



**UNIVERSIDADE**

**EDUARDO**

**MONDLANE**

Faculdade de Ciências

Departamento de Ciências Biológicas

Licenciatura em Ecologia e Conservação da Biodiversidade Terrestre

Trabalho de Culminação de Curso

(Investigação)

**Estrutura populacional de *Colophospermum mopane* em resposta a sua exploração pelas comunidades no Parque Nacional de Banhine**

**Autora:** Vânia Gonçalo Nhauando



**UNIVERSIDADE**

**EDUARDO**

**MONDLANE**

Faculdade de Ciências

Departamento de Ciências Biológicas

Licenciatura em Ecologia e Conservação da Biodiversidade Terrestre

Trabalho de Culminação de Curso

(Investigação)

**Estrutura populacional de *Colophospermum mopane* em resposta a sua exploração pelas comunidades no Parque Nacional de Banhine**

**Autora**

Vânia Gonçalo Nhauando

**Supervisora**

Prof<sup>a</sup> Doutora. Alice Massingue

Maputo, Maio de 2024

## **Agradecimentos**

À **Deus** pela minha vida, por permitir com que meus objectivos fossem alcançados, durante todos os meus anos de estudos e por me permitir ultrapassar todos os obstáculos encontrados ao longo da realização deste trabalho.

Aos **meus familiares** em especial aos meus pais Gonçalo Nhauando e Joana Alberto Cumbe, que lutaram incansavelmente para que eu pudesse concluir os meus estudos com sucesso, pelo apoio moral, material, motivacional, etc. muito obrigada.

Aos **meus irmãos**, (Tânia, Arsénio, Eusébio, Gerson, Gonçalves, Amilton, Joaquina e Rosa) que me incentivaram nos momentos difíceis e compreenderam a minha ausência enquanto eu me dedicava à realização deste trabalho.

A **minha supervisora**, Prof. Doutora Alice Massingue agradeço pela orientação, apoio e partilha do saber e das valiosas contribuições que levaram a concretização do presente trabalho de investigação e ter desempenhado tal função com dedicação e amizade. Acima de tudo, agradeço pela motivação e acompanhamento nesta jornada desde o princípio, a considerar as subsequentes fases de alinhamentos até ao presente desfecho.

Ao **Castigo Datizua**, agradeço pelo apoio e acompanhamento incansável durante todo percurso académico. Muito obrigado

Aos **colegas do DCB**, em especial a minha turma de Expedição (2019), na qual tive momentos inesquecíveis e convivi intensamente durante os últimos anos, pelo companheirismo e pela troca de experiências que me permitiram crescer não só como pessoa, mas também como formando, vai o meu muito obrigado.

Aos **amigos e companheiros de batalha académica**, Sofia Nhalungo, Bragacina Tomas, Jonata Caminho, Paulo Chambisse, António Tomás, Belkiss Caetano, Mário Jr, Esmeralda da Graça, Ornelas Moiambo, e Regina Márcia agradeço pelos melhores momentos que juntos passamos.

A todos que participaram, directa ou indirectamente do desenvolvimento deste trabalho, enriquecendo o meu processo de aprendizagem, as pessoas com quem convivi ao longo desses anos de curso, que me incentivaram e que certamente tiveram impacto na minha formação académica. Muito obrigado!

**Declaração de honra**

Eu, Vânia Gonçalo Nhauando, declaro por minha honra que a presente pesquisa foi por mim realizada, os resultados conferem a realidade do campo, e que este relatório nunca foi submetido e apresentado para obtenção de qualquer grau académico que não seja o de Licenciatura em Ecologia e Conservação da Biodiversidade Terrestre, do Departamento de Ciências Biológicas da Universidade Eduardo Mondlane.

A candidata

---

(Vânia Gonçalo Nhauando)

Maputo, Maio de 2024

## **Dedicatória**

Este trabalho é dedicado aos meus Pais Gonçalo Nhauando e Joana Alberto Cumbe como fruto de toda a sua dedicação para que eu me formasse.

“Tudo é possível, quando há vontade, esforço e dedicação”.

## Lista de Abreviaturas

AC	Áreas de Conservação
ACTF	Áreas de Conservação transfronteiriças
APG	Angiosperm Phylogeny Group
CO2	Dioxido de Carbono
CIFOR	Centro Internacional de Investigação Florestal
DAP	Diâmetro a altura do peito
FAO	Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura
FDP	Funções de Probabilidade Contabilística
IFN	Inventário Nacional Florestal
MICOA	Ministério para a Coordenação da Acção Ambiental
MITADER	Ministério da Terra, Ambiente e Desenvolvimento Rural
MITUR	Ministério de Turismo
MDD	Modelo de Distribuição Diamétrica
PIB	Produto Interno Bruto
PNB	Parque Nacional de Banhine
REDD <sup>+</sup>	Redução das emissões por Desmatamento e Degradação florestal

## Índice de Figuras

Figura 1: Indivíduos e tronco da <i>Colophospermum mopane</i> no PNB. Fonte: Vânia Nhauando, 2019.....	16
Figura 2: Distribuição da floresta de Mopane na África Austral. Fonte: Mucina and Rutherford (2006) .....	19
Figura 3: Mapa de localização do Parque Nacional de Banhine. Fonte: Vânia Nhauando, 2019.....	24
Figura 4: Representação esquemática do gradiente de perturbação florestal orquestrada pelas comunidades locais. Adaptado de Shrestha e Alavalapati (2006) e Guthiga (2008). .....	28
Figura 5: Processo de medição do diâmetro e altura dos indivíduos.....	29
Figura 6: Modelos de distribuição de estrutura diamétrica na Comunidade Tchai-Tchai: Indivíduo em classes de diâmetros em função a distância de exploração dos perímetros habitacionais para o interior da floresta. ....	32
Figura 7: Modelos de distribuição de estrutura diamétrica na Comunidade de Tchove: Indivíduo em classes de diâmetros em função da distância de exploração dos perímetros habitacionais para o interior da floresta. ....	33
Figura 8: Diâmetros e alturas de indivíduos da <i>C. mopane</i> em áreas de diferentes distâncias na comunidade de Tchai-Tchai. ....	35
Figura 9: Diâmetros e alturas de indivíduos da <i>C. mopane</i> em áreas de diferentes de distâncias na comunidade de Tchove. ....	36
Figura 10: Densidade de plântulas e juvenis de <i>C. mopane</i> em função da distância de exploração na comunidade de Tchai-tchai (A). ....	38
Figura 11: Densidade de plântulas e juvenis de <i>C. Mopane</i> em função da distância de exploração na comunidade de Tchove (B) na zona tampão do PNB. ....	39

## Índice geral

Agradecimentos .....	1
Declaração de honra.....	2
Dedicatória.....	3
Lista de Abreviaturas .....	4
Índice de Figuras.....	5
Resumo .....	9
1. Introdução .....	10
1.1. Antecedentes .....	10
1.2. Problema do estudo .....	12
1.3. Justificativa do estudo .....	13
2. Objectivos de estudo .....	14
2.1. Geral .....	14
2.2. Específicos.....	14
3. Hipóteses de estudo.....	15
4. Revisão bibliográfica .....	16
4.1. Espécie de estudo.....	16
4.1.2. Anatomia e Morfologia .....	17
4.1.3. Biologia da espécie.....	17
4.1.4. Ecologia da espécie .....	17
4.1.5. Distribuição da <i>C. mopane</i> .....	18
4.1.6. Serviços ecossistêmicos da <i>C. mopane</i> .....	19
4.2. Exploração florestal.....	20
4.2.1. Regime de exploração florestal .....	20
4.2.2. Factores que determinam a exploração florestal .....	21
4.3. Teoria de decaimento da distância .....	21
4.4. Modelos de distribuição da estrutura de tamanho em populações vegetais .....	22

4.5. Regeneração natural .....	22
5. Área de Estudo .....	24
5.1. Localização geográfica .....	24
5.2. Características gerais do Parque Nacional de Banhine .....	24
5.2.1. Condições físicas.....	24
5.2.2. Condições bióticas.....	25
6. Metodologia .....	27
6.1. Descrição do Método.....	27
6.1.1. Técnica de Amostragem .....	27
6.1.2. Definição dos pontos de amostragem e recolha de dados .....	28
6.2. Análise de dados .....	29
6.2.1. Construção do modelo de distribuição da estrutura .....	29
6.2.2. Comparação dos diâmetros e das alturas dos indivíduos .....	30
6.2.3. Regeneração de indivíduos .....	30
7. Resultados .....	32
7.1. Distribuição da estrutura diamétrica da população de <i>C. mopane</i> .....	32
7.2. Estrutura de tamanhos dos indivíduos da <i>C. mopane</i> .....	34
7.3. Regeneração dos indivíduos <i>C. mopane</i> .....	37
8. Discussão .....	40
8.1. Distribuição da estrutura diamétrica da população de <i>C. mopane</i> .....	40
8.2. Estrutura de tamanhos dos indivíduos da <i>C. mopane</i> .....	42
8.3. Regeneração dos indivíduos .....	43
9. Conclusão.....	46
10. Recomendações de estudo .....	47
11. Limitações de estudo.....	48
12. Referências bibliográficas.....	49
13. Anexos.....	59

14. Apêndices.....62

## Resumo

A estrutura populacional de uma comunidade vegetal é tipicamente influenciada pela exploração florestal causada pelo homem. Apesar de constituir um factor causador da alteração dos padrões estruturais da vegetação pouco se sabe sobre a influência da distância entre a floresta e os assentamentos humanos na estrutura populacional de uma comunidade vegetal. Neste estudo pretendeu-se analisar a estrutura populacional de *C. mopane* em relação à distância de exploração pelas comunidades dentro e zona tampão do Parque Nacional de Banhine. Para tal, foram seleccionadas duas comunidades: Tchai-Tchai (zona tampão) e Tchove (interior do parque) onde foram delineadas no total 36 quadrículas de 20 x 20m seguindo um transecto imaginário feito a base de um gradiente de perturbação tendo em conta a distância fixa de 500 metros dos assentamentos humanos ao interior da floresta. Em cada área correspondente a uma distância foi realizado o levantamento de indivíduos em regeneração (plântulas e juvenis) e adultos onde fez-se medição dos diâmetros através de uma suta e estimação visual das alturas. Com os indivíduos amostrados, foram construídos os modelos de distribuição de estrutura, analisado o crescimento em diâmetro e altura e a capacidade de regeneração da espécie.

Os resultados demonstraram que a distribuição da estrutura diamétrica da população da *C. mopane* na comunidade de Tchai-Tchai segue o padrão de distribuição que se ajusta ao modelo J-invertido, porém na comunidade de Tchove verificou-se que nenhuma área apresenta um modelo que se ajusta ao modelo J-invertido. Para a análise de crescimento, a comunidade de Tchai-Tchai demonstrou que estrutura diamétrica e altura de indivíduos da *C. mopane* foi maior nas áreas de floresta muito distante da comunidade e indivíduos menores foram notórios nas áreas localizadas a partir da área mais próxima aos assentamento humanos, as análises estatísticas (ANOVA) demonstraram que existem diferenças significativas nos diâmetros e altura dos indivíduos da *C. mopane* entre as áreas com diferentes distâncias de exploração dos recursos com ( $F=8.92$ ;  $p<0.001$ ) e ( $F=11.22$ ;  $p<0.001$ ) respectivamente.

Na comunidade de Tchove áreas próximas assim como distantes apresentam indivíduos com diâmetros e alturas menores, as análises estatísticas (ANOVA) demonstra que não existem diferenças significativas nos diâmetros e altura dos indivíduos entre as áreas de diferentes distâncias de exploração ( $F=0.68$ ;  $P> 0.05$ ). Na regeneração dos indivíduos, na comunidade de Tchai-Tchai verificou-se maior densidade de juvenis e plântulas em áreas próximas dos assentamentos humanos e em Tchove a densidade dos juvenis e plântulas não varia exponencialmente em função da distância entre os assentamentos humanos e a floresta, sendo deste modo a distância entre os assentamentos humanos e a floresta um factor determinante para estrutura populacional de *C. Mopane*.

**Palavras- chave:** Espécie, distância, estrutura, exploração florestal, comunidade.

## 1. Introdução

### 1.1. Antecedentes

As florestas actualmente cobrem cerca de 4,06 bilhões de hectares (ha), correspondente a 30,8 % da área terrestre global, onde cerca de 45% da área florestal global são encontrados nas florestas tropicais (FAO, 2020). Em África, estimativas da FAO (2015) indicam que a área florestal cobre cerca de 624.103 hectares.

Mesmo que a taxa de perda de floresta líquida global tenha vindo a reduzir (FAO, 2016), a conservação de ecossistemas florestais continua a ser um grande desafio. Em termos absolutos, a área florestal global diminuiu em 178 milhões de hectares entre 1990 e 2020, sendo que África teve a maior perda líquida<sup>1</sup> de área florestal entre 2010-2020, com uma perda de 3,94 milhões de hectares ao ano (ha/ano) (FAO, 2020).

Moçambique é um dos poucos países africanos que ainda detém de uma considerável área de florestas nativas e outras formações lenhosas, compostas principalmente por Miombo, Mecrusse e Mopane, perfazendo aproximadamente 26,9 milhões de hectares, sendo que 13 milhões desses hectares são definidos como áreas não adequadas para a produção de madeira, principalmente onde estão localizados os Parques Nacionais e as Reservas Florestais (Magalhães, 2018).

Contudo, essas extensões têm vindo a reduzir a cada ano por conta do desmatamento resultante do uso insustentável dos recursos principalmente por parte das comunidades rurais. Estima-se que anualmente o País perde por desmatamento cerca de 219.000 ha/ano, o equivalente a uma mudança de 0,58% ao ano (Magalhães, 2014).

A maioria dos moçambicanos vive em áreas rurais e depende dos recursos naturais para a sua subsistência diária e apenas 7 a 9% da população total tem acesso à energia eléctrica, sendo que a restante população recorre ao uso da lenha e carvão vegetal como fonte de energia e como consequência, esses usos representam mais de 85% do consumo total de energia no país, e constituem uma das principais causas do desmatamento de florestas (Marzoli, 2007).

Um das províncias que vem sofrendo impacto de desflorestamento é a província de Gaza, com cerca de 2400 (10<sup>3</sup>-ha) de cobertura florestal (Chandamela, 2020), tendo perdido por desmatamento cerca de 3 509 ha no período de 2004 – 2016 (MITADER, 2019).

---

<sup>1</sup> Perda líquida de uma área florestal corresponde a área desmatada menos a área de plantação florestal (MITADER, 2018)

O Parque Nacional de Banhine localizado na Província de Gaza é dominado pelo ecossistema de Mopane (Marzoli, 2007), que constitui a segunda maior comunidade vegetal em Moçambique, caracterizada pela predominância da espécie *Colophospermum mopane* (Van Wyk, 1972; Bila *et al.*, 2018).

A floresta de mopane é uma das florestas mais exploradas na província de Gaza, dentro e nas imediações incluindo a zona tampão do Parque Nacional de Banhine, dado que é a principal fonte de diversos bens e serviços de ecossistemas essenciais tais como material de construção, combustível lenhoso, produtos medicinais e alimentares (MITUR, 2010). Um estudo recente realizado no Parque Nacional de Banhine sobre as estratégias de subsistência das famílias das comunidades (povoados) de Tchai-Tchai e Tchove (Ibraimo, 2021) revela que a exploração da espécie *Colophospermum mopane* em Banhine é determinada por duas variáveis socioeconómicas principais: (1) a imperiosidade de usar os recursos de Mopane para satisfazer as suas necessidades básicas (obtenção de material de construção, combustível lenhoso, entre outros); e da (2) distância percorrida para encontrar e extrair os respectivos recursos.

