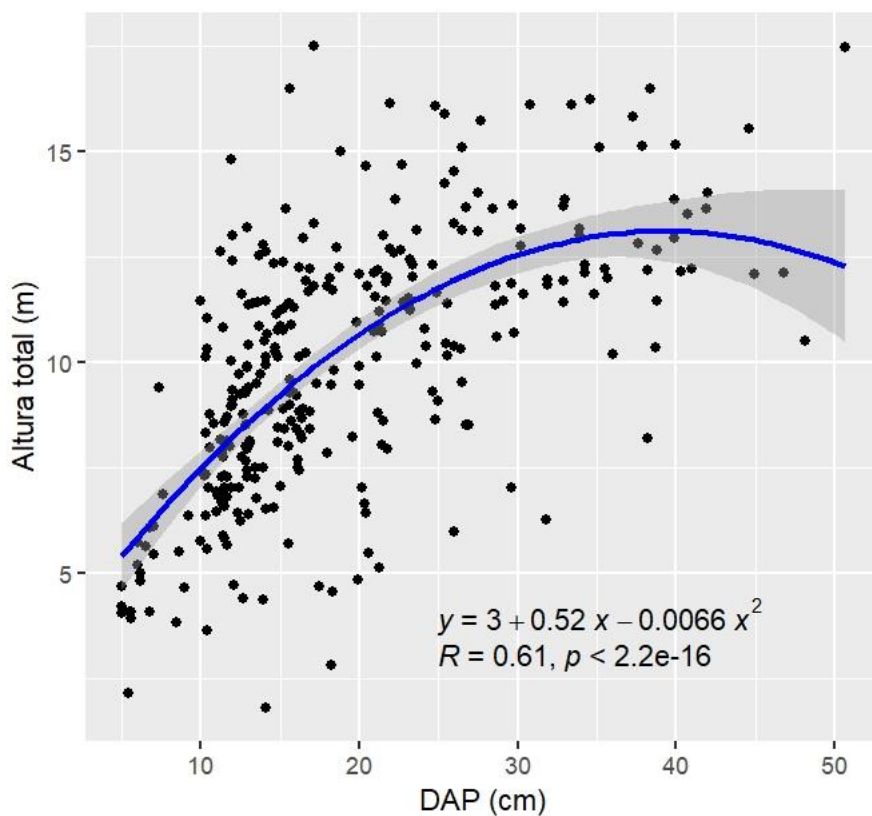


Figura 10: Representação gráfica da relação hipsométrica, obtida através do modelo linear sobre os valores observados na parcela ZP03.

A figura 11 mostra a distribuição de DAP e altura total dos indivíduos encontrados na parcela ZP03, definido por coordenadas (x, y). Os círculos de cor preta com diferentes dimensões representam árvores com diferentes DAP, quanto maior o círculo maior é o DAP das árvores. A altura total é representada pela cor azul, onde a tonalidade azul-clara reflecte valores de altura total mais altas e a tonalidade azul-escuro reflectindo valores de altura total mais baixos.

