



SÉRGIO ALFREDO BILA

**DOMINÂNCIA DE UMA ESPÉCIE ARBÓREA COMO
ESTRUTURADORA DE MATAS SAVÂNICAS AFRICANAS**

Lavras

2024

SÉRGIO ALFREDO BILA

**DOMINÂNCIA DE UMA ESPÉCIE ARBÓREA COMO ESTRUTURADORA DE
MATAS SAVÂNICAS AFRICANAS**

Dissertação apresentada à Universidade
Federal de Lavras, como parte das exigências
do Curso de Engenharia Florestal, para a
obtenção do título de Mestre

Prof. Dr. Rubens Manoel dos Santos
(Orientador)

Lavras – MG

2024

Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema de Geração de Ficha Catalográfica da Biblioteca Universitária da UFLA, com dados informados pelo(a) próprio(a) autor(a).

Bila, Sergio Alfredo.

Dominância de uma espécie arbórea como estruturadora de matas savânicas africanas / Sergio Alfredo Bila. - 2024.

60 p.

Orientador(a): Rubens Manoel dos Santos.

Dissertação (mestrado acadêmico) - Universidade Federal de Lavras, 2024.

Bibliografia.

1. Dominância. 2. arbórea. 3. savanas. I. Manoel dos Santos, Rubens. II. Título.

SÉRGIO ALFREDO BILA

**DOMINÂNCIA DE UMA ESPÉCIE ARBÓREA COMO ESTRUTURADORA DE
MATAS SAVÂNICAS AFRICANAS**

**A TREE SPECIES DOMINANCE AS STRUCTURETOR OF AFRICAN SAVANNAS
WOODLANDS**

Dissertação apresentada à
Universidade Federal de
Lavras, como parte das
exigências do Programa de Pós-
Graduação em Engenharia
Florestal, para a obtenção do
título de Mestre.

APROVADA em 25 de fevereiro de 2024.

Dr. Rubens Manoel dos Santos – UFLA

Dr. Felipe de Carvalho Araújo – UFLA

Dr^a. Gisele Cristina de Oliveira Menino – IFGOIANO

Prof. Dr. Rubens Manoel dos Santos
(Orientador)

Lavras-MG

2024

À minha família pelo apoio e carinho incondicional a todo o momento

Dedico

AGRADECIMENTOS

Em primeiro agradeço a Deus pelo dom da vida.

A minha família, meus pais, minha noiva, meus filhos e meus irmãos que sempre me apoiaram ao longo da minha caminhada estudantil e nos bons e piores momentos da vida. À Universidade Federal de Lavras, que me proporcionou momentos, de crescimento profissional e pessoal.

Ao programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal que foi essencial para expandir os meus conhecimentos na área de Ecologia Florestal.

Meus sinceros agradecimentos ao professor Rubens Manoel dos Santos, pelo acolhimento, orientação e por ter proporcionado momentos únicos de aprendizagem e crescimento no ambiente acadêmico.

Meus profundos agradecimentos igualmente vão para Felipe de Carvalho Araújo, pelos ensinamentos e acompanhamento no ao longo de todo o meu percurso no curso de Mestrado. A todos os membros do laboratório de Ecologia Florestal da UFLA e em especial André Maciel, Fernanda Gianasi, Denise Madeira, Miguel, Lidiane, Lucélia, Leony, Camila, Thiago, Ana Livia, Rafaela, Tatiane o meu muito obrigado.

À sociedade que através da agência de fomento CAPES, CNPq e FAPEMIG, que financiou os trabalhos de coletas de campo, triagem, processamento e medições morfológicas e anatômicas do funcional de plantas da qual fiz parte.

Ao Instituto Superior Politécnico de Gaza e Ministério da Ciência Tecnologia Ensino Superior e Técnico Profissional de Moçambique por ter financiado a minha bolsa de estudos.

KHANIMAMBO

RESUMO

Nas savanas africanas é comum a dominância de certas espécies arbóreas e sua maior contribuição na estrutura. Este estudo avaliou os padrões florísticos e estruturais entre matas savânicas africanas dominadas por uma espécie ou gênero, bem como o padrão espacial na composição de espécies entre as matas e influência do extrativismo na estrutura. Os dados foram coletados em treze matas, agrupadas em quatro formações savânicas: Mopane, Acacia, Mecrusse e Guibourtia no sul de Moçambique. Mediu-se $DAP \geq 10$ cm, das árvores nas parcelas de 0,2 ha, estimou-se a altura e registou-se a coordenada de cada parcela. Nas matas, foram feitas observações sobre o grau de extrativismo de recursos e frequência de herbívoros e foram geradas variáveis categóricas predictoras sobre a influência de extrativismo e herbívoros na estrutura. Foi usado o NMDS e análise de agrupamento hierárquico para avaliar a diferenciação e agrupamento florístico. Foram analisados os índices de Simpson, Pielou e Jaccard. Usou-se o teste de Mantel para análise da dependência espacial na composição de espécies. Os testes paramétricos e não paramétricos foram usados para comparar a estrutura entre as matas e GLM para avaliar a influência de extrativismo e frequência de herbívoros na estrutura. Existe diferenciação florística entre as quatro formações savânicas e mesmos tipos de matas apresentam similaridade na composição de espécies. Maiores índices de diversidade, equabilidade e evenness foram encontrados nas matas de Acacia. A substituição de espécies entre mesmo tipo de matas foi moderada e o aninhamento foi baixo. Existe uma correlação nula entre a distância espacial e abundância de espécies e uma correlação positiva fraca em relação a presença e ausência de espécies. A dominância de uma espécie foi encontrada nas matas de Mecrusse, Mopane e Guibourtia e dominância de único gênero nas matas de Acacia. Existe diferença na estrutura de quatro formações de matas savânicas. Não existe diferença da estrutura entre matas de Mecrusse e entre matas de Acacia e há diferença entre matas de Mopane e entre matas da Guibourtia. O extrativismo de carvão e frequência de elefantes e búfalos influenciam na diminuição da densidade arbórea e diferenciação da estrutura entre matas dominadas pela mesma espécie.

Palavras chaves: Savanas; estrutura; interações.