A distância a percorrer geralmente limita a interação entre a floresta e os usuários dos recursos (comunidades locais), pelo tempo de viagem que se leva dos povoados à floresta onde encontram-se os recursos. Isto envolve vários custos, desde o consumo de energia corporal e por vezes a necessidade de usar transporte rodoviário ou outros meios onerosos (Hegde e Enters, 2000; Guthiga, 2008). Não obstante, sabe-se que a exploração florestal tem impactos na estrutura da vegetação, pois causa alteração no padrão de distribuição das espécies na floresta (Gomes *et al.*, 2004). Esse padrão de distribuição também vai alterando em função da distância entre os povoados (usuários) e as florestas onde são explorados os recursos. A distribuição varia com o aumento ou decaimento da distância desde áreas próximas dos povoados para zonas do interior de fragmentos florestais (Murcia 1995; Primak e Rodrigues 2001). Este fenómeno é designado “**Efeito do Decaimento da Distância**” (Rodrigue *et al.*, 2009).

A base teórica do “Efeito de Decaimento da Distância” defende que a interação entre dois locais distantes diminui à medida que a distância entre eles aumenta (Rodrigue *et al.*, 2009; Bett, 2018). Este pressuposto teórico é baseado no conceito do “atrito da distância” onde a própria distância dificulta a interação entre os lugares, quanto mais distantes dois locais estiverem, maior será o obstáculo (Marsh *et al.*, 2008).

Partindo deste pressuposto acredita-se que distâncias entre as zonas próximas a povoações e a florestas têm efeitos em alguns parâmetros vegetacionais tais como a composição específica, estrutura populacional e parâmetros populacionais (tamanho, distribuição de classes, densidade

e abundância) em fragmentos florestais (Wiens *et al.*, 1993), onde próximo das povoações espera-se que haja maior influência humana sobre as florestas e ao passo que próximo e dentro das florestas espera-se a influência seja menor. Assim sendo, a presente pesquisa pretende analisar a estrutura populacional da *Colophospermum mopane* em função da distância percorrida pelas comunidades locais para a sua exploração no Parque Nacional de Banhine.

## 1.2. Problema do estudo

Moçambique possui um enorme capital florestal, mas este encontra-se em constante e acelerada diminuição (Wertz-Kanounnikoff *et al.*, 2012) devido a fragilidades relacionadas a sua conservação, elevada demanda de bens e serviços a que estão sujeitas (CIFOR, 2014) e ao facto de serem o principal meio de subsistência da população rural que geralmente é pobre (Magalhães, 2018).

Entretanto, segundo o Magalhães (2018), 267.000 ha de florestas foram perdidas anualmente no período entre 2003 e 2013, com uma taxa histórica de desmatamento de 0,79%. De acordo com as previsões da Estratégia Nacional do REDD +, se a actual tendência de desmatamento continuar até 2030, poderá aumentar até cerca de 500 000 hectares por ano (MITADER, 2016). Há também uma tendência de a exploração florestal abranger áreas de conservação em Moçambique, e o Parque Nacional de Banhine não é excepção, sendo este um dos parques com grande registo de casos de exploração florestal (Magalhães, 2014). Nos últimos anos o Parque perdeu uma significativa parte de cobertura florestal pela exploração ilegal da madeira, este fenómeno está directamente associado a grande extensão do parque e a baixa capacidade de fiscalização (Equipe de gestão, comunicação pessoal, 2019).

Contudo, reconhece-se que a utilização de recursos é um factor determinante na dinâmica das florestas e conduz mudanças na dinâmica de crescimento e no processo sucessão ecológica das florestas tropicais (Francez *et al.*, 2013), mas quando feita de forma predatória, modifica as condições físicas, dificulta o processo de regeneração e manutenção da floresta, as quais induzem mudanças na estrutura e funcionamento da vegetação natural (Burslem e Whitmore, 1999).

A distância entre os utilizadores de recursos e a fonte de recursos (as florestas) é um dos fatores que determinam a motivação e intensidade da exploração dos recursos florestais (Kerapeletswe e Lovett, 2002). Todavia, não existe um padrão muito claro sobre até que ponto a distância entre a matriz antrópica (designação de áreas de forte influência humana) e o interior da floresta influência na estrutura da vegetação (Kapos *et al.*, 1997; Nascimento e Laurance, 2006).

Para o caso de ecossistemas de Mopane, vários estudos têm sido desenvolvidos para descrever a sua distribuição diamétrica (Mate *et al.*, 2014; Magalhães e Seifert, 2015). Mas, ainda são inexistentes estudos sobre a influência da distância dos assentamentos humanos sobre a estrutura populacional da vegetação em Moçambique.

### **1.3. Justificativa do estudo**

As florestas fornecem serviços ecossistêmicos de valor local e global, incluindo a regulação do clima através da captura e armazenamento de carbono, protecção das bacias hidrográficas através do controle da erosão do solo, qualidade e quantidade da água, bem como o habitat para espécies importantes a nível global (Magalhães, 2018). Só em Moçambique, o estoque de carbono acima e abaixo do solo do país totaliza mais de 5,2 bilhões de CO<sub>2</sub>, este armazenamento é fundamental para os compromissos de mitigação das mudanças climáticas do país (FAO, 2020), sendo, portanto, a cobertura florestal um dos indicadores de resposta ao Objectivo de Desenvolvimento Sustentável 15 “Vida na Terra”.

Segundo Santos *et al* (2016), a conservação de áreas florestais passa pela compreensão do seu comportamento face às perturbações naturais e antropogénicas a partir da distribuição diamétrica, pode-se conhecer as espécies que compõem a floresta, assim como o seu comportamento e dinâmica estrutural. Portanto, os estudos de estrutura populacional são de extrema necessidade pois auxiliam no direcionamento de futuros estudos aplicados na biologia de conservação e na gestão de unidades de conservação, principalmente em ambientes perturbados por actividades humanas (Connell *et al.*, 1984; Bila e Mabjaia, 2012).

A partir do conhecimento dos processos dinâmicos que actuam nas modificações da estrutura da comunidade florestal torna-se possível inferir qual tendência futura de um determinado ecossistema florestal e qual a melhor forma de intervenção para gestão desse ecossistema (Hubbell e Foster 1992). A distribuição diamétrica permite também caracterizar as tipologias florestais (Reis *et al.*, 2014) e é utilizada também como guia para referência de corte e sobretudo como verificador de sustentabilidade ambiental de manejo (Hubbell e Foster 1992). Outrossim, os problemas na estrutura populacional associados à gestão dos recursos naturais são também essencialmente específicos das localidades, portanto, as soluções devem ser buscadas através da cooperação com os participantes locais (Sharma, 1992). Estudos da influência das distâncias entre as povoações e a floresta, auxiliam na gestão participativa comunitária dos recursos florestais e na definição dos planos de manejo florestal de modo a evitar conflitos e sobre exploração dos recursos florestais.

## **2. Objectivos de estudo**

### **2.1. Geral**

- Analisar a estrutura populacional de *Colophospermum mopane* em relação à distância percorrida pelas comunidades locais para a sua exploração dentro e zona tampão do Parque Nacional de Banhine.

### **2.2. Específicos**

- Construir o modelo de distribuição da estrutura dos indivíduos da *Colophospermum mopane* para áreas próximas das comunidades a áreas do interior das florestas;
- Estimar e comparar os diâmetros e alturas dos indivíduos entre áreas próximas das comunidades a áreas do interior das florestas;
- Determinar o índice de regeneração dos indivíduos em áreas próximas das comunidades a áreas do interior da floresta.

### 3. Hipóteses de estudo

O rápido crescimento da população humana em áreas rurais incrementa o estabelecimento de novas povoações em zonas florestais e conseqüentemente um forte aumento na exploração dos recursos florestais (Popradit *et al.*, 2015). Todavia esta exploração tem influência no crescimento e induzem mudanças na estrutura dos indivíduos de espécies florestais (Gomes *et al.*, 2004).

Segundo a base teórica do “Efeito do Decaimento da Distância”, a distância da localização dos povoados em relação à floresta influencia no nível de exploração da floresta, tanto a população que utiliza a floresta bem como a quantidade de produtos florestais extraídos (Rodríguez *et al.*, 2009). A proximidade das povoações a florestas, designada “Matriz antrópica” permite que agregados familiares tenham possibilidade de extrair mais recursos pela acessibilidade, redução do custo de trabalho e transporte (Kerapeletswe e Lovett, 2002).

Enquanto o seu afastamento geralmente limita a extração não só pelos custos, mas também através da incerteza da possibilidade de encontrar o recurso desejado (Gunatilake, 1998). Isso faz com que o nível de cobertura florestal aumente com o aumento da distância entre a floresta e perímetros habitacionais (Shrestha e Alavalapati, 2006). Portanto, com incremento da distância das povoações para áreas florestais verifica-se aumento em tamanho de indivíduos e conseqüentemente, redução da densidade de indivíduos em regeneração (Bett, 2018).

Baseando-se neste pressuposto teórico, pode se chegar a seguintes hipóteses. No Parque Nacional de Banhine:

- Há uma variação exponencial no tamanho dos indivíduos das áreas próximas das comunidades a áreas da floresta.
- Áreas próximas dos assentamentos humanos apresentam mais indivíduos menores (plântulas e juvenis), do que no interior da floresta. O número de indivíduos reduz exponencialmente com o incremento da distância e aumenta com o decaimento da distância entre a comunidade e o interior da floresta.

## 4. Revisão bibliográfica

### 4.1. Espécie de estudo

*Colophospermum mopane* (J.Kirk ex Benth.) J.Léonard é uma espécie arbórea florestal pertencente à família botânica Fabaceae, sub-família Caesalpinoideae (Nabors, 2012). Na região da África Austral é vulgarmente conhecida por “mopane” (Makhado *et al.*, 2018), mas localmente na província de Gaza as comunidades locais chamam-na de “Chanaze”.



**Figura 1:** Indivíduos e tronco da *Colophospermum mopane* no PNB. Fonte: Vânia Nhauando, 2019.

4.1.1. Classificação taxonómica Classificação da *C. mopane* de acordo com o sistema de classificação taxonómica APG IV<sup>2</sup>:

<b>Reino</b>	Plantae
<b>Clado</b>	Angiospermas
<b>Clado</b>	Eudicoteledóneas
<b>Clado</b>	Fabídias
<b>Ordem</b>	Fabales
<b>Família</b>	Fabaceae

---

2

O Sistema de classificação APG IV, é a quarta versão do moderno sistema de classificação das plantas com flores (angiospérmicas), essencialmente baseado em estudos de filogenia molecular desenvolvido pelo *Angiosperm Phylogeny Group* (APG IV, 2016).

<b>Subfamília</b>	Caesalpidioidea
<b>Gênero</b>	Colophospermum
<b>Espécie</b>	<i>Colophospermum mopane</i>

#### 4.1.2. Anatomia e Morfologia

*C. mopane* é geralmente uma árvore, às vezes arbusto com uma variação considerável na altura e densidade. Predomina desde matas densas ou savanas abertas com árvores que podem atingir alturas de até 10 a 20 m (Van Wyk e Van Wyk, 1997) em solos aluviais profundos. Em solos alcalinos impenetráveis o Mopane tende a ser de pequeno porte é arbustivo com arbustos de 1 a 3 m (Bandeira *et al.*, 2011).

As folhas são pinadas com dois grandes folíolos que podem variar consideravelmente em tamanho na mesma árvore (Wiggins 1997) e dentro de uma estação de crescimento (Potgieter e Wessels 1998). As folhas da *C. mopane* apresentam-se em forma de "asa de borboleta" (Wessels *et al.*, 2001b). Possui flores discretas, (Krüger *et al.*, 1999). Os frutos são indeiscentes, achatados, reniformes ou obliquamente semicirculares e *marrom*-amarelados, a sua superfície é coberta por numerosas glândulas de resina espalhadas (Wessels *et al.*, 2001a).

As sementes de *C. mopane* são geralmente reniformes, comprimidas lateralmente e suas superfícies são cobertas por numerosas pequenas glândulas avermelhadas que são pegajosas. O pericarpo da fruta não tem a estrutura intrincada de uma leguminosa típica e só se abre ao longo de um lado em uma zona de fraqueza da sutura ventral (Jordaan e Wessels 1999).

#### 4.1.3. Biologia da espécie

*C. mopane* é uma espécie decídua de crescimento lento, floresce de Dezembro a Janeiro, e seus frutos amadurecem no período dos meses de Março e Junho (Thomson, 1960; Wessels *et al.*, 2001b), suas folhas caem de forma irregular desde o início da estação seca e geralmente fica sem folhas de Agosto a Outubro. As sementes são dispersas pela chuva e vento a distâncias curtas, a propagação por semente é considerada relativamente fácil e sem necessidade de pré-tratamentos, no entanto, a produção de flores é altamente irregular, e a polinização (Wessels *et al.*, 2001b; Ribeiro e Matediane, 2019).

#### 4.1.4. Ecologia da espécie

Ecologicamente, *C. mopane* pode ser considerada um colonizador secundário, fisiologicamente bem-adaptado a condições de seca (Van Wyk e Van Wyk, 1997), com capacidade de sobreviver chuva baixa a moderada (Henning, 1976; Timberlake, 1995), estresse hídrico (Choinski e

Tuohy 1991; Mantlana, 2002) e altas temperaturas (Dye e Walker, 1980).

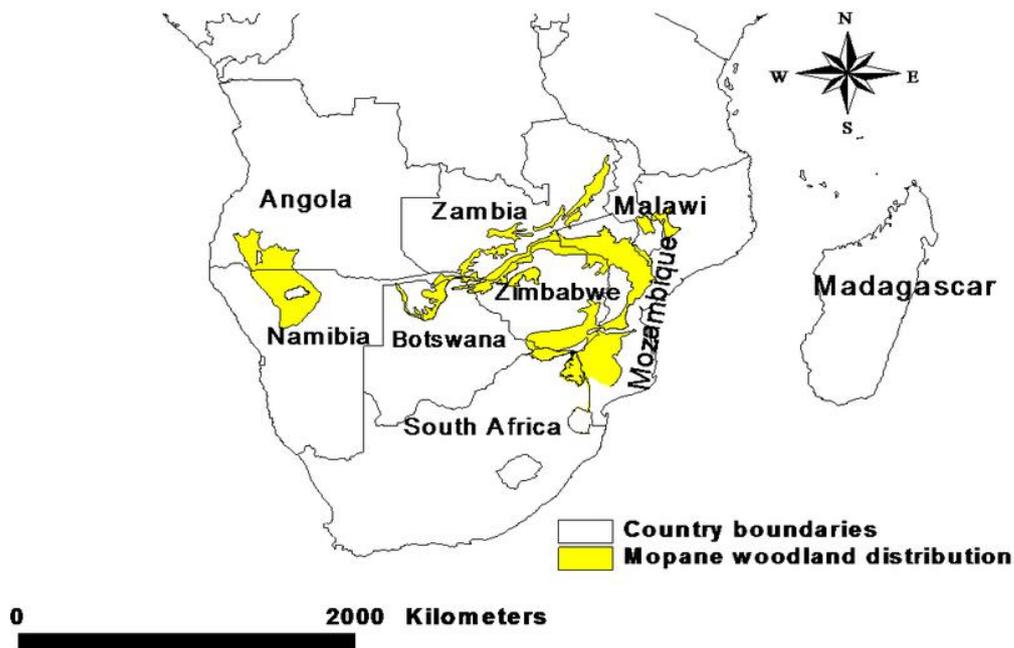
As raízes das árvores de *C. mopane* são capazes de utilizar a água do solo em um potencial matricial inferior ao das gramíneas (Smit, 1994). Apresentando pobre desenvolvimento do componente graminal na copa da floresta de mopane que geralmente consiste em espécies de *Aristida* e *Eragrostis* (Timberlake, 1999).