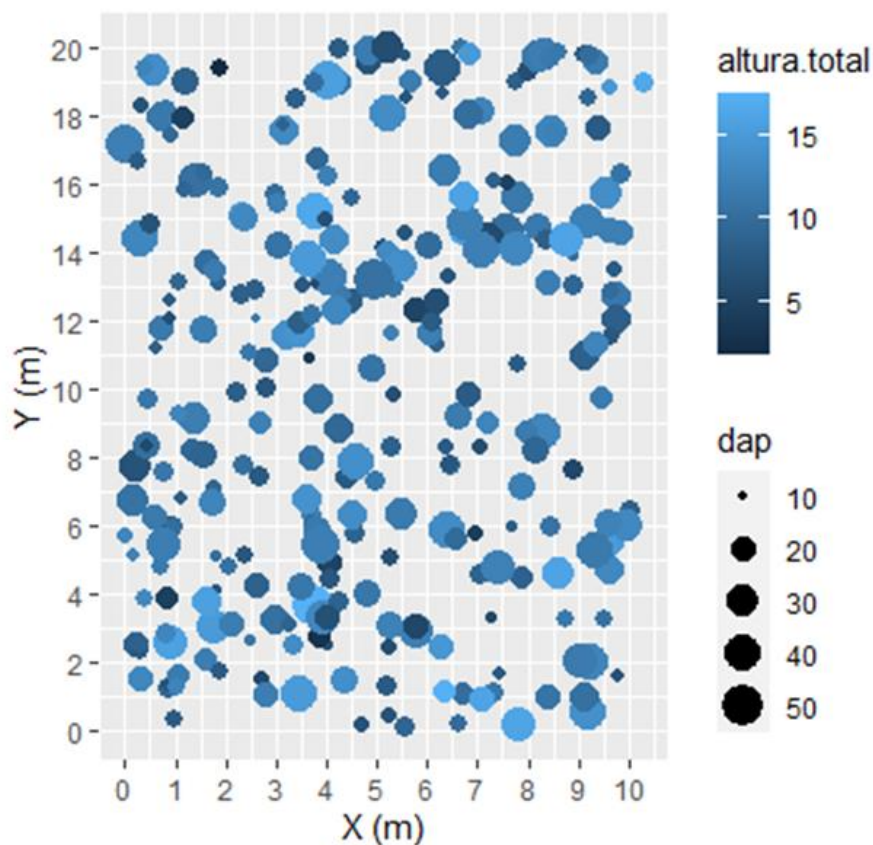


Figura 11: Mapa de distribuição de diâmetro e altura dos indivíduos na parcela ZP03.

Os resultados provenientes dos modelos hipsométricos ajustados com a função NLME usando o método da máxima verossimilhança (ML) e com correção para heterocedasticidade, usando a estrutura “varPower” para ponderar os resíduos com o inverso de uma potencia do diâmetro estão resumidos na tabela 14, com seus respectivos valores estatísticos de precisão e coeficientes dos 5 modelos testados.

Observa-se nessa tabela que todos os 5 modelos testados se comportaram de forma semelhante, com valores de índice de bondade de ajustamento (R^2_{ajust}) variando entre 0,515 para o modelo de Meyer até o valor 0,535 para os modelos propostos por Wykoff e Naslund indicando que os modelos testados se ajustaram medianamente aos dados, ou seja, uma correlação média entre a variável diâmetro à altura do peito e a altura total, não podendo se usado para predições precisas da relação altura vs. diâmetro.

O modelo de Wykoff explica que 53.5% da variação das alturas deve-se aos diâmetros e a outra parte a factores não previstos (erro), tais como, espécies e idades diferentes.

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

Modelos	R ² _{ajust}	Mres	RMSE	AIC	BIC
Curtis	0,534	-0,027	2,106	1388,29	1414,43
Naslund	0,535	-0,059	2,104	1388,62	1414,76
Meyer	0,515	-0,041	2,149	1407,09	1433,23
Michailoff	0,532	-0,001	2,111	1391,38	1417,51
Wykoff	0,535	-0,037	2,104	1388,28	1414,41

R²_{ajust}: coeficiente de determinação ajustado; Mres: média dos resíduos; RMSE: desvio padrão residual; AIC: critério de informação de Akaike; BIC: critério de informação bayesiano.

Nesta análise verificou-se que os modelos de Naslund (1937) e Wykoff (Wykoff *et al.*, 1982) obtiveram os melhores desempenhos (muito próximos). Pese embora a ideia de que o modelo de Naslund (1937) se apresentou como um candidato praticamente ao lado do modelo de Wykoff (Wykoff *et al.*, 1982), selecionou-se este último por apresentar 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 dos modelos não lineares simples com efeitos mistos:

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

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

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

Parâmetros	Valores	Wykoff	
		Erro padrão	p-valor
β_0	2,72409	0,0391	<0,0001
β_1	-10,3516	0,7323	<0,0001
Sd(a1)	0,02343		
Sd (a2)	1,25559		
r (a1, a2)	-0,868		
σ^2	1,094 ²		
Δ	0,2347		

B_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. Distribuição diamétrica e da Área Basal

Em relação à distribuição diamétrica, do conjunto das 287 árvores com DAP maior ou igual a 10 cm e 23 com DAP entre 5 e 10 cm, perfazendo um total de 517árv./ha quando assumido que a distribuição das espécies nas subparcelas é uniforme ao longo de todas subparcelas.