ABSTRACT

In african savannas, the dominance of certain tree species and their greatest contribution to the structure is common. This study evaluated the floristic and structural patterns among african savannah woodlands dominated by a tree species or genus, as well as the spatial pattern in species composition between woodlands and the influence of extractivism on the structure. Data were collected in thirteen woodlands grouped into four savannah formations: Mopane, Acacia, Mecrusse and Guibourtia in southern Mozambique. The $DBH \geq 10$ cm was measured for all trees in the 0.2 ha plots, the trees height was also estimated and the coordinates of each plot were recorded. In each woodland, observations were made about the degree of resource extraction and herbivore frequency and categorical predictor variables were generated about the influence of extractivism and herbivores on the structure. NMDS and hierarchical cluster analysis were used to assess floristic differentiation and grouping. The Simpson, Pielou and Jaccard index were analyzed. The Mantel test was used to analyze spatial dependence in species composition. Parametric and non-parametric tests were used to compare the structure between woodlands and GLM to evaluate the influence of extractivism and herbivore frequency on the structure. The results indicate a floristic differentiation between four savannah formations and the same types of woodlands show similarity in the composition of tree species. Higher diversity of tree species were found in Acacia woodlands. Species turnover between the same type of woodlands was moderate and nestedness was low. There is no correlation between spatial distance and species abundance and a weak positive correlation in relation to the presence and absence of species. The dominance of one tree specie was found in Mecrusse, Mopane and Guibourtia woodlands and single genus dominance in Acacia woodlands. There is a difference in the structure of four savannah woodlands formations. There is no difference in structure between Mecrusse woodlands and between Acacia woodlands and there is a difference between Mopane woodlands and Guibourtia woodlands. Charcoal extraction and the frequency of elephants and buffaloes in woodlands influence the reduction in tree density and differences in structure between woodlands dominated by the same tree species.

Keywords. Savannas; structure; interactions.

INDICADORES DE IMPACTO

O presente trabalho avaliou os padrões florísticos e estruturais entre matas savânicas africanas dominadas por uma espécie arbórea ou gênero bem como o padrão espacial na composição de espécies entre as matas e influência do extrativismo na estrutura de matas savânicas. Constitui o potencial impacto do trabalho o conhecimento da estrutura das matas savânicas em Mahanche, Mafada, Chivondzoene e Nwamandzele na província de Gaza em Moçambique, pelas comunidades locais e pelo público no geral. No âmbito deste trabalho foi realizada uma atividade de extensão nos povoados de Mahanche, Mafada, Chivondzoene e Nwamandzele sobre inventário florestal participativo. A capacitação foi conduzida pelos estudantes da Universidade Federal de Lavras (UFLA) e docentes do Instituto Superior Politécnico de Gaza (ISPG) em Moçambique. Os membros das comunidades de Mahanche, Mafada, Chivondzoene e Nwamandzele treinados fizeram parte das equipes de campo para a coleta de dados deste trabalho e equipes de zoneamento sobre o uso de recursos naturais em cada comunidade ou povoado abrangido.

IMPACTS INDICATORS

The present work evaluated the floristic and structural patterns among african savana woodlands dominated by a tree species or genus as well as the spatial pattern in species composition between woodlands and the influence of extractivism on the structure of woodlands. The potential impact of the work is the knowledge of the structure of woodlands in Mahanche, Mafada, Chivondzoene and Nwamandzele in the province of Gaza in Mozambique, by local communities and public in general. As part of this work, an extension activity was carried out in the villages of Mahanche, Mafada, Chivondzoene and Nwamandzele on participatory forest inventory. The training was conducted by students from the Federal University of Lavras (UFLA) and teachers from the Higher Polytechnic Institute of Gaza (ISPG) in Mozambique. Trained members of the communities of Mahanche, Mafada, Chivondzoene and Nwamandzele were part of the field teams to collect data for this work and zoning teams on the use of natural resources in each community or village covered.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	10
2 REFERENCIAL TEÓRICO	12
2.1 Estrutura do bioma da savana	12
2.2 Fatores que influenciam a estrutura de matas savânicas africanas.....	12
2.3 Dominância ecológica nas matas savânicas africanas	15
2.4 Fatores que influenciam a dominância de espécies arbóreas	16
3 MATERIAL E MÉTODOS	17
3.1 Área de estudo	17
3.2 Coleta de dados.....	23
3.3 Análise de dados	26
4 RESULTADOS	28
4.1 Padrões florísticos entre matas savânicas africanas.....	28
4.2 Padrão espacial na composição de espécies arbóreas entre matas savânicas ...	32
4.3 Padrões estruturais de matas savânicas dominadas por uma espécie arbórea	32
4.4 Padroes estruturais de matas savânicas dominadas pela mesma espécie	37
4.5 Influência do extrativismo e frequência de herbívoros na estrutura	41
5 DISCUSSÃO	43
6 CONSIDERACOES FINAIS.....	48
7 REFERÊNCIAS	49
8 ANEXOS	56

1 INTRODUÇÃO

A dominância de espécies arbóreas é muito comum nas matas savânicas africanas e caracteriza-se pela maior concentração de abundância e biomassa em uma minoria de espécies (SCHOLES; ARCHER, 1997; FAUSET et al., 2015). A dominância manifesta-se dentro de espécies que ocupam o mesmo nicho ecológico, quando há sobreposição de nichos de espécies e caracteriza-se pela apropriação do espaço potencial do nicho de certas espécies dominadas por outras espécies dominantes (McNAUGHTON; WOLF, 1970; HOPF; VALONE; BROWN, 1993).

A estrutura arbórea em savanas africanas é largamente influenciada pelo clima, solo, fogo e pela herbivoria (BHOLA et al., 2020). A cobertura arbórea nas savanas africanas aumenta com o aumento da precipitação, mas com uma dependência da textura bem como da concentração de nutrientes no solo (BOND, 2010; BUCINI; HANAN, 2007; STAVER; BOTHA; HEDIN, 2017). Segundo SMIT et al (2010); SANKARAN; RATNAM; HANAN (2008), maior frequência de incêndios reduz a cobertura arbórea e junto com fatores abióticos determina a estrutura arbórea em savanas africanas. A estrutura arbórea nas savanas, também tem uma relação com a frequência de grandes herbívoros, sendo que matas savânicas com baixa densidade de mega herbívoros apresentam maior cobertura arbórea em relação a matas com alta densidade de mega herbívoros (ASNER et al 2009; BHOLA et al., 2020).