Esta vegetação alberga 5 espécies de aves que podem ser consideradas quase endêmicas: o Pássaro-de-amor de Lilian's (*Agapornis lilianae*), o Pássaro-de-amor de face preta (*Agapornis nigrigenis*), Pintadinho de garganta rosada (*Hypargos margaritatus*), Barbaas de Champlin's (*Lybius chaplini*), Chasco-das-rochas (*Pinarornis plumosus*) e o Canário-de-peito-limão (*Serinus citrinipectus*) e ainda várias plantas medicinais das quais se destaca o gengibre selvagem (*Siphonochilus aethiopicus*) e a *Warburgia salutaris*, e não existe nenhuma reserva florestal estabelecida neste ecossistema (Ribeiro e Matediane, 2019).

#### **4.1.5. Distribuição da *C. mopane***

Mopane é uma espécie limitada apenas à região subtropical da África Austral aparecendo na área entre a latitude 1 ° e 24 ° S e a longitude 12 ° e 36 ° E. Os países onde a espécie é endêmica são: norte da Namíbia, sudoeste de Angola, sudeste da Zâmbia, norte, centro e leste do Botswana, sul e nordeste do Zimbábue, nordeste da África do Sul, norte e sul de Moçambique e sul do Malawi (MacArthur e Wilson, 1967).

Em Moçambique, a ecorregião de Mopane ocupa uma faixa do território Moçambicano desde o Parque Nacional de Gorongosa ao norte do Rio Zambeze ao oeste de Inhambane e Gaza mais concretamente nos distritos de Mabote, Govuro e Mabalane, Massingir, Chicualacuala, Pafuri, Massangena (Bandeira *et al*, 2011).



**Figura 2:** Distribuição da floresta de Mopane na África Austral. Fonte: Mucina and Rutherford (2006)

#### 4.1.6. Serviços ecossistêmicos da *C. mopane*

##### 4.1.6.1. Serviço de provisão

A floresta de Mopane possui muitos benefícios e é de grande importância socioeconômica nas regiões onde ocorre. A árvore fornece uma madeira valiosa e, conseqüentemente, é amplamente utilizada para vários fins (Madzibane e Potgieter, 1999; Mashabane *et al.*, 2000). A madeira de *C. mopane* é tradicionalmente usada para postes e na construção de casas escolas, barcos e curral (Melusi e Mojeremane, 2012) por sua vez a lenha por se tratar de uma madeira que queima lentamente é usado na produção de carvão de qualidade (Tietema *et al.*, 1991), e é amplamente usada como lenha pelas comunidades rurais na região da África Austral, onde cerca de 79 milhões de pessoas dependem de combustíveis de biomassa como sua principal fonte de combustível (Karekezi e Ewagata, 1994).

A espécie *C. mopane* é hospedeira de lagartas *Gonimbrasia belina* (mariposa imperador) que se alimentam de suas folhas. No Sul da África as lagartas são geralmente secas, torradas e consumidas, e são coletadas e vendidas para gerar renda. A árvore também hospeda o psilídeo *Retroacizzia mopani* (Melusi e Mojeremane, 2012)

Na medicina tradicional as suas folhas e raízes possuem uma diversidade de usos (Potgieter *et al.*, 2001) são usados para tratar feridas de cicatrização lenta ou para parar o sangramento das feridas, tratar resfriados, dores nos olhos ou dor de cabeça, inflamações nos olhos, doenças venéreas, sífilis, diarreia e dores de estômago, constipação, sangramento das gengivas, entre outras doenças (Melusi e Mojeremane, 2012).

#### **4.1.6.2. Serviços de regulação**

A floresta de *C. mopane* contribui com vários serviços de regulação em ecossistemas, desde o melhoramento dos solos (a cinza que deriva desta planta possui alto teor de fosfato, cálcio e cal e é usada como fertilizante para enriquecimento de solos empobrecidos). Por outro lado, *C. mopane* desempenha um papel crucial, pois sua folhagem é um alimento importante para muitos herbívoros selvagens, incluindo Elefantes e Kudu (Styles e Skinner, 2000). As suas folhas são ricas em proteína bruta (Bonsma, 1942), com níveis relativamente altos de cálcio e fósforo (Bonsma, 1942; Timberlake, 1995).

## **4.2. Exploração florestal**

De acordo com NPFT (2005), entende-se por exploração florestal, o conjunto de medidas e operações ligadas à extração dos produtos florestais para a satisfação das necessidades humanas, às florestas naturais de Moçambique encontram-se sujeitas à exploração florestal descontrolada no qual predomina o sistema de extração com base em licença simples, sendo a lenha, a produção do carvão e produção de madeira em toro os principais produtos. No entanto, a exploração tem sido feita de forma pouco regrada, tendo como consequência uma contribuição para um nível alto de desmatamento.

De acordo com Pereira *et al.* (2002) as florestas nativas constituem a principal fonte de energia lenhosa do país, e estima-se um consumo de cerca de 12 milhões de toneladas por ano de combustíveis lenhosos. Os produtos florestais possuem um papel importante na economia nacional chegando a contribuir com uma média de 9% no PIB.

### **4.2.1. Regime de exploração florestal**

De acordo com o Decreto n.º 22/2002 de 6 de Junho do Boletim da república de Moçambique, a actividade florestal pode ser desenvolvida no regime de exploração por licença simples ou exploração por contrato de concessão florestal, as comunidades locais, quando exploram os recursos florestais para consumo próprio, podem fazê-lo a qualquer altura do ano, sem necessidade de pagamentos de taxa de exploração, todavia os produtos florestais extraídos para

consumo próprio das comunidades locais, só poderão circular dentro do Posto Administrativo em que a comunidade está inserida, esta exploração florestal das matas nativas é baseada no corte selectivo de algumas espécies e dimensões de acordo com a preferência tendo em conta a finalidade.

#### **4.2.2. Factores que determinam a exploração florestal**

Estima-se que 80% da população rural possui uma dependência histórica das florestas e satisfaz as suas necessidades em proteínas animal a partir da caça de animais bravios, insectos comestíveis e dos peixes de águas interiores, construção de abrigo, uso da energia lenhosa e que o sector familiar é o principal consumidor e beneficiário dos serviços e produtos de floresta (MITADER, 2019)

A exploração florestal é motivada por alguns factores, são eles: políticas que orientam a realização da actividade florestal, dinâmica da população, as condições das vias de acesso às florestas, a distância dos locais de exploração dos recursos florestais com os principais centros urbanos e as expectativas contínuas de melhoria no padrão de vida (Kumar *et al.*, 2014).

As bordas da floresta têm uma alta probabilidade de serem desmatadas (Ludeke *et al.*, 1990) e estudos mostraram que o desmatamento tem tendência a começar a partir da borda da floresta existente (Eastman, 2006). Assim, a distância da borda da floresta é considerada como uma das variáveis explicativas da mudança da estrutura das populações vegetais. A mudança na cobertura florestal também está altamente relacionada à proximidade de estradas e assentamentos (Ludeke *et al.*, 1990) e, portanto, a frequência da mudança da cobertura florestal diminuiu gradualmente com o aumento da distância das estradas, assentamentos humanos (Kumar *et al.*, 2014).

#### **4.3. Teoria de decaimento da distância**

A interacção entre dois factores é limitado pela distância existente entre estes, a distância a percorrer geralmente limita a interacção entre a floresta e os usuários dos recursos florestais (comunidades locais), pelo tempo de viagem que se leva dos povoados à floresta onde encontram-se os recursos. Isto envolve vários custos, desde o consumo de energia corporal e por vezes a necessidade de usar transporte rodoviário ou outros meios onerosos (Hegde e Enters, 2000; Guthiga, 2008). A base teórica do ‘‘Efeito de Decaimento da Distância’’ defende que a interacção entre dois locais distantes diminui à medida que a distância entre eles aumenta (Rodrigue *et al.*, 2009).

#### **4.4. Modelos de distribuição da estrutura de tamanho em populações vegetais**

A caracterização dos ecossistemas florestais é geralmente realizada através da estrutura horizontal e vertical (Filho, 2014). A estrutura de uma floresta pode ser explicada através da avaliação de sua distribuição diamétrica, a qual é definida como a caracterização do número de árvores por unidade de área e intervalos de classe de diâmetro (tamanho) (Pires O' Brien e O'Brien 1995).

A distribuição dos indivíduos por classe de tamanho é um parâmetro utilizado para caracterizar tipos florestais, estágios sucessionais, estado de conservação, regimes de manejo, processos de dinâmica de crescimento e produção, grupos ecológicos de espécies, sustentabilidade ambiental do manejo, etc. (Lima e Leão, 2013).

As distribuições diamétricas podem ser dos tipos: uni-modais, multimodais, normais e decrescentes (J-invertido), sendo o modelo decrescente (maior quantidade de indivíduos nas classes de tamanhos menores, decrescendo com o aumento das classes) o característico das florestas naturais. Uma distribuição decrescente quando comparado com a uni-modal e multimodal garante a perpetuação da floresta com o tempo (Longhi, 1980).

A análise da distribuição diamétrica em florestas naturais possibilita melhor conhecimento e entendimento das espécies que compõem a floresta, possibilitando uma melhor planificação para o estabelecimento de estratégias adequadas para a conservação e manejo (Batista *et al.*, 2015).

Nesse contexto, a distribuição diamétrica assume importância significativa no levantamento da estrutura horizontal de uma floresta, por permitir caracterizar uma tipologia florestal e, também, por ser um indicador do estoque em crescimento das espécies, além de fornecer subsídios para tomada de decisões e para a planificação do manejo florestal sustentável (Machado *et al.*, 2009<sup>a</sup>). Entretanto, a melhor forma de descrever a estrutura diamétrica de uma floresta ou de uma espécie é por meio da aplicação de funções de densidade probabilística (FDP) ou modelos de distribuição diamétrica (MDD) (Machado *et al.*, 2009<sup>b</sup>).

#### **4.5. Regeneração natural**

O termo regeneração se refere, de maneira geral, às fases juvenis da espécie. Cada classe diamétrica pode ser considerada como regeneração da classe imediatamente superior, da

mesma espécie (Carvalho, 1984). Nas florestas, o processo de regeneração natural compreende o mecanismo de autógeno de perpetuação de suas espécies arbóreas. No sentido técnico, esse processo é uma forma de reconstituir ou perpetuar povoamentos florestais através de sementes e do banco de plântulas (Chesser e Brewer, 2011).

De acordo com Pantaleão (2008) a regeneração natural das espécies florestais no ecossistema constitui o apoio ecológico de sua sobrevivência. Fitossociologicamente entende-se que para uma “Associação clímax”, a grande maioria das árvores que integram a cobertura geral da floresta, teria que estar representada na regeneração para que desta maneira pudesse haver substituição normal dentro da mesma identidade botânica. No processo de regeneração da floresta, a geração de novos indivíduos se dá através de propágulos oriundos da dispersão (chuva de sementes), pelo banco de sementes ou plântulas ou ainda a partir da reprodução vegetativa (Rodrigues *et al.*, 2004).

Para estudar a regeneração natural e chegar à definição de parâmetros que possibilitem um manejo adequado, deve-se considerar, entre outros aspectos, os seguintes: o estudo da estrutura da regeneração, o crescimento, e os tratamentos silviculturais a serem aplicados na floresta. A análise estrutural de uma floresta diz respeito à quantificação da abundância, da frequência e do valor de cobertura das espécies, às características sociológicas e à dinâmica da população, a avaliação dinâmica da regeneração natural é realizada a partir de dados coletados em medições de parcelas permanentes ou parcelas temporárias (Carvalho, 1984).



a maior parte do ano, os padrões climáticos são dominados por céus limpos criados por um sistema de alta pressão que prevalece sobre o sul da África entre Abril a Setembro (McNamara e Larsen, 2006).

A precipitação média anual varia de 584-470 mm, correspondente a sudeste do Parque, onde o distrito de Chicualacuala representam melhores padrões de precipitação do PNB e mostram menos tendência à seca, todavia o distrito de Chigubo a evaporação anual excede um metro, e pode representar melhor evaporação para zonas pantanosas de Banhine (McNamara e Larsen, 2006).

### ***Geologia***

O PNB encontra-se dentro de uma bacia sedimentar cujo eixo corre quase paralelo aos dias actuais da costa de Moçambique. O parque é coberto principalmente por solos arenosos que sobrepõem uma camada de calcários aproximadamente sete metros abaixo da superfície. A zona húmida consiste em depósitos aluviais transportados por riachos intermitentes originários fora dos limites do PNB (McNamara e Larsen, 2006).

A área é sustentada por sedimentos arenosos e argilosos com colúvio no Leste, sendo que as regiões mais afastadas das lagoas possuem solos arenosos, e os solos argilosos encontram-se em regiões pantanosas e mais próximas das lagoas ( Stalmans e Wishart, 2005; MITUR, 2003).

## **5.2.2. Condições bióticas**

### **Vegetação**

De acordo com Stalmans e Wishart (2005) usando uma combinação de levantamento de campo e a análise de imagens de satélite LANDSAT, as vegetações do PNB classificam-se em 5 amplas paisagens compostas por combinações de 11 comunidades de plantas distintas. Representando amplos agrupamentos vegetativos com base em uma combinação de factores ambientais, incluindo topografia, solos, hidrologia e o padrão de vegetação natural existente.

### ***Zonas húmidas***

Compreende áreas sazonalmente a permanentemente inundadas na parte nordeste do PNB, espécies como *Phragmites australis*, *P. mauritanus*, *Typha capensis* caracterizam esse tipo de vegetação. Esta importante paisagem de pântanos cobre aproximadamente 1,1% do Parque (MITUR, 2010).

### ***Pradarias***

Essas áreas são áreas sazonalmente inundadas que circundam os pântanos. Esta paisagem

ocupa aproximadamente 13.6 % do PNB, sua característica são suas pastagens abertas da espécie *Cynodon Dactylon* com árvores dispersas e aglomerados de vegetação arbustiva da espécie *Xanthocercis zambesiaca*. Esta paisagem foi identificada como de importância crítica para a população residente de avestruzes (*Struthio camelus*) (Stalmans e Wishart, 2005).

### ***Florestas ou matas de Mopane***

Ocupa aproximadamente 33.9% do PNB, está paisagem ocorre principalmente na parte norte e oeste do Parque, matas fechadas caracterizam este tipo de vegetação (McNamara e Larsen, 2006).

### ***Mata aberta***

Ocupa aproximadamente 46.7% do PNB, tornando-se a paisagem dominante do parque. Ocorre principalmente nas regiões sul e oeste do PNB e consiste em espécies lenhosas e gramíneas (Stalmans e Wishart, 2005).