A figura 12 mostra a distribuição do número de árvores por classe de diâmetro com um intervalo de 5 cm para cada um dos indivíduos registrados, o mesmo analisa indivíduos de $DAP \geq 5$ cm. Na parcela observou-se que a maioria dos indivíduos está agrupado nas três primeiras classes diamétricas (figura 12), o que equivale a 76,2% do total dos indivíduos amostrados.

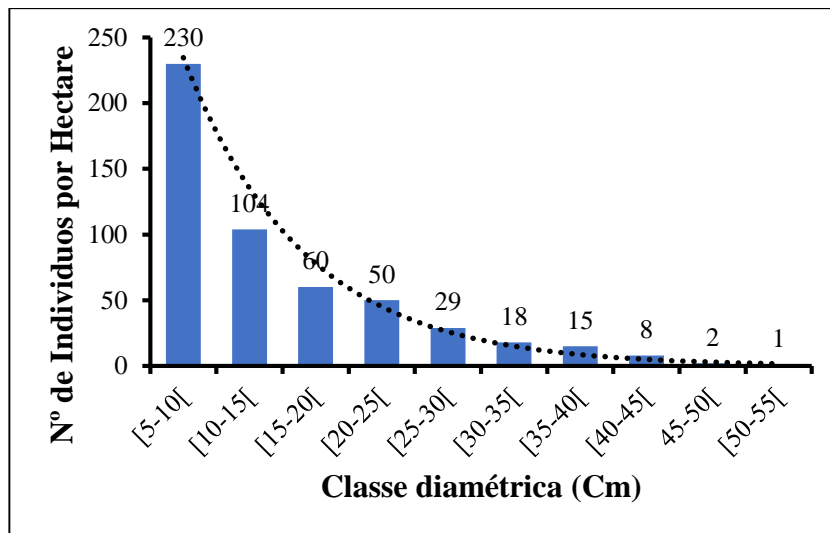


Figura 12: Distribuição das frequências por classe diamétrica para os indivíduos arbóreos com $DAP \geq 5$ cm na Parcela ZP03.

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

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.

É notório que a curva de distribuição da densidade dos indivíduos por classe de diâmetro apresenta uma distribuição exponencial negativa a forma típica de um J invertido (figura 12), sendo a ocorrência dos chamados "gargalos" expressivamente evidente, ou seja, a medida em que se avança para as classes diamétricas maiores, diminui o número de indivíduos.

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

Já Longhi (1980) salienta que, este tipo de distribuição assegura que o processo dinâmico da floresta é perpetuado porque a súbita ausência de indivíduos dominantes irá dar lugar às chamadas "árvores de substituição".

A tabela 16, mostra a distribuição do número de árvores por classe de diâmetro com um intervalo de 5 cm para cada uma das espécies registadas

Da tabela, a *Erythrophleum africanum* com 100 ind/ha, seguida de *Brachystegia boehmii* com 89 ind/ha, seguida de *Burkea africana* com 60 ind/ha, *Pterocarpus angolensis* com 43 ind/ha, *Julbernardia globiflora* com 34 ind/ha, *Parinari curatellifolia* com 28 ind/ha representam as espécies com maior número de indivíduos nas diferentes classes de diâmetro, totalizando 66.5% do total de indivíduos e 18.75% do total de espécies.

Observa-se que a espécie *Brachystegia boehmii* está representada em quase todas as classes de diâmetro, com exceção nas classes dos intervalos de 40-45 cm e 50-55 cm. A espécie *Pterocarpus angolensis* encontra-se ausente somente na última classe de diâmetro. Em suma, as espécies mais destacadas em termos de sua posição sociológica são as que possuem representação em boa parte das classes diamétricas independentemente das frequências. A *Brachystegia spiciformis* é a única com representação na última classe diamétrica.

Em termos de ranking do intervalo de classe com mais indivíduos, seguem a tendência decrescente do intervalo de 5-10cm a 50 a 55 cm, em forma de J invertido.

As espécies *Vitex doniana*, *Vitex mombassae*, *Uapaca kirkiana*, *Swartzia madagascariensis*, *Ochna sp*, *Combretum mossambicensis*, *Gardenia sp*, *Mutxocowa*, *Namucori* e *Desconhecido 1* estão representadas em apenas uma única classe de diâmetro.