A dominância de certas espécies arbóreas em matas savânicas africanas em particular, é fortemente influenciada pelos eventos estocásticos como, a sazonalidade de precipitação (época seca e chuvosa) e a frequência de incêndios (SANKARAN; RATNAM; HANAN, 2008; BUCINI; HANAN, 2007).

Nas matas savânicas áridas e semiáridas, onde a fraca disponibilidade de água no solo é marcante, espécies tolerantes a baixa disponibilidade de água detém uma larga vantagem competitiva em relação a espécies intolerantes e tendem a ser dominantes (BHOLA et al., 2020). Por outro lado, solos com baixa capacidade de retenção da humidade tendem a favorecer a dominância de espécies tolerantes à seca e com capacidade de absorver água nas camadas mais profundas do solo (SCHOLES; ARCHER, 1997; SCHOLES et al., 2002; BOND, 2008; STAVER; BOTHA; HEDIN, 2017). A frequência de incêndios, influencia na dominância de certas espécies arbóreas em savanas africanas (SMIT et al., 2010). Espécies arbóreas dominantes em savanas, normalmente possuem uma espessura de casca grossa no caule, bem

como elevada humidade na casca que lhes confere alta capacidade de resistência ao fogo (HIGGINS et al., 2012; HOFFMANN et al., 2012).

A contribuição de espécies dominantes na biomassa arbórea, estoque de carbono em savanas bem como em florestas tropicais já é reconhecida (ter STEEGE et al., 2013; TERRA et al., 2021). Espécies arbóreas dominantes contribuem com mais de 50% na biomassa e estoque de carbono em locais onde dominam, portanto são fundamentais para a estruturação da vegetação e para o funcionamento de ecossistemas (DRAPER et al., 2021; FAUSET et al., 2015; CAVANAUGH et al., 2014; ter STEEGE et al., 2019).

Nas matas savânicas de Miombo e Mopane no sul de África, tem sido destaque a contribuição acima de 50%, de espécies dominantes, *Brachystegia spiciformis* e *Colophospermum mopane* respectivamente na densidade, biomassa arbórea e estoque de carbono (GUY, 1981; GODLEE et al., 2021; MLAMBO; NYATHI, 2008). Nas matas savânicas de Acacia, a contribuição acima de 50% de espécies do género *Acacia*, na abundância também tem sido relatado (RATNAM; SHETH; SANKARAN, 2020). Segundo TERRA et al (2021) espécies arbóreas dominantes na abundância, normalmente tendem a dominar em biomassa e produtividade, portanto, armazenam maiores quantidades de carbono.

Nas matas savânicas da África Austral regista-se a intensificação do extrativismo e 80% das comunidades rurais dependem de lenha e carvão para a cozinha e estacas para a construção de palhotas (RUTHERFORD; POWRIE; THOMPSON, 2012; WOOLLEN et al., 2016). Segundo MAKHADO et al (2012), o extrativismo nessas matas incide sobre espécies dominantes. Dada a importância de espécies dominantes na estruturação da vegetação e estoque de carbono, este estudo tem como objetivos, avaliar os padrões florísticos e estruturais entre matas savânicas africanas dominadas por uma espécie arbórea ou género, avaliar o padrão espacial na composição de espécies arbóreas e a influência do extrativismo e frequência de herbívoros na estrutura arbórea das matas de Mopane, Guibourtia, Acacia e Mécusse no sul de Moçambique.

Este estudo apresenta três hipóteses, sendo que a primeira hipótese diz que existe diferença na composição florística entre as 4 formações de matas savânicas, a segunda hipótese diz que não existe diferença da estrutura entre as matas savânicas africanas dominadas pela mesma espécie arbórea e a terceira hipótese diz que o extrativismo e a frequência de herbívoros influenciam na estrutura. Os resultados deste estudo vão ajudar a prever o comportamento estrutural destas matas no futuro, bem como o seu papel na redução de efeitos de mudanças climáticas.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Estrutura do bioma da savana

Savanas e florestas tropicais são o tipo de vegetação mais dominante nos trópicos, cobrindo respectivamente 15 e 20% da superfície da terra e o bioma da savana em particular cobre 50% da superfície da terra no continente africano e 65% na África-subsaariana (HEMPSON; FEBRUARY; VERBOOM, 2007; GEIGER et al., 2011; BUITENWERF; SWEMMER; PEEL, 2011).

Fisionomicamente as savanas mais conhecidas incluem, Cerrado, Miombo, Mopane, Chaco e Mulga (BILLINGS et al., 1982). As savanas ocorrem em África, Ásia, América latina e Austrália e constituem o tipo de vegetação composto pela mistura das comunidades de árvores e ou arbustos e gramíneas (BALDECK et al., 2014; MURPHY; BOWMAN, 2012; SCHOLE; ARCHER, 1997).

As savanas africanas podem ser distinguidas em savana, fisionomicamente dominada por uma camada contínua de gramíneas com pouca presença de plantas lenhosas e muito bem espaçadas; mata savânica, uma formação arborizada com estrato superior dominado por árvores, com uma altura superior a 3 m e inferior a 20 m, onde a cobertura de plantas lenhosas é inferior a 90% e a cobertura de gramíneas é superior a 2% e não há sobreposição entre as copas de árvores e arbustos; savanas arbustivas que constituem vegetação lenhosa dominada por arbustos, com pouca presença de árvores (MUCINA et al., 2021; BILLINGS et al., 1982).

As matas savânicas (savanas arborizadas), ainda podem ser classificadas em matas relativamente densas, matas densas e matas abertas e as savanas arbustivas ainda podem ocorrer em forma de brenhas, que constituem savanas arbustivas muito densas dominadas por arbustos inferiores a 2 m de altura e com baixa cobertura de gramíneas (JACOBS, 2004). As matas savânicas densas são caracterizadas pela presença de árvores altas com cobertura de copas fechadas, formando uma camada de dossel fechado (BILLINGS et al., 1982; SCHOLE; ARCHER, 1997).