### ***Mata fechada de Simbire (Androstachys johnsonii)***

Esta paisagem ocupa aproximadamente 4.7% do BNP e representa áreas florestais pobres em espécies e limitado de gramíneas (Stalmans e Wishart, 2005).

## **Fauna**

As zonas húmidas do PNB oferecem um rico e diversos habitats para algumas espécies de mamíferos, alguns dos quais pode se considerar especialistas em terras húmidas, como: *Alcelaphus lichtensteini*, *Damaliscus lunatus*, *Ourebia ourebi*, *Kobus ellipsigrymnus*, *Redunca arundinum*, *Hippotragus níger* e *Hippotragus equinus*, enquanto as savanas semi-áridas são ideais para as seguintes espécies: *Tragelaphus strepsiceros*, *Tragelaphus angasi*, *Raphicerus campestris* e *Sylvicapra grimmia* (MICOA, 2003).

Apesar das aves de Moçambique serem em geral pouco conhecidas, no PNB existe uma alta diversidade de avifauna, onde 306 espécies foram registradas, incluindo algumas espécies raras e ameaçadas como o grou carunculado. Tendo também se destacando espécies das zonas húmidas, como a *Pelecanus onocrotalus*, *Plectropterus gambensis*, *Dendrocygna vidunta*, *Phoenicopterus ruber* e *Bogoranus carunculatus* (MICOA, 2003).

O PNB é reconhecido há muitos anos pela sua população de avestruzes, com a população estimada a aumentar de 84 em 2004 para 144 em 2007 que vai provavelmente ser a população mais viável desta espécie em todas as novas ACTF propostas (McNamara e Larsen, 2006).

## **6. Metodologia**

### **6.1. Descrição do Método**

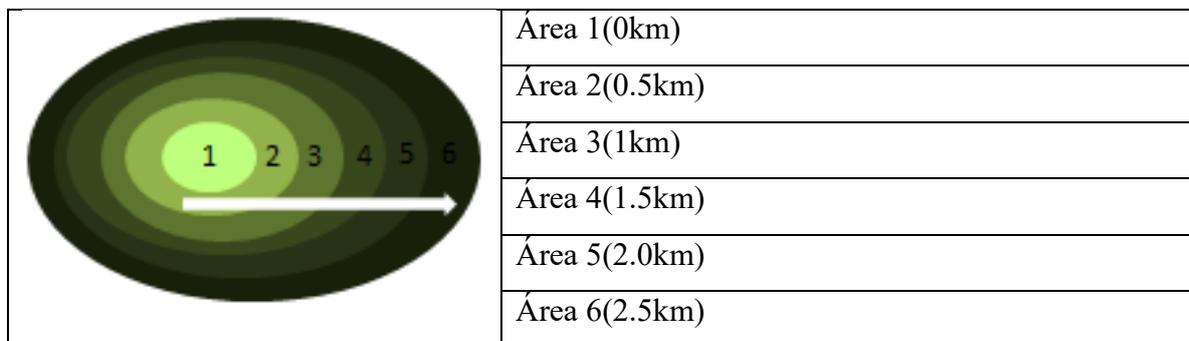
#### **6.1.1. Técnica de Amostragem**

A amostragem foi realizada durante os dias 27 de Agosto a 7 de Setembro de 2019 na zona tampão e no interior do Parque Nacional de Banhine. Foram seleccionadas duas comunidades onde foram realizadas amostragens sistemáticas para o levantamento dos parâmetros estruturais da vegetação. A amostragem sistemática é o tipo de amostragem em que o critério de probabilidade se estabelece através da aleatorização da primeira unidade amostral, a partir da qual as unidades amostrais subsequentes são dispostas de forma equidistante (Bussab e Bolfarine, 2005)

#### **6.1.2. Definição dos pontos de amostragem e recolha de dados**

A localização da comunidade em relação ao Parque e a dependência pelos recursos florestais local foram os critérios de selecção dos locais de amostragem. Seguindo o pressuposto de que em áreas de protecção total os recursos florestais são explorados de forma sustentável e esta reduz com a diminuição do nível de protecção (Burivalova *et al.*, 2014), foram escolhidos dois (2) locais distintos: Zona tampão (Comunidade de Tchai-Tchai) e Interior do Parque Nacional de Banhine (Comunidade de Tchove).

Tendo em conta que o objectivo do estudo é analisar a estrutura populacional de *C. mopane* em relação da distância dos perímetros urbanos, seguiu-se um gradiente de perturbação florestal adaptado, baseado no pressuposto de que a cobertura florestal aumenta com o incremento da distância do local de extração dos recursos à comunidade, os pontos de amostragem foram estabelecidos em 6 áreas florestais tendo em conta a distância dos assentamentos humanos, nomeadamente: área 1 (0 km), área 2 (0.5 km), área 3 (1km), área 4 (1.5km), área 5 (2km) área 6 (2.5km) descrito abaixo.



**Figura 4:** Representação esquemática do gradiente de perturbação florestal orquestrada pelas comunidades locais. Adaptado de Shrestha e Alavalapati (2006) e Guthiga (2008).

O levantamento dos parâmetros estruturais da *C. mopane* foi feito usando o método aleatório, onde foram seleccionados para cada comunidade um ponto na região inicial da mancha próximo a comunidade local, a partir da qual as unidades amostrais (quadrículas 20X20m) subsequentes foram dispostas com o intervalo de 500m para o interior da floresta seguindo um transecto linear imaginário evitando o máximo possível que um transecto interceptasse o outro, tendo alocado um total de 36 quadrículas.

Em cada quadrícula através de medições dos diâmetros e altura dos indivíduos foi extraído com o auxílio da suta, informações de parâmetros fitossociológicos dos indivíduos com o diâmetro (DAP) e altura superior a 3 cm e a contagem dos indivíduos com DAP menor que 3 e estimou-se a altura dos indivíduos. Para os indivíduos regeneração (diâmetro e altura abaixo de 3cm) foram classificadas em duas (2) categorias de regeneração: categoria 01 (plântulas- regeneração não estabelecida) com menos de 1m de altura e menos de 1cm de diâmetro; categoria 02 (Juvenis- regeneração estabelecida) com diâmetro entre 1cm a 3cm e altura entre 1 a 3m, conforme a classificação de Finol (1971).



**Figura 5:** Processo de medição do diâmetro e altura dos indivíduos.

## **6.2. Análise de dados**

A base de dados sobre as informações colhidas no campo foi criada e organizada no ambiente do Microsoft Excel 2010. O programa *GraphPad Prism 8* foi usado para construção de gráficos.

### **6.2.1. Construção do modelo de distribuição da estrutura**

Para construção do modelo de distribuição de estrutura foram determinadas as amplitudes de classes de diâmetros e a frequência relativa de indivíduos por classe para cada extrato seguindo o gradiente de perturbação apresentado acima.

**(1) Número das classes (K):** Foi determinado a partir da regra de raiz quadrada de N:

$$K = \sqrt{n}$$

Onde:

n= número da amostra

K= número de classes

**(2) Amplitude de classes:** determinada de acordo com Schmidt (2017) a partir da fórmula:

$$H = \frac{X \text{ máximo} - X \text{ mínimo}}{K}$$

Onde:

H= tamanho de classes

X = diâmetro

K= número de classes

### (3) Frequência relativa de indivíduos em classes

A frequência relativa dos indivíduos (ind/ha) para cada classe foi determinada de acordo com as seguintes fórmulas:

$$\frac{FAi}{ni} = FRi * 100$$

Onde:

FAi= Frequência absoluta ou simples da i-ésima classe diamétrica: número de observações que se encontra presente em uma classe ou intervalo de classe.

ni = número de indivíduos da i-ésima classe diamétrica;

FRi = Frequência relativa (%) da i-ésima classe diamétrica;

Fi%= Frequência relativa percentual

#### 6.2.2. Comparação dos diâmetros e das alturas dos indivíduos

Para comparar as diferenças no crescimento dos indivíduos da espécie da *C. mopane* em diâmetros e as alturas entre áreas de diferentes níveis de distâncias em relação a floresta partindo da povoação (comunidades) (0 km<sup>2</sup>, 0.5 km<sup>2</sup>, 1.0 km<sup>2</sup>, 1.5 km<sup>2</sup>, 2.0 km<sup>2</sup>, 2.5 km<sup>2</sup>) foi aplicado o teste Tukey HSD a um nível de significância de 5% e o teste de Shapiro para verificar a distribuição normal dos dados [(SH= 0.77; P<0.001 nos diâmetros e SH=0.80; p< 0.001 nas alturas para comunidade de Tchai-tchai) (SH= 0.88; p< 0.001 nos diâmetros e SH=0.97; p<0.01 nas alturas para a comunidade de Tchove)].

#### 6.2.3. Regeneração de indivíduos

Para verificar o poder regenerativo da espécie *C. mopane* ao longo das distâncias partindo das áreas de assentamento humanos em direcção à floresta, por cada distância, foi feito o cálculo da densidade de plântulas e juvenis, através da fórmula da densidade absoluta.

$$DA_i = \frac{ni}{A}$$

Onde:

DA<sub>i</sub>= densidade absoluta da i-ésima variável (plântula ou juvenil), em número de indivíduos por hectares;

ni = número de indivíduos da i-ésima variável (plântula ou juvenil);

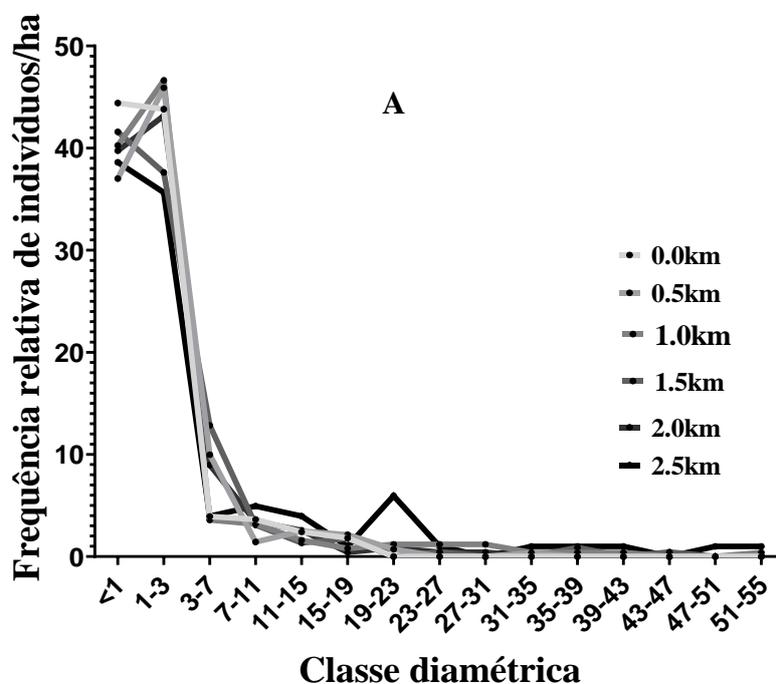
A = área amostrada, em hectare (ha).

## 7. Resultados

### 7.1. Distribuição da estrutura diamétrica da população de *C. mopane*

Neste subcapítulo dos resultados faz-se uma análise da estrutura diamétrica da espécie em estudo para diferentes áreas de distâncias, desde as situadas próximas dos perímetros de áreas de assentamentos humanos até áreas mais distantes dos assentamentos humanos, próximas aos ambientes mais prístinos e naturalizados, isto é, florestas. A análise cinge-se em duas comunidades humanas, uma localizada na zona tampão (Tchai-Tchai) e outra (Tchove) localizada dentro dos limites do Parque Nacional de Banhine.

#### *Comunidades Tchai-Tchai*

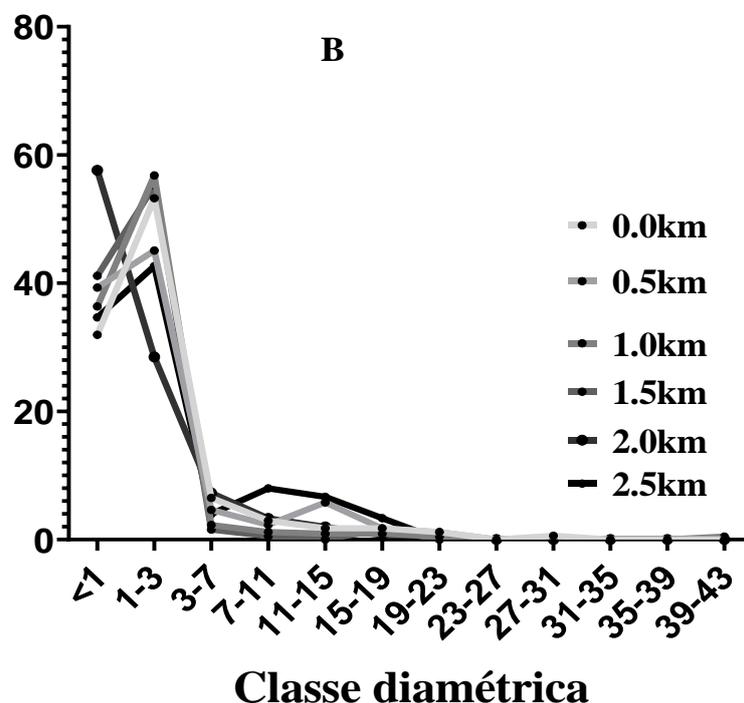


**Figura 6:** Modelos de distribuição de estrutura diamétrica na Comunidade Tchai-Tchai: Indivíduo em classes de diâmetros em função a distância de exploração dos perímetros habitacionais para o interior da floresta.

Nesta comunidade foram medidos os DAPs a um total de 233 indivíduos adultos da espécie *C. mopane* dos quais 39 para a área de intensa influência humana (0km), 48 a uma distância de meio quilométrico (0.5km), 35 a uma distância de 1km, 46 a uma distância de 1.5km, 40 a uma distância de 2.0km e 25 a 2.5km distância localizada no interior da floresta.

De acordo com a **figura 6** foi verificado que todas as áreas de diferentes distâncias, desde as proximidades dos perímetros habitacionais até áreas mais distantes no interior da floresta apresentam um padrão de distribuição diamétrica que se ajusta ao modelo J-invertido, mostrando que nesta comunidade a espécie mopane possui representantes em todas as classes de tamanho, cuja frequência vai diminuindo à medida em que se verifica o aumento do tamanho dos indivíduos, ou seja, verifica-se uma redução dos indivíduos que compõem as últimas classes de diâmetros.

### *Comunidades de Tchove*



**Figura 7:** Modelos de distribuição de estrutura diamétrica na Comunidade de Tchove: Indivíduo em classes de diâmetros em função da distância de exploração dos perímetros habitacionais para o interior da floresta.