Tabela 16: Número de árvores por centro de classe e diâmetro da parcela ZP03.

Espécies	Centro de Classe de Diâmetro (cm)										Total
	5-10	10-15	15-20	20-25	25-30	30-35	35-40	40-45	45-50	50-55	
<i>Annona senegalensis</i>		10	3								13
<i>Brachystegia boehmii</i>	40	9	9	11	5	4	5	6			89
<i>Brachystegia spiciformis</i>	10	1		3		1		1		1	17
<i>Burkea africana</i>	40	9	6	3	1	1					60
<i>Combretum mossambicensis</i>		1									1

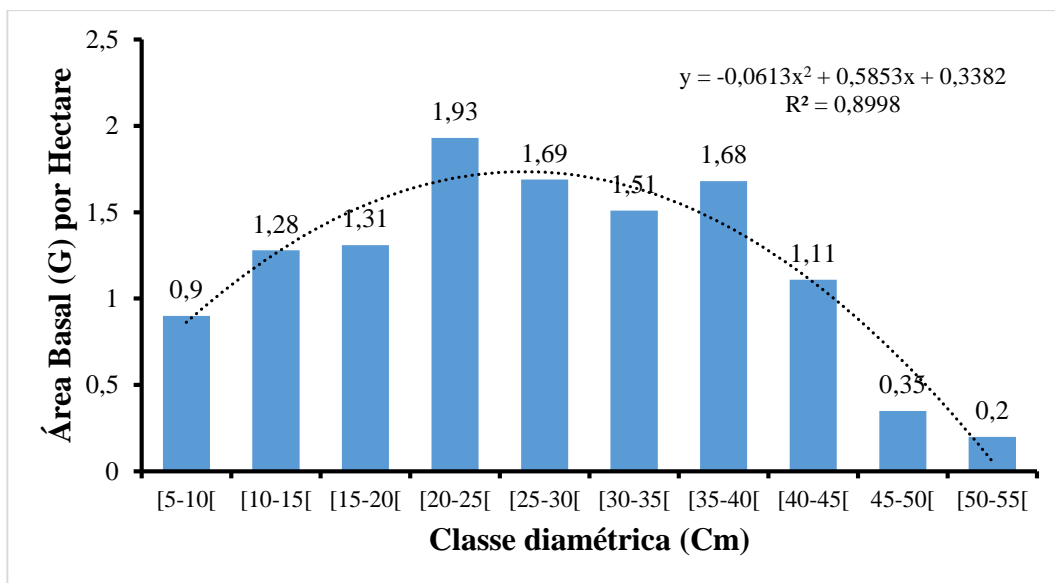


Figura 13: Distribuição da área basal por intervalos de classe.

Ao analisar a figura 14, observa-se a variação das áreas basais nas subparcelas de (10 x 20) m, onde a área basal varia de 0,2 a 0,7 m². De referir que as subparcelas x10, x42 e x47 apresentaram maior área basal, e as subparcelas X8, X9, X50 apresentaram menores áreas basais.