2.2 Fatores que influenciam a estrutura de matas savânicas africanas

O clima constitui fator chave para a ocorrência e distribuição das savanas (BOND, 2010). Do ponto de vista do clima, as savanas podem ser agrupadas em savanas áridas com precipitação média anual inferior a 400 mm, semiáridas com precipitação média anual entre

400 a 1600 mm e savanas úmidas com precipitação média anual entre 1600 a 2200 mm (BILLINGS et al., 1982; BUCINI; HANAN, 2007).

A estrutura de matas savânicas africanas é largamente influenciada pelo clima, solo, fogo e pela herbivoria (SANKARAN; RATNAM; HANAN, 2008; BHOLA et al., 2020). A sazonalidade de precipitação e qualidade de solos são relatadas como fatores que mais impulsionam a estrutura de savanas africanas (BUCINI; HANAN, 2007; BOND, 2008; STAVER; BOTHA; HEDIN, 2017). A cobertura e diversidade de plantas arbóreas e herbáceas nas savanas africanas aumenta com o aumento de precipitação, mas com uma dependência da textura bem como da concentração de nutrientes no solo (BHOLA et al., 2020; BOND, 2010).

Segundo SANKARAN; RATNAM; HANAN (2008) o aumento da cobertura arbórea em savanas africanas mostra uma grande dependência com aumento da precipitação média anual, principalmente entre 200 a 700 mm, mas acima de 700 mm não se observa a tal dependência. Nas savanas de Kalahari, foi relatado que a diversidade e densidade de plantas lenhosas, a área basal, a biomassa arbórea acima do solo, a altura das árvores, bem como o número de espécies que mais contribuem na biomassa, aumenta com o aumento da precipitação média anual (200 a 1000 mm) entre as áreas (SCHOLES et al., 2002).

Matas savânicas africanas com maiores níveis de precipitação apresentam maior cobertura arbórea em relação a matas savânicas com baixos níveis de precipitação, portanto, savanas áridas apresentam baixa diversidade e cobertura arbórea em relação a savanas semiáridas (SCHOLES; ARCHER, 1997; BUCINI; HANAN, 2007). Segundo STAVER; BOTHA; HEDIN (2017) a biomassa de gramíneas também responde positivamente com o aumento de precipitação média anual.

O efeito da textura de solo na cobertura arbórea não pode ser analisado de forma isolada (MARIMON-JUNIOR et al., 2020). A sazonalidade de precipitação, a capacidade de retenção da humidade no solo por longos períodos e a concentração de nutrientes no solo, juntos influenciam a estrutura de arbórea em savanas africanas (STAVER; BOTHA; HEDIN, 2017; SANKARAN; RATNAM; HANAN, 2008).

Os solos de textura fina apresentam maior cobertura arbórea nas savanas africanas em relação a solos de textura grossa, em áreas com precipitação média anual superior a 300 mm, porém em áreas com a precipitação média anual acima de 1700 mm, os solos de textura grossa parecem ter maior cobertura arbórea (BUCINI; HANAN, 2007). Solos de textura fina tem grande capacidade de retenção da humidade por longos períodos, mantendo a disponibilidade de água para as plantas arbóreas em savanas áridas e, portanto, suportam uma biomassa lenhosa mais elevada (SCHOLES et al., 2002; BOND, 2008).

Por outro lado, o suporte da biomassa lenhosa pelos solos de textura grossa, em algumas savanas, pode estar relacionado com maior potencial de infiltração de água para as camadas mais profundas, favorecendo a absorção de água pelas árvores com raízes mais profundas e evitando a competição com as gramíneas pelo consumo de água (STAVER; BOTHA; HEDIN, 2017).

A disponibilidade de nutrientes no solo também desempenha um papel importante na estrutura de savanas africanas (BOND, 2010). SANKARAN; RATNAM; HANAN (2008) e BUCINI; HANAN (2007), observaram uma relação positiva entre o aumento da cobertura arbórea com o aumento da disponibilidade de nitrogênio e fósforo no solo em savanas africanas. Segundo BOND (2010), o estoque de nutrientes no solo limita a cobertura lenhosa nas savanas e as florestas tropicais apresentam maior densidade e biomassa arbórea em relação as savanas devido a maior concentração de nutrientes no solo como nitrogênio, potássio, cálcio e fósforo.

A influência de fogo e herbivoria sobre a estrutura arbórea em savanas africanas tem sido destacada desde a muito tempo (SCHOLE; ARCHER, 1997; BOND, 2008; SCHOLE et al., 2002). A frequência de incêndios reduz a cobertura arbórea em savanas africanas e determina os padrões da estrutura da vegetação (SMIT et al., 2010; SANKARAN; RATNAM; HANAN, 2008). Em um estudo realizado por STAVER; BOTHA; HEDIN (2017), na savana do Parque Nacional de Kruger, sobre a determinação da estrutura da vegetação pelo fogo e solo, concluiu-se que a densidade arbórea foi maior em áreas onde os intervalos da frequência de fogo eram maiores em relação as áreas onde os intervalos da frequência eram menores. Outro estudo realizado por SMIT et al (2010), no Parque Nacional de Kruger constatou que os incêndios mais frequentes reduziram mais a cobertura vegetal lenhosa do que os incêndios menos frequentes, e os incêndios na estação seca reduziram mais a vegetação lenhosa do que os incêndios na estação chuvosa.

As savanas africanas constituem habitat para muitos herbívoros e segundo BHOLA et al (2020), os grandes herbívoros causam modificações na estrutura da vegetação lenhosa nas savanas. Em um estudo realizado por ASNER et al (2009), sobre o impacto de herbívoros a uma larga escala na estrutura de savanas africanas, foi constatado o aumento da cobertura de gramíneas e plantas lenhosas em áreas protegidas para a navegação de herbívoros em relação a áreas que estavam sendo pastadas durante um período de 41 anos.

As plantas nas savanas estão sujeitas a constante stress hídrico devido à escassez e sazonalidade de precipitação, portanto a competição pela aquisição de água e nutrientes também joga um papel na estruturação das savanas africanas (BOND, 2008). Em savanas a competição pelos recursos ocorre entre árvores, arbustos e gramíneas (BHOLA et al., 2020).