Na comunidade de Tchove foram medidos os DAPs a um total de 129 indivíduos adultos da espécie *Colophospermum mopane* dos quais 25 para área de intensa influência humana (0km) 27 a uma distância de meio quilômetro (0.5km), 15 a uma distância de 1.0 km, 7 a uma distância de 1.5km, 21 a uma distância de 2.0km e 34 a uma distância de 2.5 km no interior da floresta. De acordo com a **figura 7**, verifica-se que nenhuma área apresenta um modelo de distribuição que se ajusta propriamente ao J-Invertido, sendo que a maior parte tem baixo vigor no

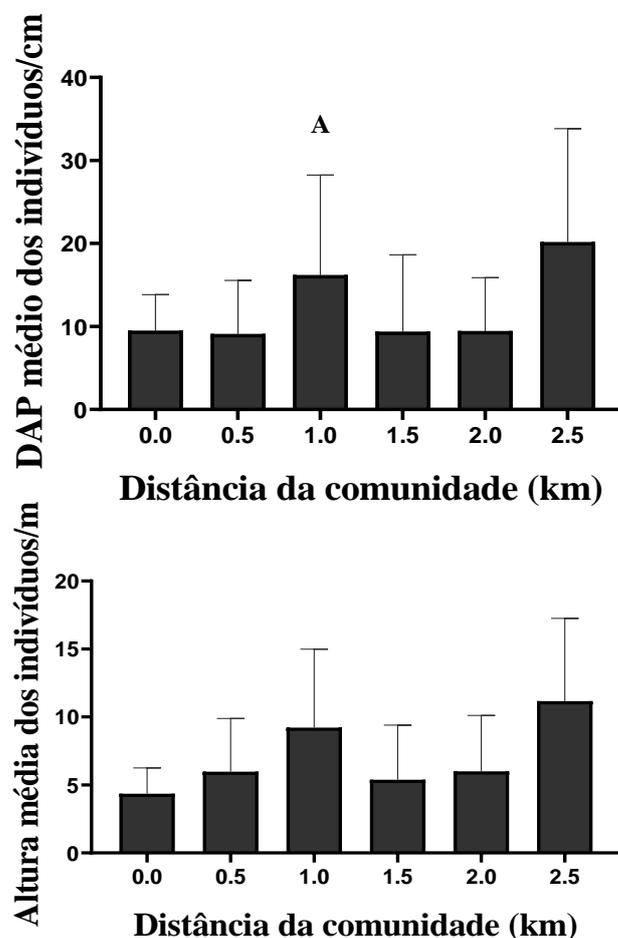
recrutamento e o número de adultos é extremamente reduzido a partir da classe 19-23 em diante, mostrando um desequilíbrio caracterizado pela ausência de um balanço entre o recrutamento, estabelecimento e mortalidade dos indivíduos.

Contudo, apesar deste padrão, a área localizada a uma distância de 2.0km próximo ao interior da floresta figurou-se com um padrão de distribuição de indivíduos nas classes de diâmetros que se ajusta ao J-invertido, com 57% indivíduos na primeira classe, 28% na segunda classe, 7% na terceira, 3%, 2% e 1%, 1%, 1%, 0 %, 0 ind/ha sucessivamente nas últimas classes.

## **7.2. Estrutura de tamanhos dos indivíduos da *C. mopane***

A seguir apresenta-se as comparações de tamanho de indivíduos da espécie em estudo entre diferentes áreas situadas próximos e distantes dos assentamentos humanos, em duas comunidades humanas, uma localizada na zona tampão (Tchai-Tchai) e outra (Tchove) localizada dentro dos limites do Parque Nacional de Banhine.

## Comunidade de Tchai-Tchai



**Figura 8:** Diâmetros e alturas de indivíduos da *C. mopane* em áreas de diferentes distâncias na comunidade de Tchai-Tchai.

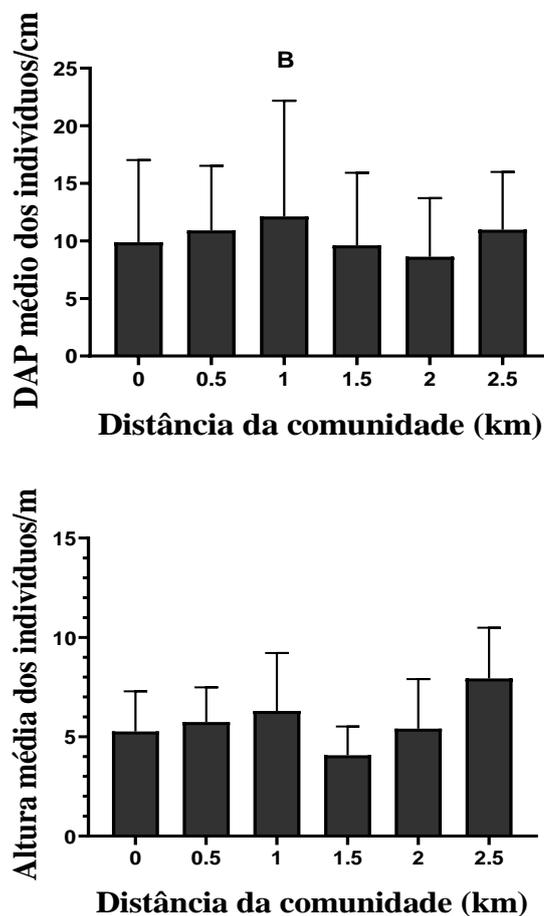
Na comunidade de Tchai-Tchai os resultados (**Figura 8**) demonstraram que o crescimento de indivíduos da *C. mopane* em diâmetro foi maior nas áreas de florestas, muito distante da comunidade, a cerca de 2.5 quilômetros, com indivíduos de diâmetros iguais a 20.16 cm e 16.19 cm a uma distância de 1km. Áreas próximas à comunidade (distâncias 0.0km e 0.5km) apresentaram indivíduos com diâmetros menores, em média de 9.47cm e 9.07cm respectivamente.

As análises estatísticas multivariadas (ANOVA) demonstram que existem diferenças significativas nos diâmetros dos indivíduos da *C. mopane* entre as áreas de diferentes distâncias de exploração dos recursos ( $F=8.92$ ;  $p<0.001$ ) (Tabela 4, anexo). As comparações múltiplas indicaram igualmente que todas as áreas se diferiram entre si significativamente (Tabela 5, anexo).

Tal como foi observado nos diâmetros, as áreas localizadas a cerca de 2.5 km e 1.0 km de distância apresentaram indivíduos com alturas maiores (**Figura 8**), em média de 11.16m e 9.21m respectivamente. Os indivíduos menores foram notórios nas áreas localizadas a partir da área mais próxima ao assentamento humanos (0.0km) com média de 4.35m de altura, 5.97m a 0.5km, 5.38m a 1.5km, e 5.99m a 2.0km de distância.

Existem também diferenças entre indivíduos da *C. mopane* nas diferentes distâncias de exploração dos recursos ( $F=11.22$ ;  $p<0.001$ ) (Tabela 4, anexo). As comparações múltiplas sugerem ainda diferenças nas alturas dos indivíduos entre as áreas localizadas a diferentes distâncias em relação ao perímetro de assentamentos humanos e floresta (Tabela 5, anexo).

### *Comunidade de Tchove*



**Figura 9:** Diâmetros e alturas de indivíduos da *C. mopane* em áreas de diferentes de distâncias na comunidade de Tchove.

A comunidade de Tchove figura-se com resultados (**Figura 9**) que demonstram um crescimento

diamétrico de indivíduos da *C. mopane* maior nas áreas de 1.0 km (12.12cm), seguida de 2.5km com diâmetro médio de 10.96cm. Áreas próximas a comunidade (0.0km e 0.5 km) assim como áreas de 1.5km e 2 km de distância apresentaram indivíduos com diâmetros relativamente menores (9.87cm, 10.90cm, 9.61cm, 9.62cm respectivamente. As análises estatísticas (ANOVA) demonstram que não existem diferenças significativas nos diâmetros dos indivíduos da *C. mopane* entre as áreas com diferentes distâncias de exploração ( $F=0.68$ ;  $p>0.05$ ) (Tabela 6, anexo).

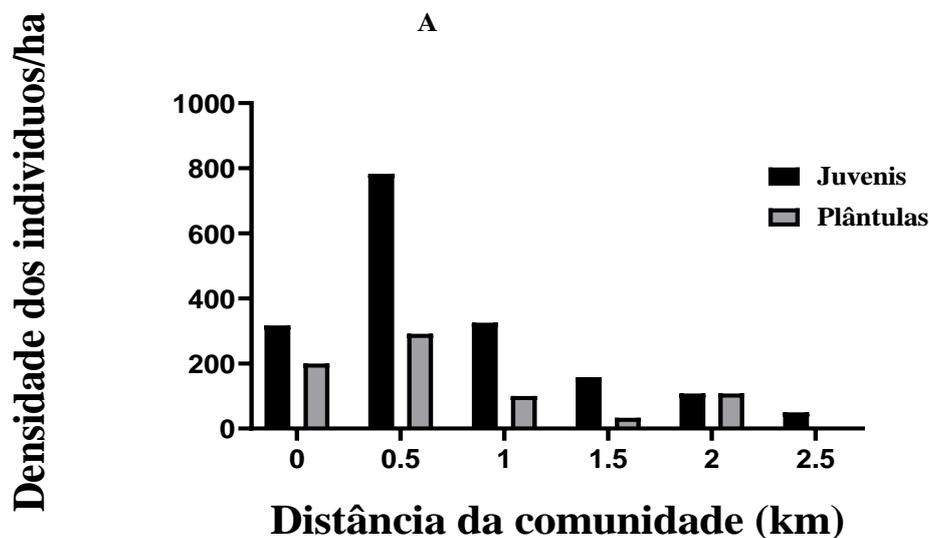
Nesta comunidade as alturas maiores foram registradas em áreas localizadas a 2.5km na floresta, seguidas de áreas de 1.5km com altura média de 7.93m e 6.3m respectivamente. Os indivíduos de alturas menores foram notórias nas áreas de 0.0km (5.26m), de 0.5 km (5.74m), de 1,5km (4.07m) e de 2.0km (5.41m). As comparações múltiplas sugerem diferenças nas alturas dos indivíduos entre as áreas localizadas a diferentes distâncias em relação ao perímetro de assentamentos humanos e floresta ( $F=6.63$ ;  $p<0.001$ ) (Tabela 6, anexo).

Entretanto, os resultados apresentados nesta secção são consistentes à hipótese segundo a qual o tamanho (diâmetro e altura) dos indivíduos reduz com o decaimento das distâncias de exploração na comunidade de Tchai-tchai (localizado na zona tampão) do Parque Nacional de Banhine. Todavia para a comunidade de Tchove (interior do parque) os resultados apresentados mostram que o decaimento da distância não influencia no tamanho (diâmetro e altura) dos indivíduos, ou seja, o tamanho é independente a distâncias em relação aos perímetros urbanos.

### **7.3. Regeneração dos indivíduos *C. mopane***

Nesta secção faz-se uma análise da capacidade de regeneração da espécie em estudo em diferentes áreas, desde as situadas próximas dos perímetros habitacionais até áreas mais distantes dos assentamentos humanos mais próximo e no interior das florestas de duas comunidades humanas, uma localizada na zona tampão (Tchai-Tchai) e outra (Tchove) localizada dentro dos limites do Parque Nacional de Banhine.

## Comunidade de Tchai-Tchai

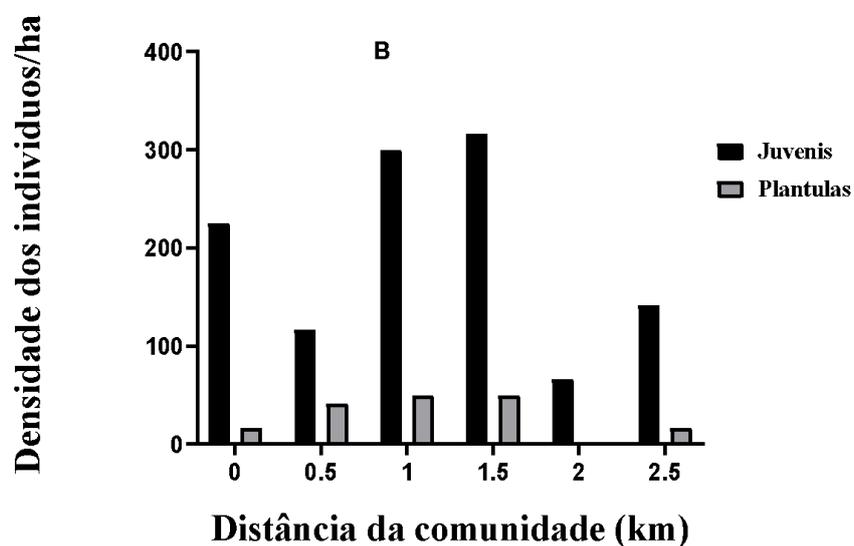


**Figura 10:** Densidade de plântulas e juvenis de *C. mopane* em função da distância de exploração na comunidade de Tchai-tchai (A).

Para a comunidade de Tchai-Tchai os resultados (**Figura 10**) demonstraram que há maior densidade de juvenis da *C. mopane* em áreas de 0.5km com (783 ind/ha), seguidas das áreas a 1km (325 ind/ha) e área de 0.0km (316.6 ind/ha). As áreas de distância 1.5 km, 2.0 km e 2.5km figuraram com a mais baixa densidade de juvenis (158 ind/ha; 108 ind/ha; 50 ind/ha) respectivamente.

Tal como observado nos Juvenis, a área localizada a meio quilómetro da comunidade (0.5 km) apresentou maior densidade de plântulas (291 ind/ha), seguida da área próxima comunidade de 0.0 km (200 ind ha) e área de 2.0 km (108 ind/ha). Em contrapartida, a densidade de plântulas foi baixa nas áreas de 1.0 km e 1.5 km, com cerca de 100 ind/ha e 33 ind/ha respectivamente e inexistente nas áreas distantes da comunidade no interior da floresta (2.5 km).

## Comunidade de Tchove



**Figura 11:** Densidade de plântulas e juvenis de *C. Mopane* em função da distância de exploração na comunidade de Tchove (B) na zona tampão do PNB.

Os resultados nesta comunidade (**Figura 11**) indicam maior densidade de juvenis da *C. mopane* na área de 1.5km distância com cerca de 316.6 ind/ha, seguidas das áreas de 1.0 km com (300 ind/ha) e área de 0.0km (225). Da mesma forma como foi observado nos Juvenis, as áreas moderadamente distantes da comunidade 1km e 1.5 km de distância apresentaram maior densidade de plântulas (50 ind/ha) para cada área, seguida da área de 0.5 km com (41.6 ind/ha). Em contrapartida a densidade de plântulas foi baixa nas áreas de 0.0km e 2.5km (16.6 ind/ha) em cada área e inexistente na zona de baixa influência humana 2.0 km de distâncias.

## 8. Discussão

### 8.1. Distribuição da estrutura diamétrica da população de *C. mopane*

Apesar de a comunidade de Tchove estar localizada no interior do Parque Nacional de Banhine, onde supostamente a gestão dos recursos naturais é mais efectiva e eficiente, pois o sistema de acesso aos recursos não é aberto e é gerido seguindo a visão de que ‘*PNB é um parque que é gerido de forma eficaz como uma área de multiusos sustentável; protegendo e respeitando a cultura, os conhecimentos indígenas e práticas tradicionais de utilização dos recursos da comunidade de Banhine; praticando turismo responsável para o benefício e desenvolvimento do parque e da comunidade de Banhine, preservando a estrutura e a função do ecossistema do parque, como parte integrante da ACTF*’ (MITUR, 2010), os resultados deste estudo provam o contrário quando demonstram um número bastante reduzido de adultos da *C. mopane* dentro do parque, revelando uma intensiva exploração de recursos madeireiros.