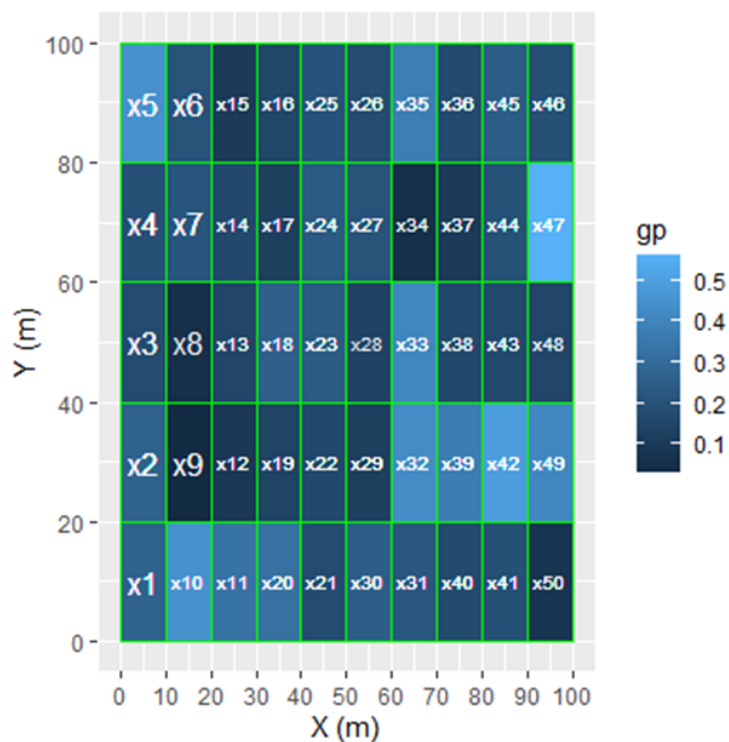


Figura 14: Distribuição da área basal na parcela ZP03.

3.9. Padrão de distribuição espacial das espécies

Matteucci & Colma (1982) apontaram padrão de distribuição espacial como sendo o arranjo espacial de indivíduos pertencentes a uma determinada espécie ou população em uma área ou habitat especificado. A análise do padrão espacial de espécies florestais é uma importante ferramenta para a compreensão dos processos ecológicos e genéticos observados nas populações florestais, subsidiando estratégias de conservação e de manejo sustentável das espécies (IGOH, 2003; Vieira *et al.*, 2010).

Na Tabela 17 são apresentados os resultados das análises dos padrões de distribuição espacial das 20 (vinte) espécies que apresentaram mais de três indivíduos amostrados na parcela ZP03, determinados através dos índices de Payandeh, Hazen e índice de Morisita. As espécies com apenas um ou dois indivíduos amostrados não foram incluídas na análise como um todo, sendo, no entanto, consideradas como espécies com distribuição aleatória.

Estas espécies arbóreas necessitam possivelmente de uma área de amostragem maior e de uma distribuição diferente das unidades de amostragem, para uma melhor descrição do seu padrão de distribuição de indivíduos no espaço. Segundo Silvestre (2009), as espécies que apresentam apenas um ou dois indivíduos na amostra, conseqüentemente apresentaram uma média inferior a 1, neste caso estas espécies apresentam um padrão de distribuição aleatório.

Das espécies analisadas conforme se apresenta na tabela 17 constatou-se um maior número de espécies com distribuição espacial agrupada 14 (70%) e 16 (80%) pelos índices de Payandeh e Morisita respectivamente, e de igual modo observou-se 8 espécies (40%) com tendência ao agrupamento pelo índice de Hazen. Por outro lado, o índice de Hazen apresentou 8 espécies (40%) com uma distribuição espacial não agrupada e 4 (20%) com uma distribuição agrupada, fornecendo assim a menor percentagem das espécies agrupadas definido pelos 3 (três) índices usados na análise.

Observou-se também através dos índices de Payandeh e Morisita, que 4 espécies (20%) estão uniformemente distribuídas e 2 (10%) com distribuição aleatória.

O padrão de distribuição espacial mostrou que a maioria de espécies apresentou uma distribuição agregada, e de acordo com Silvestre (2012) este é um comportamento típico das espécies de uma floresta nativa.

Tabela 17: Padrão espacial de algumas espécies florestais encontradas na PAP ZP03.

Espécies	Pi	IHi	IMi	Classificação		
				Pi	Ihi	IMi
<i>Annona senegalensis</i>	0.9	44.7	0.6	U	NA	U
<i>Brachystegia boehmii</i>	1.1	53.8	1.1	A	NA	A
<i>Brachystegia spiciformis</i>	1.1	54.5	1.8	A	NA	A
<i>Burkea Africana</i>	0.9	42.7	0.7	U	NA	U
<i>Combretum zeyheri</i>	2	98	50	A	A	A
<i>Dalbergia melanoxylon</i>	2	98	50	A	A	A
<i>Dalbergia nitidula</i>	1.2	57.3	2.4	A	TA	A
<i>Diplorhynchus condylocarpon</i>	1	50	1.1	AL	NA	A
<i>Erythrophleum africanum</i>	1.8	88.7	2.1	A	A	A
<i>Julbernardia globiflora</i>	1.8	89	2.7	A	A	A
<i>Millettia stuhlmannii</i>	0.9	46	0	U	NA	U
<i>Murotso mutocotoco</i>	1	50	1.1	AL	NA	A
<i>Parinari curatellifolia</i>	1.5	72	1.9	A	TA	A
<i>Pericopsis angolensis</i>	1.2	60.7	3.3	A	TA	A
<i>Pseudolachnostylis maprouneifolia</i>	0.9	45	0	U	NA	U
<i>Pteleopsis myrtifolia</i>	1.5	74.3	4.2	A	TA	A
<i>Pterocarpus angolensis</i>	1.3	66	1.5	A	TA	A
<i>Strychnos madagascariensis</i>	1.4	71	8.3	A	TA	A
<i>Terminalia sericea</i>	1.4	71	8.3	A	TA	A
<i>Uapaca nitida</i>	1.4	67	3.6	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.