2.3 Dominância ecológica nas matas savânicas africanas

Em muitas matas savânicas africanas é característico a dominância de algumas espécies arbóreas (SCHOLES et al., 2002; BUCINI; HANAN, 2007). Este fenômeno designa-se de dominância ecológica e manifesta-se dentro de espécies que ocupam o mesmo nível trófico, mesmo nicho ecológico, quando há sobreposição de nichos das espécies e caracteriza-se pela apropriação do espaço potencial do nicho de certas espécies dominadas por outras espécies dominantes (McNAUGHTON; WOLF, 1970; HART,1990).

Espécies arbóreas dominantes contribuem consideravelmente para a cobertura arbórea e biomassa em áreas onde dominam e, portanto, jogam um papel muito importante no funcionamento e manutenção de processos ecossistêmicos (FAUSET et al., 2015; DE SOUSA et al., 2021; CAVANAUGH et al., 2014).

Espécies arbóreas que dominam, normalmente controlam a ocupação de habitats por outras espécies e influenciam na diversidade florística e estrutura da vegetação dentro de locais onde dominam (JACOBS, 2004; HART,1990; TORTI; COLEY; KURSAR, 2001).

A dominância de espécies arbóreas pode ser descrita em dominância de uma espécie, quando a sua contribuição na abundância e biomassa dentro da comunidade é superior a 50%, hiper dominância quando 2 ou mais espécies juntas contribuem com mais de 50% na abundância e biomassa (DRAPER et al., 2021; FAUSET et al., 2015; DAMASCO et al., 2021; TERRA et al., 2021). Quando a contribuição de uma espécie é maior que 80%, designa-se monodominância (HART,1990).

A dominância de certas espécies arbóreas em savanas africanas tem sido documentada desde há muito tempo (SCHOLES; ARCHER, 1997; SMIT et al., 2010). Na África subsaariana, ocorre a maior formação de mata savânica, a mata de miombo dominada por espécies arbóreas do gênero *Brachystegia*, *Julbernardia* e *Isoberlinia*, pertencentes à família Fabaceae (GUMBO et al., 2018; WOOLLEN; RYAN; SCHOOL, 2018).

No sul da África também é comum a ocorrência da mata de mopane, com a monodominância de *C. mopane* da família Fabaceae, porém, dentro das matas de mopane é notável a representatividade de outras espécies arbóreas como *Terminalia sp* e *Combretum sp*, ambas da família Combretaceae (MLAMBO; NYATHI, 2008).

Segundo RATNAM; SHETH; SANKARAN (2020), em muitos países da África subsaariana também é comum a ocorrência de savanas dominadas por espécies do gênero *Acacia* ou pela associação de espécies do gênero *Acacia* com outras espécies como *Prosopis sp*, *Vitellaria sp*, *Commiphora sp*, *Balanites sp*, *Terminalia sp* e *Combretum sp*.

No centro de Quênia, um estudo realizado por MUTUKU; KENFACK (2019), sobre o efeito da heterogeneidade topográfica local na ocorrência de espécies arbóreas em uma savana africana dominada por *Acacia sp*, foi relatado a contribuição de cerca de 54% do gênero *Acacia* na abundância total de árvores com DAP > 10cm.

As espécies arbóreas mais dominantes nas matas savânicas africanas fazem parte das famílias Fabaceae, Combretaceae e Burseraceae e a vegetação herbácea é dominada pela família Gramineae (JACOBS, 2004; SCHOLES et al., 2002).

A dominância de espécies arbóreas também foi destacada em savanas neotropicais por DE SOUZA et al (2022), num estudo realizado no cerrado sobre efeitos de características funcionais na distribuição espacial e hiper dominância de espécies arbóreas, onde foi constatado que 6% de espécies arbóreas contribuem com mais de 50% na abundância e 7% contribuem com mais de 50% na biomassa.

A dominância de espécies arbóreas também tem sido observada em florestas tropicais, como na floresta da Amazônia e na mata atlântica (DRAPER et al., 2020; ter STEEGE et al., 2013; RODRIGUES; VILA; NERI, 2019). FAUSET et al (2015), no estudo sobre hiper dominância no ciclo de carbono na floresta da Amazônia, observou que mais de 50% de produtividade de biomassa e armazenamento de carbono está concentrado nas espécies hiper dominantes.

A dominância de espécies arbóreas varia de uma região para outra e de uma espécie para outra e segundo ter STEEGE et al (2013) a maioria de espécies dominantes, são dominantes apenas em uma ou duas regiões e, portanto, espécies dominantes tendem a ser especialistas e mostram algum tipo de preferência por um determinado tipo de habitat.

2.4 Fatores que influenciam a dominância de espécies arbóreas

Os eventos estocásticos em matas savânicas africanas, a sazonalidade de precipitação (época seca e chuvosa) e a frequência de incêndios determinam a estrutura arbórea, a produção de sementes, a sobrevivência de mudas e juvenis e ao mesmo tempo, promovem a dominância de certas espécies (BHOLA et al., 2020; SANKARAN; RATNAM; HANAN, 2008; BUCINI; HANAN, 2007). A fraca disponibilidade hídrica e nutrientes no solo, promove a competição entre as espécies arbóreas entre elas e com as gramíneas (SCHOLES; ARCHER, 1997). Nas matas savânicas áridas e semiáridas onde a fraca disponibilidade hídrica para as plantas é marcante, espécies tolerantes a baixa disponibilidade de água no solo detêm uma larga vantagem competitiva em relação a espécies intolerantes à fraca disponibilidade de água ou

seca e tendem a dominar dentro destas savanas (BHOLA et al., 2020). O stress hídrico ainda é muito marcante em savanas áridas com solos de textura grossa, com baixa capacidade de retenção da umidade por longos períodos (BUCINI; HANAN, 2007; SCHOLES et al., 2002; BOND, 2008).

A dominância de *B. spiciformis* e *Julbernardia globiflora* nas matas de miombo no centro, este e sul da África é atribuída a tolerância dessas espécies a secas prolongadas, a sua capacidade de sobreviver em solos pobres em nutrientes e a resistência a incêndios (GUMBO et al., 2018; MCNICOL et al., 2018; GUY, 1981). Nas matas savânicas semiáridas de mopane no sul da África a dominância de *C. mopane* está relacionada com a tolerância desta espécie à seca e sua capacidade de absorver água nas camadas mais profundas do solo (HEMPSON; FEBRUARY; VERBOOM, 2007; MUTAKELA et al., 2023).