Esta constatação deve-se eventualmente à influência de outras comunidades de fora, que se encontram a exercer pressão sobre os recursos. Este resultado vai de acordo com Popradit *et al.*, (2015) que sustenta que, em regiões rurais, mesmo quando o recurso de interesse se encontra dentro de uma área protegida, ou mesmo uma floresta protegida, se tiver outras comunidades humanas em povoados próximos acabam agudizando o cenário de utilização de recursos, criando modificações no ambiente, bem como afectar a estrutura de crescimento das espécies.

A exploração excessiva no Parque Nacional de Banhine pode ser também devido a conflitos de terra e utilização de recursos entre as comunidades e órgãos de gestão do Parque. Uma pesquisa realizada por Dear (2008) revela um sentimento de insegurança na posse da terra por parte das comunidades residentes dentro do Parque, por exemplo, as pessoas que vivem nas comunidades de Tchove, Hocuanhe e outras, explicaram que os sentimentos de insegurança na terra começaram em 1998, quando o Programa de Áreas de Conservação Transfronteiriças (ACTF) iniciou actividades na área do BNP.

Portanto, esses sentimentos influenciam bastante na forma como os recursos serão explorados localmente. Ademais, entrevistas realizadas num outro estudo realizado em 2021 pela *Amnesty International* no Parque Nacional de Banhine, os fiscais de recursos naturais do Parque citavam frequentemente que as pessoas locais produziam carvão dentro dos limites do Parque Nacional Banhine. Outros entrevistados, também afirmam que usam as mesmas áreas dentro do Parque para a produção de carvão durante muitos anos (*Amnesty International*, 2021).

Geralmente, as pessoas têm preferido indivíduos adultos de *C. mopane* para produção de

carvão, é daí que na Comunidade de Tchove as últimas classes de tamanho, tanto em áreas próximas assim como distantes da vila, não têm muitos indivíduos. Normalmente, quando as medidas de gestão de recursos estão funcionais, a utilização dos recursos é realizada mediante medidas de seleção das espécies e tamanho estrutural que são utilizadas (Chomba *et al.*, 2015), contudo, na região do Parque Nacional de Banhine essas medidas não existem ou são fracamente implementadas.

A interação entre os membros da comunidade e a floresta varia com a distância percorrida ao encontro dos recursos na floresta, contudo, neste estudo mostra-se que a interação entre as comunidades de sobretudo Tchove e a floresta é inversamente proporcional à distância, ou seja, não varia com a distância, de tal maneira que a variação dos indivíduos adultos ao longo da distância é insignificante, com 25 indivíduos em áreas de intensa influência humana, 27 a uma distância de meio quilómetro, 15 indivíduos a 1 quilómetro, 7 a uma distância de 1.5km, 21 a uma distância de 2 km e 34 a 2.5km distância no interior da floresta. Conforme defende o Nelson *et al.* (2020), em condições normais, devia haver uma associação mais estreita com os membros da comunidade dentro de uma proximidade da floresta, mas que houvesse um declínio à medida que a distância da floresta aumentasse. Isto significa que a interação das pessoas adjacentes à floresta a um quilómetro de distância é mais elevada, enquanto as que estão a mais quilómetros de distância da floresta apresentam uma interação mínima.

Não obstante, quando se analisa a comunidade de Tchai-chai que se encontra fora (na zona tampão) do Parque Nacional de Banhine, verifica-se um padrão normal de interação expectável, onde as pessoas localizadas nas proximidades têm maior interação com a floresta, do que aquelas que se encontram distante da floresta, conforme defendem Nelson *et al.* (2020). A utilização da floresta diminui com um aumento da distância da borda da floresta, daí que para este estudo nota-se menos indivíduos (39) na área de intensa influência humana (0km), 48 a uma distância de (0.5km), 35 a uma distância de (1km) e 65 entre distância de 2 a 2.5 quilómetros.

Observa-se também na comunidade de Tchai-chai que, independentemente da distância dos assentamentos humanos em relação à floresta, a abundância de indivíduos adultos ainda é notável. Isto demonstra algum equilíbrio ou balanço entre indivíduos menores e maiores (J-invertido), e é ainda indicador de que apesar desta comunidade se localizar fora do Parque, as pessoas têm consciência da gestão sustentável dos recursos disponíveis. Este cenário de utilização deve-se ao facto da área fora (na área tampão) das áreas de conservação ser alvo de implementação de projectos de gestão de recursos para evitar pressionar os recursos disponíveis dentro da Área de Conservação (AC). As comunidades florestais podem ser

preservadas através de estabelecimento de áreas protegidas, implementação de medidas de conservação fora das áreas protegidas, e restauração das comunidades biológicas em habitats degradados (Primack e Rodrigues, 2001). Isto acontece também como consequência das comunidades fora das ACs praticarem outras actividades de rendimento, como defende Machado (2021) que as comunidades fora de áreas de conservação praticam uma economia de subsistência.

Uma pesquisa realizada em paralelo a este, de Ibraimo (2021) demonstra que na comunidade de Tchai-Tchai para além da prática de agricultura, a pesca é uma das principais actividades de subsistência e rendimento dos agregados familiares locais, praticada por todos entrevistados (100%) ao passo que em Tchove esta foi mencionada por apenas 66.4% dos entrevistados. Ao contrário do que verifica na comunidade de Tchove (do interior), na comunidade de Tchai-Tchai, as pessoas têm sentimentos de pertença/posse da terra e dos recursos associados, daí que a gestão dos mesmos é sustentável, conforme mostram os resultados deste estudo (Dear, 2008).

## **8.2. Estrutura de tamanhos dos indivíduos da *C. mopane***

A comunidade de Tchai-Tchai, localizada na zona tampão da área de conservação figura-se com o tamanho diamétrico e altura dos indivíduos *Colophospermum mopane* a aumentar à medida em que aumenta a distância de exploração, respondendo assim a hipótese segundo qual o tamanho (diâmetro e altura) dos indivíduos reduz com o decaimento das distâncias de exploração. Entretanto, por esta comunidade se localizar fora da AC era esperado que não houvesse aumento de tamanho com aumento da distância, esperava-se que a espécie estivesse degradada e por isso não houvesse diferenças entre as diferentes distâncias.

Os resultados encontrados nesta comunidade mostram que apesar de situar-se na zona tampão os recursos florestais madeireiros estão sendo explorados de forma sustentável. Isso é resultado de a zona tampão geralmente beneficiar-se de iniciativas de gestão de recursos e porque as pessoas têm um sentimento de pertença da terra e dos recursos (Dear, 2008), e assim os ecossistemas ficam melhor preservados.

O outro elemento relevante a destacar é trazido pelo estudo de Ibraimo (2021), que revela que na comunidade de Tchai-Tchai, as pessoas não só dependem da exploração dos recursos florestais, mas a prática da agricultura, pastorícia, a caca de pequena escala e a actividade pesqueira são grandes activos de subsistência desta comunidade.

Contrariamente a Tchai-Tchai, a comunidade de Tchove localizada no interior onde espera-se que a gestão de recursos seja melhor, os resultados do estudo demonstram que não há diferenças significativas no crescimento do tamanho dos indivíduos de *C. mopane* entre as áreas com

diferentes distâncias de exploração ( $F=0.68$ ;  $p>0.05$ ). Isso indica, portanto, que uma vez que a exploração dos recursos no interior do Parque é proibida (Dear, 2008), as comunidades acabam explorando os recursos existentes furtivamente.

Neste contexto, a exploração é desencadeada independentemente da distância, ou seja, é aleatória a distância para se esquivar de encontros com os fiscais do Parque. A exploração desregrada e ou furtiva de recursos dentro das Áreas de Conservação é um fenômeno comum na rede Nacional das Áreas de Conservação em Moçambique e têm sido resultado da insatisfação e descontentamento das comunidades que se veem sendo proibidas de explorarem os recursos existentes, que na visão deles, lhes pertencem por direito, herdados dos seus antepassados (Chiúre, 2019). Segundo Wamir *et al.* (2017) a exploração dos recursos florestais e intensificação da caça furtiva, que se verifica nos últimos anos na ACs Moçambicanas, surge como resposta comportamental das comunidades, provocada pelo impacto das políticas de conservação e do modelo de gestão actual que as exclui, interfere na sua capacidade adaptativa e na sua vida quotidiana.

Lembrar que 99% das ACs no território moçambicano foram definidas em áreas com histórias de vida humana datadas de séculos, ou seja, as áreas de conservação é que seguiram as comunidades humanas rurais, dando primazia a conservação dos recursos sem considerar o *modus vivendo* das comunidades lá já estabelecidas. O Parque Nacional de Banhine por exemplo, a sua definição foi apenas seguindo a constatação da existência de grandes manadas de búfalos, de cocones, de matagaiças, de palapalas, de gondongas, de girafas, etc. e daí foram definidos os limites sem nada ter em consideração as comunidades humanas que habitavam nesses ecossistemas (Ombe e Fungulane, 1996).

### **8.3. Regeneração dos indivíduos**

A comunidade de Tchai-Tchai figurou-se com uma densidade de plântulas e juvenis de *C. mopane* que varia exponencialmente entre áreas próximas à distantes dos assentamentos humanos, diminuindo gradualmente à medida em que se aproximava a floresta. Portanto, uma vez que se suspeita que a gestão de recursos florestais na zona tampão seja mais sustentável do que no interior do Parque, ou seja caracteriza-se por boas práticas, amigáveis à conservação da biodiversidade, os resultados desta pesquisa relativos a regeneração dos indivíduos sugere existência da prática de seleção dos indivíduos explorados tanto carvão, lenha assim como para construção, isto é, em áreas onde a exploração é mais notória, o foco está apenas em indivíduos adultos.

Entretanto, a seleção de adultos é um activo importante para a regeneração de espécies, de tal

maneira que deixa espaço para que a espécie tenha vigor na regeneração seja por sementes como por rebrotamento pós-corte. Em locais próximos às florestas, por mais baixo que seja o índice de exploração do mopane, a regeneração dos indivíduos tem sido fraca pois o número de indivíduos adultos é relativamente maior e acaba causando sombreamento e atraindo inimigos naturais como a herbivoria e queimadas recorrentes que tornam inviável o processo de regeneração dos indivíduos.

Geralmente, quando a regeneração dos indivíduos é baixa em áreas propensas a exploração intensiva de recursos, esta informação sugere a ocorrência de outros factores que comprometem o estabelecimento de plântulas e juvenis nestas áreas. A intervenção dos factores como o efeito denso-dependente (Janzen, 1970) associado aos inimigos naturais tais como competição com outras espécies, herbivoria e sombreamento (Connell *et al.*, 1984), provavelmente justificam o baixo estabelecimento de plântulas e juvenis. A interacção da *C. mopane* com outras espécies na mesma comunidade pode causar alta mortalidade de indivíduos nos primeiros estágios de crescimento, dificultando a passagem destes para estágios superiores (Grandisoli, 1997).

Na comunidade de Tchove notou-se que a densidade dos indivíduos não varia exponencialmente em função da distância entre os assentamentos humanos e a floresta. As comunidades locais exploram os recursos quase na mesma proporção nas diferentes distâncias, dado que esta actividade é lá desencadeada de forma ilegal ou furtiva (Dear, 2008) ou porque existem outros factores ambientais que estão a ocorrer como queimadas, herbivoria, etc. Assim sendo, a ideia de em áreas de exploração intensiva a regeneração é maior do que em áreas menos perturbadas não se verifica.

Uma constatação de destaque é que tanto dentro quanto fora do Parque Nacional de Banhine a densidade de juvenis é relativamente maior do que a de plântulas. Estas observações podem ser explicadas pela capacidade de rebrotamento da espécie depois do corte. Assim sendo, o rebrotamento dos indivíduos em áreas de intensa exploração é tão acelerado que chega a ultrapassar a capacidade de indivíduos-plântulas naturalmente passarem para fase juvenil. Estudos de *C. mopane* realizados por Timberlake (1999), Wessels e Potgieter (2001) encontraram elevada mortalidade de recrutas, sobretudo em baixo das copas de indivíduos parentais, devido a mudanças microclimáticas e competição por recursos.

O Mopane também exhibe uma elevada regeneração por rebrotamento através do caule, provavelmente como adaptação para condições de períodos de secas, queimadas e degradação por animais herbívoros (Timberlake, 1999).

Contudo, os resultados demonstrados neste estudo levam a afirmar que a exploração de recursos não é o único factor que pode explicar a baixa densidade de indivíduos menores do *C.*

*mopane*. Os outros factores associados ao habitat como o efeito denso-dependente (predação ou herbivoria, densidade de adultos, e outros factores ambientais) podem ser importantes para explicar o estabelecimento e sobrevivência de recrutas e juvenis (Chesser e Brewer, 2011).

## 9. Conclusão

A exploração dos recursos florestais no Parque Nacional de Banhine tem causado impactos na estrutura populacional dos indivíduos da *Colophospermum mopane*. A população da *C. mopane* na comunidade de Tchai-tchai localizada na zona tampão do Parque segue um padrão de distribuição diamétrica que se ajusta ao modelo J-invertido em todas áreas de diferentes distâncias, desde próximos aos perímetros urbanos até no interior da floresta.

Nesta comunidade, os indivíduos da *C. mopane* apresentam tamanho (diâmetro e altura) maior em florestas muito distantes dos assentamentos humanos. A densidade de indivíduos em regeneração de plântulas e juvenis de *C. mopane* varia exponencialmente entre áreas próximas à distantes dos assentamentos humanos, diminuindo gradualmente à medida em que se aproxima a floresta.

Todavia, na comunidade de Tchove, localizada no interior do parque, verifica-se um padrão típico de comunidades vegetais instáveis, em que nenhuma área apresenta o modelo de distribuição que se ajusta ao modelo J-invertido. O tamanho (diâmetro e altura) dos indivíduos nas áreas próximas a comunidade assim com áreas distantes apresenta indivíduos relativamente menores. A densidade dos indivíduos em regeneração não varia exponencialmente em função da distância entre os assentamentos humanos e a floresta.

## 10. Recomendações de estudo

Com base nas constatações deste estudo, recomenda-se:

À comunidade académica

- Realização de estudos de factores sociais (identidade, comportamento, anseios e preocupações) e culturais (modo de vida, crenças e conhecimentos tradicionais) de modo a apurar quais factores além da distância de exploração têm influência na estrutura na *C.mopane* nas comunidades dentro e zona tampão do parque.
- Realização de estudos similares usando outras espécies, de modo a conhecer as respostas das diferentes espécies lenhosas do PNB ao efeito do decaimento da distância de exploração comunitária, e assim obter mais dados que podem ajudar a alcançar os objectivos da unidade de conservação e promover boa coexistência entre as comunidades e a conservação

À equipe de gestão do parque

- Promoção programas de educação ambiental comunitário incluindo capacitações que fomentam a criação de iniciativas de uso de fontes de energias com base em biomassas renováveis de modo a reduzir a pressão na população da espécie em estudo e melhorar os meios e condições de subsistência local;
- Estabelecimentos de programas que garantem o envolvimento contínuo das comunidades locais (incluindo a camada juvenil tendo em conta ao género) dentro e na zona tampão do parque de modo que estes sintam-se responsáveis pela conservação e gestão dos recursos de modo a promover persistência das espécies, em especial a *C. mopane* e garantir continuidade na provisão dos serviços ecossistêmicos;
- Estabelecimento do sistema de zoneamento para a definição de áreas de permissão ou não de uso de recursos florestais com o propósito de proporcionar os meios e as condições para que todos os objetivos da unidade de conservação possam ser alcançados de forma harmônica e eficaz”.
- Definição de exploração florestal em quotas podendo ser de forma sazonal ou a tempo integral para permitir a recuperação natural do ecossistema explorado.