3.10. Avaliação qualitativa

A figura a baixo (figura 15) mostra a distribuição e classificação das árvores encontradas na PAP 3 de acordo com as características e condições de cada uma delas.

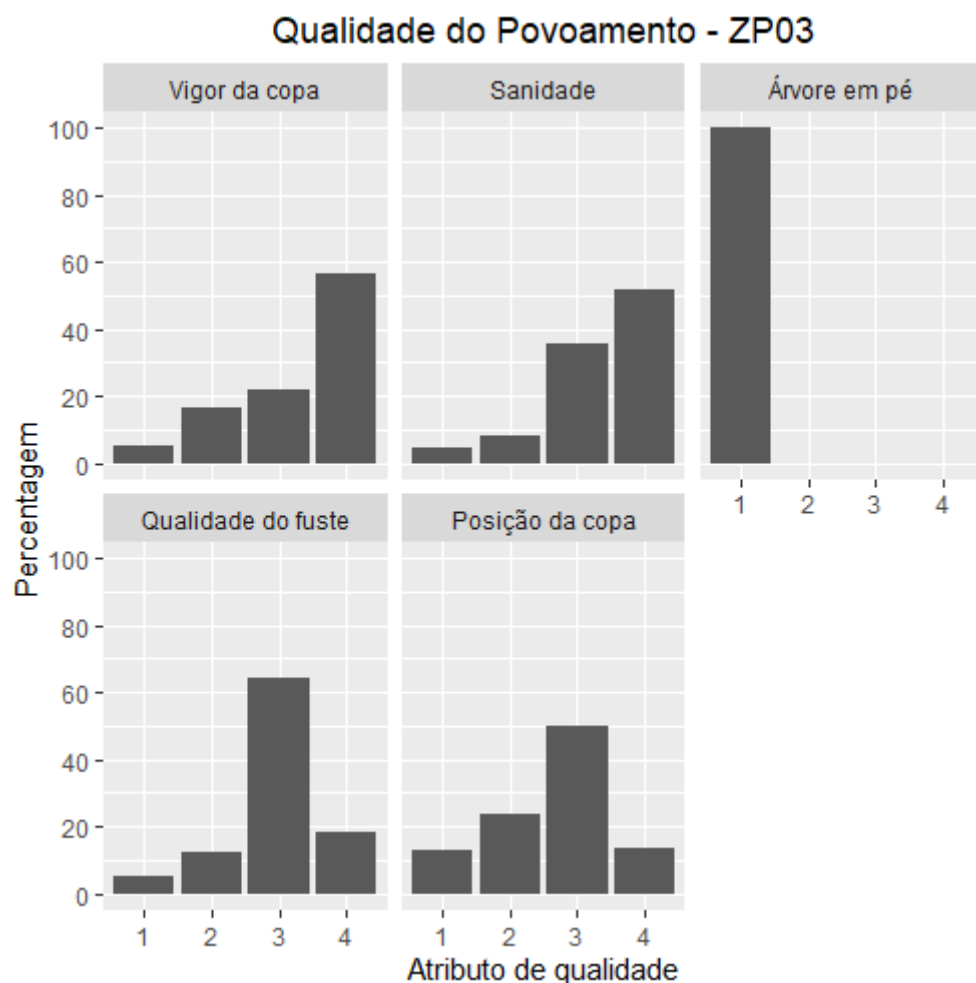


Figura 15: Distribuição da proporção de vigor da copa, sanidade, qualidade de fuste e posição da copa dos indivíduos com DAP ≥ 10 cm na ZP03.