A frequência de incêndios junto com variáveis ambientais, também exerce uma certa influencia na seleção e dominância de espécies arbóreas em savanas africanas (SMIT et al., 2010; STAVER; BOTHA; HEDIN, 2017). A frequência de incêndios tem um grande impacto na sobrevivência de mudas e juvenis bem como na cobertura arbórea no geral (HOFFMANN et al., 2012). Espécies que possuem uma espessura de casca grossa no caule bem como elevada umidade na casca tendem a ser tolerantes a fogo, possuem maiores chances de sobrevivência e normalmente dominam em áreas com maior frequência de incêndios (SMIT et al., 2010; HIGGINS et al., 2012).

3 MATERIAL E MÉTODOS

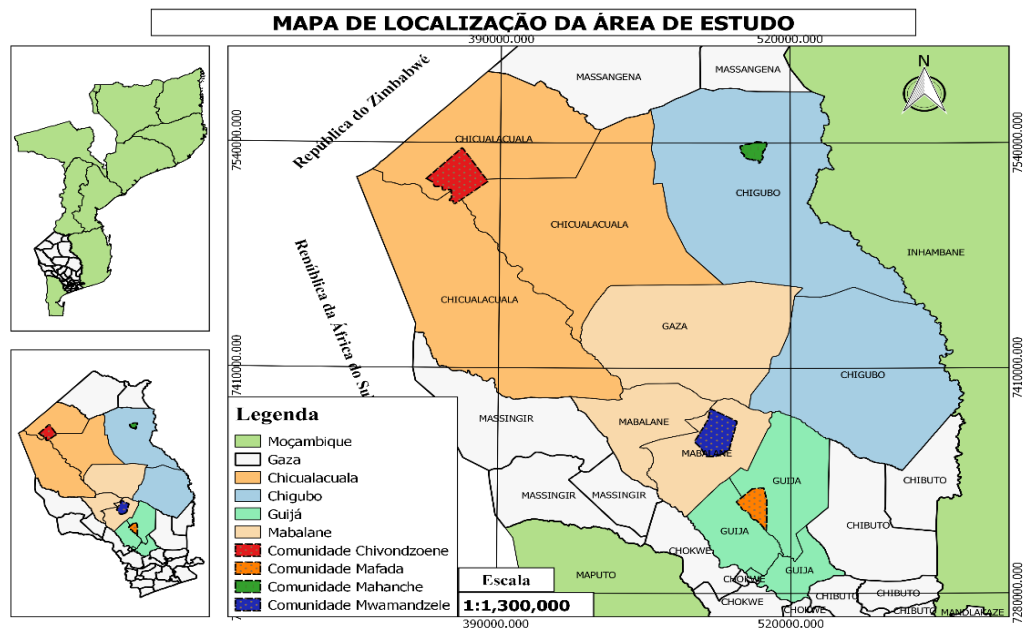
3.1 Área de estudo

A área de estudo situa-se no norte da província de Gaza em Moçambique. A região norte de Gaza apresenta um clima semiárido com uma precipitação anual que varia entre 400 a 800 mm e uma temperatura média anual entre 24-26° C, com estações secas e chuvosas marcadas, sendo a chuvosa entre outubro a abril (MAE, 2005).

No geral, esta região é caracterizada pela ocorrência de solos arenosos amarelados, avermelhados ou alaranjados, solos de mananga (franco-argiloso-arenosa), avermelhados e pardos, derivados de calcário, ou ainda acinzentados muito escuro na parte superficial, solos líticos com seixos rolados em algumas zonas assim como solos aluvionares, com um relevo ligeiramente acidentado com altitudes inferiores a 500 m (MAFALACUSSER; JALANE, 2014).

A área de estudo abrange as comunidades de Mafada no distrito de Guijá, Mahanche no distrito de Chigubo, Nwamandzele no distrito de Mabalane e Chivondzoene no distrito de Chicualacuala (Figura 1). Na área de estudo ocorrem 4 tipos de matas savânicas africanas: Mopane, Guibourtia, Acacia e Mecrusse.

Figura 1 - Mapa da área de estudo.



Fonte: Do autor (2024).

Matas de Mopane ocorrem no sul da África, na região da África Austral e cobre uma área de 550000 km² e em Moçambique é a segunda maior comunidade vegetal, depois do Miombo e cobre uma área estimada em 101 500 hectares (TEKETAY et al., 2018).

Mopane ocorre em zonas áridas e semiáridas, com precipitação média anual entre 300 a 800 mm, locais de baixa altitude, normalmente a baixo de 800 m em relação ao nível do mar (RUTHERFORD; POWRIE; THOMPSON, 2012; PELANE et al., 202; MLAMBO; MWENJE; NYATHI, 2007).

As matas de Mopane ocorrem em variados tipos de solos, desde solos relativamente férteis e de granulação fina, solos arenosos-argilosos e solos argilosos (MAKHADO et al., 2014). Normalmente as matas de Mopane são encontradas em solos aluviões profundos, ricos em argila, solos muitos sedimentares, solos com elevado teor de sódio e baixas taxas de infiltração de água (MUTAKELA et al., 2023; MLAMBO; NYATHI; MAPAURE, 2005). Também, ocorrem em solos alcalinos (alto teor de calcário), rasos e pouco drenados e raramente ocorrem em solos ácidos (MLAMBO; NYATHI; MAPAURE, 2005; MAKHADO et al., 2014).

As matas de Mopane fisionomicamente são matas abertas com maior ocorrência de espécies arbóreas decíduas e semidecíduas, caracterizadas pela monodominância da espécie arbórea *C. mopane* da família Fabaceae (Figura 2). Outras espécies com maior frequência nas matas de Mopane incluem, *Combretum apiculatum*, *Acacia nigrescens*, *Terminalia prunioides*, *Combretum sp*, *Terminalia sp*, *Spirostachys africana*, *Sclerocarya birrea*, etc (MLAMBO; NYATHI, 2008). A espécie dominante nas matas de Mopane, *C. mopane* é caducifólia, perde as folhas durante o período de inverno, normalmente entre finais de abril a outubro (BURROWS et al., 2017).