## **11. Limitações de estudo**

- Número reduzido de comunidades envolvidas na investigação;
- Tempo de colecta de dados limitado não permitindo exploração distância maiores e comunidades diferentes
- Falta de estudos recentes sobre o PNB;

## 12. Referências bibliográficas

- Amnesty International (2021). Amnesty International's Research into Cases of Unlawful Use of Force By Banhine National Park Rangers. Disponível em <https://www.amnesty.org/en/wpcontent/uploads/2021/11/AFR4150372021ENGLISH.pdf>.
- APG (2016). An update of the Angiosperm Phylogeny Group Classification for the Orders and Families of Flowering Plants: APG IV. *Botanical Journal of the Linnean Society*, (181):1-20.
- Bandeira, R. R., R. Mate e M. N. Cumbane (2011). Análise da Vulnerabilidade do Ecossistema de Mopane na Zona Sul de Moçambique. MICOA, Maputo.
- Bett, N. K. (2018). *Influence of distance on forest utilization and participation of local communities in conservation of South West mau forest*. These of Master Degree. 76pp. Kenya, School of Environmental Studies, University of Eldoret.
- Bila, J. M. e N. Mabjaia (2012). Crescimento e fitossociologia de uma floresta com *Colophospermum mopane*, em Mabalane, Província de Gaza, Moçambique. *Pesquisa Florestal Brasileira*, v. 32, n. 71, p. 421-427, 2012. DOI: 10.4336/2012.pfb.32.72.421.
- Bila, J. M., C. R. Sanquetta., A. P. D. Corte e L. J. M. Freitas (2018). Distribuição Diamétrica e principais espécies arbóreas presentes nos ecossistemas de Miombo, Mopane e Mecrusse em Moçambique. *Brazilian Journal of Forestry Research*, 2:1983-2605.
- Bonsma, J.C. (1942) Useful bushveld trees and shrubs: their value to the stock farmer. *Farming in South Africa* 17: 226-239, 259.
- Burivalova, Z., C. H. Şekercioğlu e L. P. Koh (2014). Thresholds of Logging Intensity to Maintain Tropical Forest Biodiversity. *Current Biology*, 24(16), 1893–1898. doi:10.1016/j.cub.2014.06.065
- Burslem, D.F.R.P e T. C. Whitmore (1999). Species diversity, susceptibility to disturbance and tree population dynamics in tropical rain forests. *Journal of Vegetation Science*, 10:767-776.
- Bussab, W. E H. Bofarine (2005). Elementos de amostragem, São Paulo: Edgar Blucher.

- Carvalho, J. O. P. (1984) Manejo de regeneração natural de espécies florestais. Belém: Falangola Editora; EMBRAPA. 23 p.
- Chandamela, M. (2021). *Cobertura Florestal em Moçambique*. 28pp. Maputo, Moçambique.
- Chesser, J. D. e J. S. Brewer (2011). Factors influencing seedling recruitment in acritically endangered pitcher plant, *Sarracenia rubra* ssp. *Alabamensis*. *Endangered Species Research*, 13: 245 – 252. doi: 10.3354/esr00329.
- Chiúre, C.A.M. (2019). *A Importância das áreas de conservação para o desenvolvimento local sustentável através do turismo na zona tampão do Parque Nacional do Limpopo*. Dissertação de Mestrado. 261pp. Escola Superior de Educação de Coimbra – Instituto Politécnico de Coimbra, Coimbra.
- Choinsky, J.S. and Tuohy, J.M. (1991) Effect of water potential and temperature on the germination of four species of African savanna trees. *Annals of Botany* **68**: 227-233.
- Chomba, C., V. Nyirenda e M. Silengo (2013). Selective use patterns of woody plant species by local communities in Mumbwa Game Management Area: A prerequisite for effective management of woodland resources and benefit sharing. *Open Journal of Ecology*, 03 (08), 532–550.
- CIFOR (2014) Tropical dry forests under threat and under-researched. CIFOR, Bogor, Indonésia.
- Connell, J.H., J.G. Tracey e L.J. Webb (1984). Compensatory recruitment, growth, and mortality as factors maintaining rain forest tree diversity. *Ecological Monographs*, 54: 141–164.
- Dear, E.C. (2008). Causes and Consequences of Displacement Decision-making in Banhine National Park, Mozambique.
- Dye, P.J. e B.H. Walker (1980). ‘Vegetation–environment relations on sodic soils of Zimbabwe Rhodesia’, *The Journal of Ecology* 68, 589–606. <http://dx.doi.org/10.2307/2259424>
- Eastman, J.R. (2006). IDRISI 15 Andes. Guide to GIS and Image Processing. Clark Uni-versity, Worcester, MA.

- Equipe de gestão do parque nacional de Banhine (2018). Comunicação pessoal, Maputo. Moçambique.
- FAO. (2015). Global Forest Resources Assessment. 253pp. Roma.
- FAO. (2016). Report of the Twenty-third Session of the Committee on Forestry. Roma.
- FAO. (2020). Global Forest Resources Assessment 2020 Main Report.186pp. Roma.
- Filho, E. O. (2014). *Fitossociologia, Diversidade e Similaridade entre Fragmentos de Cerrado Stricto Sensu sobre Neossolos Quartzarênicos Órticos, nos Municípios de Cuiamá e Chapada dos Guimarães*. Dissertação de Mestrado. 86p. Brasil: Universidade Federal de Mato Grosso.
- Finol, U. H. (1971). Nuevos Parámetros a Considerarse en el Análisis Estructural de Las selvas Vírgenes Tropicales. *Revista Forestal Venezoelana*, 14 (21):29-42.
- Francez, L.M.B., J.O. P. Carvalho., F. J. Batista ., F. C. S. Jardim., E.M L. S. Ramos (2013). Influência da Exploração Florestal de Impacto reduzido sobre as fases de Desenvolvimento de uma Floresta de terra firme. *Ciência Florestal*, 23:743-753.
- Gomes, A. P. C., A.L. Souza e M.J.A.A. Neto (2004). Alteração estrutural de uma área florestal explorada convencionalmente na bacia do Paraíba do Sul, Minas Gerais, nos domínios de Floresta Atlântica. *Revista Árvore*, v.28, n.3, p. 407-417.
- Grandisoli, E. A. C. (1997). *Biologia reprodutiva e estrutura da população de Psychotria suterella Muell. Arg. (Rubiaceae) em um fragmento de mata secundária em São Paulo*. Dissertação de Mestrado. Brasil, Universidade de São Paulo.
- Grobbelaar, N. e B. Clarke (1972) A quantitative study of the nodulating ability of legume species: List 2. *Journal of South African Botany* **38**: 53-60.
- Gunatilake, H. M. (1998). The role of rural development in protecting tropical rainforests: evidence from Sri Lanka. *Journal of Environmental Management*, 53:273–292.
- Guthiga, P. M., J. Mburu e K. H. Mueller (2008). Factors Influencing Local Communities Satisfaction Levels with Different Forest Management Approaches of Kakamega Forest, Kenya. *Environmental Management*, 41:696–706.
- Hegde, R. e T. Enters (2000). Forest products and household economy: A case study from Mudumalai Wildlife Sanctuary, Southern India. *Environmental Conservation*, 27(3): 250–259.

- Henning, A.C. (1976). *A study of edaphic factors influencing the growth of Colophospermum mopane (Kirk ex Benth.) Kirk ex J. Léonard*, PhD thesis. Africa do sul, Faculty of Science, University of the Witwatersrand.
- Hubbell, S. P e R. B. Foster (1992). Short-term dynamics of a neotropical forest: why ecological research matters to tropical conservation and management- *Oikos* 63: 48-61.
- Ibraimo, A. A. (2021). *Avaliação das estratégias de subsistência das famílias das comunidades de Tchai-Tchai e Tchove no Parque Nacional de Banhine*. Tese de Licenciatura. 63pp. Maputo, Universidade Eduardo Mondlane.
- Janzen, D. H. (1970). Herbivores and the number of tree species in tropical forest. *American Naturalist*, 104: 501-528
- Jordaan, A. e D.C.J. Wessels (1999). The aril of *Colophospermum mopane*. Its role during seed germination and fruit opening. *South African Journal of Botany* 65: 392 - 397.
- Kapos. V., W.F. Laurance e R. O. V. Bierregaard (1997). Edge-related changes in environment and plant responses due to forest fragmentation in central Amazonia. *Tropical forest remnants: ecology, management and conservation of fragmented communities*. Chicago: The University of Chicago, n.3, p. 33-44.
- Karekezi, S. e E. Ewagata (1994) Biomass energy use in developing countries: an African perspective. *SunWorld* 18: 3-5.
- Kerapeletswe, C.K. e J.C. Lovett (2002). The Likely Effects of Inequality and Globalization on Sustainable Management of Common Pool Resources: The Case of Basarwa (Bushmen) Botswana. Paper presented at Ninth biennial conference of the inter-nation association of study of common property (*IASCP*). Victoria Falls. Zimbabwe.
- Krüger, H., L. R. Tiedt e D.C.J. Wessels (1999). Floral development in the legume tree *Colophospermum mopane*, Caesalpinioideae: Detarieae. *Botanical Journal of the Linnean Society* 131: 223-233.
- Kumar. R., S. Nandy., R. Agarwal e S.P.S. Kushwaha (2014). Forest cover dynamics analysis and prediction modeling using logistic regression model Rakesh. *Ecological Indicators* 45 (2014) 444–455

- Lima, J. P e J.R. Leão (2013). Dinâmica de Crescimento e Distribuição Diamétrica de Fragmentos de Florestas Nativas e Plantadas na Amazônia Sul Ocidental. *Floresta e Ambiente*. 20 (1), 70-79.
- Longhi, S. J. (1980). *A estrutura de uma floresta natural de Araucaria angustifolia (Bert.) no Sul do Brasil* - Tese de Mestrado. Brasil: Universidade Federal do Paraná. 220pp.
- Ludeke, A.K., R. C. Maggio, e L.M. Reid (1990). An analysis of anthropogenic deforestation using logistic regression and GIS. *J. Environ. Manag.* 31, 247–259.
- MacArthur, R H e E.O. Wilson (1967.) *The Theory of Island Biogeography* (Princeton: Princeton University Press).
- Machado, C. (2021). Áreas protegidas: lugar de gente feliz? In: Novidades de Novembro do Instituto JORUA. Disponível em [https://institutojorua.org.br/wp-content/uploads/2022/04/08\\_2021\\_novembro.pdf](https://institutojorua.org.br/wp-content/uploads/2022/04/08_2021_novembro.pdf)
- Machado, S. A., A. L. D. Augustynczyk., R. G. M. Nascimento., S. J. Téo., E. P. Miguel., M. A. Figura., e L. C. R. D. Silva (2009). Funções de distribuição diamétrica em um fragmento de Floresta Ombrófila Mista. *Ciência Rural*, v. 39(8), 2428-2434. <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-84782009000800024>.
- Machado, S. A., A. L. D. Augustynczyk., R. G. M. Nascimento., S. J. Téo., E. P. Miguel., M. A. Figura., e L. C. R. D. Silva (2009a). Distribuição diamétrica de *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Ktze. Em um fragmento de floresta ombrófila mista. *Scientia Agraria*, v. 10, n. 2, p. 103-110.
- Machado, S. A., A. L. D. Augustynczyk., R. G. M. Nascimento., S. J. Téo., E. P. Miguel., M. A. Figura., e L. C. R. D. Silva (2009b). Funções de distribuição diamétrica em um fragmento de Floresta Ombrófila Mista. *Ciência Rural*, v. 39, n. 8, p. 2428-2434.
- Madzibane, J. e M.J. Potgieter (1999). Uses of *Colophospermum mopane* (Leguminosae: Caesalpinioideae) by the VhaVenda. *South African Journal of Botany* 65: 230-234.

- Magalhães T. M e T. Seifert (2015). Tree component biomass expansion factors and root-to-shoot ratio of Lebombo ironwood: measurement uncertainty. *Carbon Balance and Management* 10: 9.
- Magalhães, T. M. (2014). *Análise do Sistema de Exploração dos recursos Florestais em Moçambique*. 59pp. Maputo, Moçambique.
- Magalhães, T. M. (2018). *Inventário Florestal Nacional*. 118pp. Ministério Da Terra, Ambiente E Desenvolvimento Rural. Maputo, Moçambique.
- Makhado R. A., m.j. Potgieter e W.L. Luus-Powell (2018) *Colophospermum mopane* Leaf Production and Phenology in Southern Africa's Savanna Ecosystem - A Review. *Insights For Res* 2(1):84-90.
- Mantlana, K.B. (2002). *What determine the structure of Colophospermum mopane under field conditions in north-western Botswana*. MSc dissertation. Durban, Faculty of Science, University of Natal.
- Marsh, Meredith, Alagona, S. Peter (2008). AP Human Geography 2008. *Barron's Educational Series*, 91-92.
- Marzoli, A. (2007). *Inventário Florestal Nacional*. 98p. Maputo, Moçambique.
- Mashabane, L.G., D.C.J. Wessels e M.J. Potgieter (2001). The utilization of *Colophospermum mopane* by the Vatsonga in the Gazankulu Region (eastern Northern Province). *South African Journal of Botany*, 67:199-205.
- Mashabane, L.G., J. Madzibane e M.J. Potgieter (2000). A comparative analysis of mopane's uses between the Vatsonga and Vhavenda. *Southern African Ethnobotany* 1: 9-11.
- Mate, R. T e S. A. Johansson (2014). Biomass equations for tropical forest tree species in Mozambique. *Forests* 5:535–556.
- McNamara, M. e E.L. Larsen (2006). *Banhine National Park, Gaza Province, Mozambique – Watershed assessment*. Report 10/2006, 38 pp
- Melusi, R. e W. Mojeremane (2012). **Colophospermum mopane** (Benth.) J.Léonard. [Internet] Registro de PROTA4U. Lemmens, RHMJ, Louppe, D. e Oteng-Amoako, AA (Editores). PROTA (Recursos Vegetais da África Tropical / Ressources végétales de l'Afrique tropicale), Wageningen, Holanda

- MITADER. (2016). Estratégia Nacional para a Redução de Emissões de Desmatamento e Degradação Florestal Conservação de Florestas e Aumento de Reservas de Carbono Através de Florestas (REDD+) 2016-2030, Maputo: MITADER.
- MITADER. (2019). Agenda florestal 2035 e Programa Nacional de Florestas. Versão após harmonização multisectorial.
- MITADER. (2019). *Reflorestamento em Moçambique*. 19pp. Maputo
- MITUR (2003). Plano de Maneio e desenvolvimento do Parque Nacional do Limpopo. Maputo. Moçambique.
- MITUR. (2010). Plano de Maneio do Parque Nacional de Banhine. 16pp. Acessado a 15 de Outubro de 2022.
- Mucina L e M.C. Rutherford (2006). The vegetation of South Africa, Lesotho and Swaziland. Strelitzia. Pretoria, South African National Biodiversity Institute.
- Murcia, C. (1995). Edge effects in fragmented forests: implications for conservation. *Trends in Ecology and Evolution*, 10: 58-62.
- Nabors, M.W. (2012). Introdução a Botânica. Organização de Organismos por hierarquias. University of Mississippi. USA. p. 379, 549 e 553.
- Nascimento, H. E. M., A.C.S. Andrade, J.L.C. Camargo, W.F. Laurance, S.G. Laurance, J. E. L. Ribeiro (2006). Effect of the surrounding matrix on tree recruitment in Amazonian forest fragments. *Conservation Biology* 20 (3): 853-860.
- Nelson, B.K., M. Benjamin e L. Esho (2020). Influence of Distance in Forest Utilization and Its Interaction with Neighbouring Communities of South West Mau, Kenya, Konoin Sub-County. *African Journal of Education, Science and Technology*, 5 (4).
- Ombe, Z.A. e A. Fungulane (1996). Alguns Aspectos da História da Conservação da Natureza em Moçambique. 72pp, Editora Escolar.
- Pantaleão, J. C. (2008). *Avaliação da estrutura, crescimento, mortalidade e recrutamento em uma floresta semidecidual submontana na Amazônia Mato Grossense*. Monografia (Bacharel em Engenharia Florestal). Cuiabá, Universidade Federal de Mato Grosso, Departamento de Engenharia Florestal.
- Pereira, C., M. Michaque e F. Kanji (2002). Estratégia de Capacitação na área de Certificação Floresta. Maputo: UEM/FAEF/DNFFB – GRNB. 28 p.