Das avaliações feitas em cada uma das árvores, para além de apurar o parâmetro da sanidade foi também com objectivo de classificar o vigor da copa caso seja simétrica ou assimétrica com o círculo da copa completa cobrindo o redor do fuste ou metade da cobertura (copa) ou mesmo sem cobertura.

Deste parâmetro (vigor da copa), 35 indivíduos que equivalem à 11,25% de copas aparentemente e ou quase mortas, 27 indivíduos equivalentes à 8,68% com copas severamente danificadas com poucos ramos com sinais de mortalidade cobrindo menos que a metade da projecção da copa normal, 134 indivíduos equivalentes à 43,08% classificados com o círculo da copa incompleta distintivamente assimétrica, 115 indivíduos equivalentes à 36,97% possuem as suas copas com círculo completo e projecção simétrica ao redor do fuste.

A sanidade dos indivíduos teve como objectivo confirmar a sanidade das espécies em causa dentro da parcela. Nisto foi necessário avaliar cada uma delas sem ter em conta a razão do seu estado fitossanitário de maneira a ter uma informação coerente da sanidade dos indivíduos da parcela acima mencionada.

Das espécies existentes dentro da parcela ZP03 foi possível encontrar 35 indivíduos equivalentes à 11,25% mortas (em pé ou tombada) por diversas causas; 54 indivíduos equivalentes à 17,36% danificados por acção humana (extracção de casca para fabrico de colmeias e outros usos), existências de cavidades (acção humana ou natural), e possível estrangulamento por lianas e/ou epífitos com fraca possibilidade de recuperação; 96 indivíduos equivalentes à 30,86% danificadas por efeitos de relâmpagos, fogo ou acção animal, com possibilidade de recuperação e 126 indivíduos que equivalem à 40,51% completamente sã.

No que se refere ao fuste e suas qualidades foi possível identificar 39 indivíduos equivalentes à 12,54% com fuste com varias tortuosidades ou em forma de espiral, presença de tumores e cavidades, fuste quebrado, rachado em qualquer posição ou toiças com rebotos; 63 indivíduos equivalentes à 20,25% têm fustes com forte tortuosidade ou bifurcada a metade da sua Hc; 149 indivíduos equivalentes à 47,90% com fuste recto, cilíndrico e sem defeito aparente, a uma Hc de 4m e de ramificação posicionada a menos de 1/3 do topo da árvore; 60 indivíduos equivalentes à 19,29% fuste recto cilíndrico, com ramificação a 1/3 do topo da árvore de Hc inferior a 4 m ou fuste ligeiramente torto cilíndrico desprovido de ramificações com Hc maior que 4 m, ou árvore de fuste ondulado ou canelado.

Quanto ao parâmetro da posição da copa ajuda a saber se a planta é emergente, de como a incidência da luz do sol se apresenta (directa) por cima da copa ou dos lados. Neste parâmetro, 40 indivíduos equivalentes à 12,86% tem toda a copa sem luz; 49 indivíduos equivalentes à 15,75% têm toda a copa recebendo alguma luz (difusa) por cima ou dos lados; 117 indivíduos equivalentes à 37,62% emergentes (sem copas vizinhas), recebendo a luz directa todo dia e 105 indivíduos que equivalentes à 33,76% tem toda copa recebendo a luz directa incidente somente por cima. Para além dos parâmetros acima classificados também houve a necessidade de quantificar as árvores tombadas e em pé. Na PAP ZP03 foram encontradas 306 árvores em pé que equivalem à 98,39% e 5 indivíduos que equivalem à 1,60% tombadas por várias razões.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Foram identificadas um total de 31 espécies de plantas vasculares (cientificamente e vernacularmente), pertencentes a 10 famílias botânica, sendo a família Fabaceae a mais destacada com maior número de espécies (12) bem como maior número de indivíduos (202), e o género *Brachystegia* foi o género com maior número de indivíduos (60). Das espécies da família Fabaceae, as subfamílias Caesalpinioideae e Papilionoideae tiveram 146 e 56 indivíduos, respectivamente