A espécie *C. mopane*, ocorre sob forma de árvore e arbusto e segundo HEMPSON; FEBRUARY; VERBOOM (2007) a existência de duas formas alternativas depende da disponibilidade de água e das condições de solo, sendo que arbustos de *C. mopane* ocupam áreas mais secas e as árvores tendem a ocupar áreas pouco húmidas. A altura das árvores de *C. mopane* pode variar de 16 a 30 m quando as condições do solo são favoráveis, 3 a 6 m quando as condições de solo não são favoráveis (MUTAKELA et al., 2023).

A vegetação herbácea predominante nas matas de mopane incluem, *Panicum maximum*, *Aristida sp*, *Eragrostis sp*, *Heteropogon sp*, *Urochloa mosambicensis*, *Digitaria sp*, etc (RIBERIO et al., 2019).

Figura 2 – Ilustração da mata de Mopane.



Fonte: Do autor (2024).

As matas de Acacia ocorrem em solos ricos em fósforo e nitrogênio, nas zonas áridas e semiáridas de baixa altitude, normalmente abaixo de 300 m do nível do mar, em solos profundos ao longo dos rios, em solos arenosos de textura média e grossa ao longo das planícies e em áreas de transição de matas dominadas por espécies de folhas largas como Mopane (SCHOLES et al., 2002; BHOLA et al., 2020; BURROWS et al., 2019). Diferente de muitas comunidades de espécies do gênero *Acacia*, as comunidades de *A. karroo* também ocorrem em áreas de altitudes entre 300 a 400 m (BOND; SMYTHE; BALFOUR, 2001).

As matas de Acacia são dominadas por uma, duas ou três espécies do gênero *Acacia*, e no sul de África são comuns matas de *Acacia nilotica*, matas de *A. nigrescens*, matas de *Acacia karroo*, ou matas dominadas pela mistura de *A. nilotica* e *A. nigrescens*, mas com frequência de outras espécies do mesmo gênero como *Acacia tortilis*, *Acacia mellifera*, *Acacia xanthophloea*, *Acacia burkey*, *Acacia robusta*, *Acacia caffra*, etc (RATNAM; SHETH; SANKARAN, 2020; SMITH; GOODMAN, 1986).

As duas espécies mais dominantes nas matas de Acacia, *A. nilotica* e *A. nigrescens* são árvores semidecíduas e decíduas respectivamente com folhas bipinadas e pinadas respectivamente e muito frequentes em ambientes secos (BURROWS et al., 2019; Van Wyk; GERICKE, 2000).

As matas de Acacia geralmente são matas savânicas abertas com elevada proporção de cobertura de gramíneas baixo, médio e alto (Figura 3). Nas matas de Acacia, a cobertura de gramíneas diminui com o aumento da densidade arbórea e geralmente as espécies de gramíneas que ocorrem nessas savanas são quase as mesmas que ocorrem nas savanas de Mopane e as mais frequentes incluem, *Panicum sp*, *Aristida sp*, *Heteropogon sp*, *Urochloa sp*, *Digitaria sp*, *Bracharia sp*, *Themeda sp*, etc (SKOWNO et al., 1999; SCHOLES et al., 2002; BOND; SMYTHE; BALFOUR, 2001).

Figura 3 – Ilustração da mata de Acacia.



Fonte: Do autor (2024).

As matas da *Guibourtia* ocorrem principalmente em solos de drenagem livre ou arenosos e profundos, em áreas de baixas altitudes. As matas de *Guibourtia* são matas abertas em termos de fisionomia, dominadas pela espécie arbórea, a *Guibourtia conjugata*, porém com alta frequência da espécie *Pterocarpus lucens*, bem como *Combretum sp* e *Terminalia sp* ambas da família Combretaceae (Figura 4) (RAFAEL; FALCÃO, 2021; PAIS; RIBEIRO; SANTOS, 2021).

As espécies arbóreas mais representativas nas matas da *Guibourtia* são decíduas e perde folhas durante a época de inverno, sendo a deciduidade uma das principais características dessas matas savânicas africanas (BURROWS et al., 2019; PALGRAVE, 2002).

Figura 4 – Ilustração da mata da Guibourtia.



Fonte: Do autor (2024).

As matas de Mecrusse constituem savanas arborizadas densas dominadas pela espécie arbórea *Androstachys johnsonii*, da família Euphorbiaceae (Figura 5). Matas de Mecrusse ocorrem em encostas rochosas, em solos franco-arenosos de textura média e ricos em nutrientes, em solos drenados de condições quentes e secas ou em solos derivados de riolito (RATHOGWA; MIDGLEY; BOND, 2001).

As matas de Mecrusse são savanas perenes e semidecíduais de ambientes secos, restritas em forma de manchas de savanas em Moçambique, Zimbabwe, Swazilândia e províncias de Limpopo e Mpumalanga na África do Sul (MAGALHÃES; SEIFERT, 2015). A espécie dominante, *A. johnsonii* é perenefólia e pode atingir até 20 m de altura e é tipicamente monodominante, porém dentro das matas de Mecrusse, outras espécies como *G. conjugata* e *Croton sp* também expressam a sua representatividade (PALGRAVE, 2002; GANDIWA et al., 2011; BILA et al., 2018).

Figura 5 – Ilustração da mata de Mecrusse.

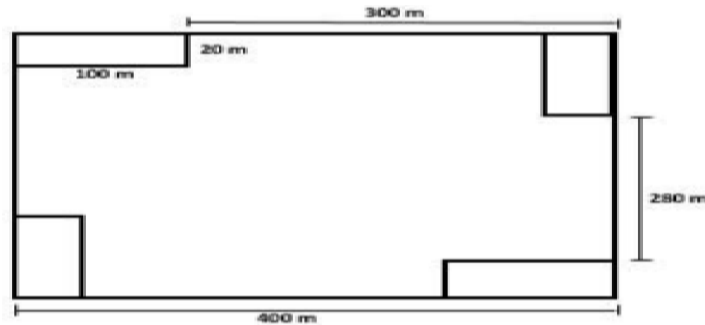


Fonte: Do autor (2024).