- Pires-o'brien, M.J. e C.M. O'brien (1995). Ecologia e modelamento de florestas tropicais. Faculdade de ciências agrárias de Pará, Serviço de informação e documentação, Belém.
- Popradit, A., T. Srisatit., S. Kiratiprayoon., J. Yoshimura., A. Ishida., M. Shiyomi., T. Murayama, P. Chantaranothai., S. Outtaranakorn e I. Phromma (2015). Anthropogenic effects on a tropical forest according to the distance from human settlements. Scientific Reports, 5, 1–10. <https://doi.org/10.1038/srep14689>.
- Potgieter, M.J. e D.C.J. Wessels (1998). The anatomy and morphology of petioles and leaflets of *Hardwickia mopane* (Leguminosae: Caesalpinioidea). *South African Journal of Botany* **64**: 281-289.
- Potgieter, M.J., J. Madzibane., L.G. Mashabane, e D.C.J. Wessels (2001). Mopane-veld. Can we afford to lose this valuable veld type? *Veld e Flora* **87**: 78-79.
- Primack, R.B. e E. Rodrigues (2001). Biologia da Conservação. 328 pp. Editora Planta.
- Reis, L. P., A. R. Ruschel., J. N. M. Silva., P. C. M. Reis., J. O. P. Carvalho e M. H. M. Soares (2014). Dinâmica da distribuição diamétrica de algumas espécies de Sapotaceae após exploração florestal na Amazônia Oriental. *Revista de Ciências Agrárias*, 57(3), 234-243. <http://dx.doi.org/10.4322/rca.ao1401>.
- Ribeiro, N. e J. Matediane. (2019). Mudanças climáticas, conservação florestal e serviços ambientais. Apoio à formulação da Agenda Estratégica 2018-2035 e Programa Nacional de Florestas. IUCN. MITADER/DINAF/FAO/BM. 37 pag.
- Rodrigue, J. P., C. Comtois e Slack, B. (2009). *The Geography of Transport Systems*. London, New York: Routledge
- Rodrigues, R. R., S.V. Martins e L.C. Barros (2004). Tropical rainforest regeneration in an area degraded by mining in Mato Grosso State, Brazil. *Forest Ecology and Management*, v. 190, p. 323 – 333.
- Santos, R. O., R.O.J.C. Abreu., R. B. Lima., P. S. Aparício., E. D. Sotta., e R. C. Lima. (2016). Distribuição diamétrica de uma comunidade arbórea na Floresta Estadual do Amapá, Brasil. *Biota Amazônia*, v. 6, n. 2, p. 24-31, <http://dx.doi.org/10.18561/2179-5746/biotaamazonia>.

- Schimidt, L. N. (2017). *Dinâmica da Distribuição Diamétrica de Povoamentos de Eucalipto na Região Central de Minas Gerais*. Dissertação de Mestrado. 87pp. Curitiba. Universidade Federal do Paraná.
- Schneider, P. R. e P.O. Schneider (2008). *Manejo florestal*. Santa Maria: UFSM.195 pp.
- Sharma, P. (1992). *Managing the Wolrd's Forest: Looking for Balance Between Conservation and Development* Kendall: USA.
- Shrestha, R. K e J.A.R.R. Alavalapati (2006). Linking Conservation and Development: an analysis of local people's attitude towards koshi tappu wildlife reserve, Nepal. *Environment, Development and Sustainability*, 8: 69–84.
- Smit, G.N. (1994). *the influence of intensity of tree thinning on Mopani veld*. Volumes I and II. Unpublished PhD thesis. Pretoria. University of Pretoria.
- Stalmans, M. e M. Wishart (2005). Plant communities, wetlands and landscapes of the Parque Nacional de Banhine, Moçambique. *Koedoe* 48(2): 43–58.
- Styles, C.V. e J.D. Skinner (2000). The influence of large mammalian herbivores on growth form and utilization of mopane trees, *Colophospermum mopane* in Botswana's Northern Tuli Game Reserve. *African Journal of Ecology* 38: 95-101.
- Thomson, J. G (1960). Discription of growth habits in Mopane in relation to soil and climamate conditions, Proceeding of the 1 st federal science congress, pp 181-186, Harare, Zimbabwe.
- Tietema, T., M. Dithlogo, C. Tibone e N. Mathalaza (1991). Characteristics of eight firewood species of Botswana. *Biomass and Bionergy* 1: 41.
- Timberlake, J. (1995) *Colophospermum mopane Annotated bibliography and review*. Zimbabwe Bulletin of Forestry Research No.11, Forestry Commission, Zimbabwe. 49 pages.
- Timberlake, J. (1999) *Colophospermum mopane: an overview of current knowledge*. In Timberlake, J. e Kativu, S. (eds.) African Plants. Biodiversity, Taxonomy and Uses. Proceedings of the 1997 AETFAT Congress, Harare, Zimbabwe. Royal Botanic Gardens, Kew. pp. 565-571.

- Van Wyk, B. e P. Van Wyk (1997). *Field guide to Trees of Southern Africa*. Struik Publishers, Cape Town, South Africa. Pp. 378-379.
- Van Wyk, P. (1972) Trees of the Kruger national Park. Volume 1. Purnell, Cape Town, South Africa.
- Wamir, A., F. Tedim e C. Ntumi (2017). Impacto das Políticas de Conservação da Natureza na Dinâmica das Comunidades Locais no Parque Nacional do Limpopo (Moçambique). *Revista Argumentos, Montes Claros*, 14 (2): 275-295.
- Wertz-Kanounnikoff, S., A. Siteo e A. Salomão (2012). O contexto de REDD+ em Moçambique: Causas, actores e instituições. CIFOR, Bogor, Indonesia. 56pp.
- Wessels, D.C.J., M.J. Potgieter, e A. Jordaan (1998). Miraculous mopane for wood, worms and wealth. Recently recognised mopane ecotypes are potentially of great value to farmers. *Farmer's Weekly* December **25**: 50-53.
- Wessels, D.C.J., A. Tema., A. Jordaan e T.B. Ndiitwani (2001a) Dispersal characteristics of *Colophospermum mopane* fruits around parent trees. *South African Journal of Botany* (Submitted).
- Wiens, J.A., N.C. Stenseth., V.B. Horne e R.A. Ims (1993). Ecological mechanisms and landscape ecology. *Oikos*, 66: 369-380.
- Wiggins, D.A. (1997). Fluctuating asymmetry in *Colophospermum mopane* leaves and oviposition preference in an African silk moth *Imbrasia belina*. *Oikos* **79**: 484-488.

### 13. Anexos

#### Resultados das análises de distribuição diamétrica da *C. mopane*

**Tabela 1:** Frequência relativa (%) de indivíduos em classes de diâmetros na comunidade de Tchai-Tchai.

Classes de diâmetros e Densidade relativa de indivíduos (%)															
Área	<1	1-3	3-7	7-11	11-15	15-19	19-23	23-27	27-31	31-35	35-39	39-43	43-47	47-51	51-55
0.0	44.410	43.806	3.927	3.625	2.416	1.812	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
0.5	37.010	45.907	9.964	1.423	2.491	2.135	0.711	0.000	0.000	0.355	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
1.0	40.239	46.613	3.585	3.187	1.593	0.796	1.195	1.195	1.195	0.398	0.398	0.398	0.000	0.000	0.398
1.5	41.592	37.610	12.831	3.097	1.327	1.769	0.000	0.442	0.000	0.000	0.884	0.000	0.442	0.000	0.000
2.0	39.743	43.162	8.974	3.418	2.564	0.427	0.854	0.247	0.427	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
2.5	38.613	35.643	3.960	4.950	3.960	0.990	5.940	0.990	0.000	0.990	0.990	0.990	0.000	0.990	0.990

**Tabela 2:** Frequência relativa (%) de indivíduos em classes de diâmetros na comunidade de Tchove.

Classes de diâmetros e Densidade relativa de indivíduos (%)											
Área	<1	1-3	3-7	7-11	11-15	15-19	19-23	23-27	27-31	31-35	39-43
0.0	31.764	52.941	6.470	2.941	1.764	2.352	1.176	0	0.588	0	0
0.5	39.306	45.086	4.624	2.312	5.780	1.734	1.156	0	0	0	0
1.0	36.363	56.818	2.272	1.181	0.909	0.909	0.454	0	0	0	0.454
1.5	41.145	55.208	1.562	0.520	0	1.562	0	0	0	0	0
2.0	57.615	28.476	7.284	3.311	1.986	0.662	0.662	0	0	0	0
2.5	34.666	42.666	4	8	6.666	3.333	0	0	0	0	0

#### Resultados das análises de estrutura de tamanho de indivíduos da *C. mopane*

**Tabela 3:** Valor da média e desvio padrão de diâmetros (DAP) indivíduos na comunidade de Tchai-tchai

Breakdown Table of Descriptive Statistics (Spreadsheet3) N=233 (No missing data in dep. var. list)						
Quadricula	DAP Means	DAP N	DAP Std.Dev.	Altura Means	Altura N	Altura Std.Dev.
1	9.47436	39	4.61421	4.35769	39	1.898148
2	9.07917	48	6.45693	5.97292	48	3.914117
3	16.19143	35	12.03760	9.21429	35	5.779026
4	9.36957	46	9.24563	5.38370	46	4.020559
5	9.43500	40	6.43849	5.99750	40	4.118967
6	20.16400	25	13.67098	11.16000	25	6.097062
All Grps	11.52146	233	9.53933	6.63391	233	4.793160

**Tabela 4:** Análise de variância dos indivíduos da *C. mopane* na comunidade de Tchai-tchai

Analysis of Variance (Spreadsheet3) Marked effects are significant at p < .05000								
Variable	SS Effect	df Effect	MS Effect	SS Error	df Error	MS Error	F	p
DAP	3467.526	5	693.5052	17644.19	227	77.72770	8.92224	0.000000
Altura	1056.317	5	211.2634	4273.74	227	18.82705	11.22127	0.000000

**Tabela 5:** Comparações múltiplas de diâmetros e alturas de indivíduos entre as diferentes áreas na comunidade de Tchai-tchai

Tukey HSD test; Variable: DAP (Spreadsheet3) Marked differences are significant at p < .05000						
Quadrícula	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}	{6}
	M=9.4744	M=9.0792	M=16.191	M=9.3696	M=9.4350	M=20.164
1 {1}		0.999947	0.013635	1.000000	1.000000	0.000051
2 {2}	0.999947		0.003862	0.999986	0.999967	0.000025
3 {3}	0.013635	0.003862		0.007424	0.011974	0.517920
4 {4}	1.000000	0.999986	0.007424		1.000000	0.000031
5 {5}	1.000000	0.999967	0.011974	1.000000		0.000045
6 {6}	0.000051	0.000025	0.517920	0.000031	0.000045	

Tukey HSD test; Variable: Altura (Spreadsheet3) Marked differences are significant at p < .05000						
Quadrícula	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}	{6}
	M=4.3577	M=5.9729	M=9.2143	M=5.3837	M=5.9975	M=11.160
1 {1}		0.513895	0.000041	0.887046	0.545499	0.000020
2 {2}	0.513895		0.010109	0.986359	1.000000	0.000037
3 {3}	0.000041	0.010109		0.001174	0.017114	0.523435
4 {4}	0.887046	0.986359	0.001174		0.986714	0.000021
5 {5}	0.545499	1.000000	0.017114	0.986714		0.000063
6 {6}	0.000020	0.000037	0.523435	0.000021	0.000063	

**Tabela 6:** Valor da média e desvio padrão de diâmetros (DAP) indivíduos na comunidade de Tchove

Breakdown Table of Descriptive Statistics (Spreadsheet14) N=129 (No missing data in dep. var. list)						
Quadrículas	DAP Means	DAP N	DAP Std.Dev.	Altura Means	Altura N	Altura Std.Dev.
1	9.87600	25	7.14395	5.264000	25	2.026261
2	10.90741	27	5.61851	5.744444	27	1.744956
3	12.12667	15	10.05169	6.300000	15	2.916456
4	9.61429	7	6.29826	4.071429	7	1.441890
5	8.62381	21	5.08703	5.411905	21	2.495291
6	10.96765	34	5.01904	7.938235	34	2.547014
All Grps	10.42326	129	6.36580	6.149225	129	2.535190

**Tabela 6:** Análise de variância dos indivíduos da *C. mopane* na comunidade de Tchove

Analysis of Variance (Spreadsheet14)								
Marked effects are significant at p < .05000								
Variable	SS Effect	df Effect	MS Effect	SS Error	df Error	MS Error	F	p
DAP	139.9957	5	27.99914	5046.995	123	41.03248	0.682365	0.637638
Altura	174.8116	5	34.96231	647.868	123	5.26722	6.637713	0.000017

**Tabela 7:** Comparações múltiplas de alturas de indivíduos entre as diferentes áreas na comunidade de Tchove

Tukey HSD test; Variable: Altura (Spreadsheet14)						
Marked differences are significant at p < .05000						
Quadrículas	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}	{6}
	M=5.2640	M=5.7444	M=6.3000	M=4.0714	M=5.4119	M=7.9382
1 {1}		0.974931	0.737886	0.829659	0.999933	0.000157
2 {2}	0.974931		0.975299	0.519268	0.996260	0.002870
3 {3}	0.737886	0.975299		0.276071	0.862666	0.192731
4 {4}	0.829659	0.519268	0.276071		0.763638	0.000710
5 {5}	0.999933	0.996260	0.862666	0.763638		0.001039
6 {6}	0.000157	0.002870	0.192731	0.000710	0.001039	

### Resultados da análise de regeneração dos indivíduos da *C. mopane*

**Tabela 8:** Densidade de plântulas e juvenis na comunidade de Tchai-tchai

Área (km)	Densidade média	
	Plântulas	Juvenis
0	200	326.6
0.5	291	783.0
1	100	325.0
1.5	33	158.0
2	108	108.0
2.5	0	50.0

**Tabela 10:** Densidade de plântulas e juvenis na comunidade de Tchove

Área (km)	Densidade média	
	Plântulas	Juvenis
0	16.6	225.0
0.5	41.6	116.6
1	50.0	300.0
1.5	50.0	316.6
2	0.0	66.6
2.5	16.6	141.6