5. BIBLIOGRAFIA

- ANDRZEJEWSKI, C.; CALLEGARO, R. M.; LONGHI, S. J.; BIALI, L.J. (2019) Floristic Differentiation of a Deciduous Seasonal Forest Tree Stratum, Jaguari, RS, Brazil. *Floresta e Ambiente*, 26(4): e20150139.
- BYLAN; 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. [https:// DOI: 10.13140/RG.2.2.12438.37440](https://doi.org/10.13140/RG.2.2.12438.37440).BARBOUR M, BURK J.H, PITTS W. D, GILLIANS F.S. and SCHWARTZ, M.W. (1999). *Terrestrial Ecology*. Chicago, Illinois: Addison Wesley Longman, Inc.
- BURROWS, J.E., BURROWS, S.M., LÖTTER, M.C. & SCHMIDT, E. (2018). *Trees and Shrubs Mozambique*. Publishing Print Matters (Pty), Cape Town. Page 256
- CAMPBELL, B., FROST, P.G.H. and BYRON, N. (1996). Miombo woodlands and their use: overview and key issues. In: Campbell, B. (ed), *The Miombo in Transition: Woodlands and Welfare in Center for International Forestry Research (CIFOR)*, Bogor, Indonesia.
- 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.
- 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.
- FNDS.2019. Relatório do Mapa de Cobertura Florestal de Moçambique 2016. Maputo
- 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 virgenes tropicales. Revista ForestalVenezolana, 14(21): 29-42.
- FUSARI, A., LAMARQUE, F., CHARDONNET, P., BOULET H, (2010) Reserva Nacional do Gile, Plano de Maneio (2012-2021), Maputo.
- 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.
- 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.
- MAGALHÃES, T. M. (2018). *Inventário Florestal Nacional*. Maputo: Ministério Da Terra, Ambiente E Desenvolvimento Rural.
- ITOH, A., YAMAKURA T., OHKUBO T., KANZAKI M., PALMIOTTO P., TAN S., And LEE H. S. (2003). *Spatially aggregated fruiting in an emergent Bornean tree*. Journal of Tropical Ecology, v. 19, p. 531–538.
- MATE, R.; JOHANSSON, T.; Siteo, A. (2014) Biomass Equations for Tropical Forest Tree Species in Mozambique. Forests 5, no. 3: 535-556.
- MATTEUCCI, S. D. & COLMA, A. (1982). *Metodologia para el estudio de la Vegetacion*. Washington, Oea/Prduct, 168p.
- 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.
- NASCIMENTO, A. R. T.; LONGHI, S. J.; BRENA, D. A. (2001) Estrutura e padrões de distribuição espacial de espécies arbóreas em uma amostra de floresta ombrófila mista em Nova Prata, RS. Ciência Florestal, Santa Maria, v.11, n.1, p.105-119.
- 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., SITEO, A. A., GUEDES, B. S., & STAISS, C. (2002). Manual de silvicultura tropical. Maputo, Moçambique: Faculdade de Agronomia e Engenharia Florestal.

- SILVESTRE, R. *et al.* (2012). *Florística, Estrutura E Distribuição Espacial De Espécies Ocorrentes Em Um Remanescente De Floresta Ombrófila Mista*. Revista Científica Eletrônica de Engenharia Florestal Re.C.E.F. Castro-Pr, Graça SP. Associação Cultural e Educacional de Garça– ACEG. Faculdade de Agronomia e Engenharia Florestal – FAEF, Volume 19, Número 1.
- VIEIRA, F. A., CARVALHO, D., HIGUCHI, P. (2010). *Spatial pattern and finescale genetic structure indicating recent colonization of the palm Euterpeedulisin a Brazilian Atlantic forest fragment*. Biochem Genet, v. 48, p. 96–103.
- WATZLAWICK, L.F.; ALBUQUERQUE, J. M.; REDIN, C. G.; LONGHI, R. V.; LONGHI, S. J.; (2011) Estrutura, diversidade e distribuição espacial da vegetação arbórea na Floresta Ombrófila Mista em Sistema Faxinal, Rebouças (PR). *Ambiência Guarapuava (PR)*, v.7 n.3 p. 415 – 427.
- 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.