3.2 Coleta de dados

A coleta de dados foi realizada entre 2018 a 2019 em 13 matas savânicas agrupadas em 4 tipos: Mata de Mopane, mata de Mecrusse, mata da Guibourtia e mata de Acacia, dentro do bioma da savana, na província de Gaza, no sul de Moçambique. Para a coleta de dados, foram alocados pontos de amostragem no mapa de cada área usando QGIS e Google Earth. Em cada ponto de amostragem foi estabelecido um cluster composto por 4 parcelas de 100x20 m (0,2 hectares). A primeira parcela de cada cluster foi alocada de forma aleatória e as restantes parcelas obedecendo uma separação de 280m de distância (Figura 6). O tamanho da parcela usado neste estudo é mais recomendado para inventários florestais em Moçambique (MARZOLI, 2007).

Figura 6 - Distribuição das parcelas no cluster.



Fonte: Do Autor (2024).

O número de parcelas alocadas para cada área de amostragem, foi proporcional à sua área de extensão, sendo que as matas com maior extensão de área tiveram maior número de parcelas alocadas. O número de parcelas alocadas em cada área de estudo foi obtido seguindo as expressões de determinação do tamanho de amostra ideal para amostragem estratificada com alocação proporcional (VAN LAAR; AKCA, 2007). Foram alocadas no total 793 parcelas para toda área de estudo (Tabela 1). Foram registradas as coordenadas geográficas de 4 cantos de cada parcela usando GPS.

Tabela 1 - Número de parcelas estabelecidas em cada mata savânica.

(Continua)

Localidade	Tipo de mata	Área (ha)	Proporção	Nº total de parcelas	Nº de parcelas estabelecidas
Mahanche	Mopane 3	4730	0.61	23650	131
	Guibourtia 2	2981	0.39	14905	15
Total		7711	1	38555	146
Mafada	Acacia 1	6582	0.4854	32910	102
	Acacia 2	3484	0.2570	17420	49
	Mopane 1	3493	0.2576	17465	45
Total		13559	1	67795	196
Chivondzoene	Acacia 3	6890	0,1814	34449,30	29
	Mecrusse 1	6247	0,1645	31234,60	33

Tabela 1 - Número de parcelas estabelecidas em cada mata savânica.
(Conclusão)

Localidade	Tipo de mata	Área (ha)	Proporção	Nº total de parcelas	Nº de parcelas estabelecidas
Chivondzoene	Guibourtia 1	21267	0,5599	106334,85	129
	Mopane 2	3579	0,0942	17896,10	32
Total		37983	1	189915	223
Nwamandzele	Acacia 4	5674.502	0.189	28372.51	10
	Mecrusse 2	490.619	0.016	2453.095	8
	Guibourtia 3	13002.225	0.433	65011.13	130
	Mopane 4	10834.044	0.361	54170.22	80
Total		30001.39	1	150007	228
Total de Parcelas					793

Fonte: Do autor (2024).

Em cada parcela, com auxílio da suta, mediu-se o diâmetro a altura do peito (DAP) de fustes de todas as árvores, a 1.3 m da superfície do solo. Mediu-se apenas o $DAP \geq 10$ cm, de fustes de todas as árvores vivas presentes na parcela (GODLEE et al., 2021). Também foi estimada a altura das árvores, usando uma vara de 3 m de altura (método de sobreposição ângulos semelhantes).

Durante a coleta de dados no campo foram efetuadas observações sobre o grau do extrativismo de recursos, grau de frequência de humanos e herbívoros nas matas savânicas e na base dessas observações e na base de informação fornecida pelo líder comunitário de cada zona sobre extrativismo e frequência de humanos e herbívoros nas matas, foram geradas variáveis categóricas para posterior análise da influência de extrativismo de recursos, assim como a influência da frequência de humanos e herbívoros na estrutura de matas savânicas (Tabela 2).

Tabela 2 - Variáveis categóricas sobre grau do extrativismo de recursos e grau da frequência de humanos e herbívoros nas matas savânicas.

Matas	Grau do extrativismo de recursos					Grau de frequência de humanos e herbívoros				
	Lenha	Carvão	Madeira	Estacas	Fru- tos	Hum- anos	Elefa- ntes	Búfa- los	Cudos	Porco bravo
A1	3	3	1	2	2	3	1	1	2	1
A2	3	3	1	2	2	3	1	1	1	1
A3	3	1	1	1	2	3	1	4	2	1
A4	3	3	1	3	2	3	1	1	1	1
G1	3	1	1	3	2	2	1	4	2	1
G2	3	2	2	3	2	3	4	4	3	3
G3	3	2	2	3	3	3	1	1	1	1
Me1	2	1	1	2	2	3	1	1	1	1
Me2	2	1	1	2	2	4	1	1	1	1
Mo1	3	4	1	3	2	4	1	1	1	1
Mo2	3	2	1	2	2	3	1	4	2	1
Mo3	3	3	2	2	3	3	4	4	3	3
Mo4	3	4	2	3	3	4	1	1	1	1

Legenda: (1, 2, 3, 4) corresponde a grau do extrativismo de recursos e grau da frequência de humanos e herbívoros nas matas; sendo 1 – sem extrativismo/frequência, 2 – extrativismo leve/pouca frequência, 3 – extrativismo moderado/frequência média, 4 – extrativismo intenso/alta frequência. A1 – mata de Acacia 1, A2 – Acacia 2, A3 – Acacia 3, A4 – Acacia 4, G1 – Guibourtia 1, G2 – Guibourtia 2, G3 – Guibourtia 3, Me1 – Mécresse 1, Me2 – Mécresse 2, Mo1 – Mopane 1, Mo2 – Mopane 2, Mo3 – Mopane 3, Mo4 – Mopane 4.

Fonte: Do autor (2024).

3.3 Análise de dados

Para avaliar os padrões florísticos entre as matas savânicas africanas dominadas por uma espécie arbórea ou gênero primeiro foram feitas análises sobre diferença e similaridade na composição de espécies arbóreas, bem como o agrupamento florístico usando NMDS

(escalonamento multidimensional não métrico) e agrupamento hierárquico, baseando na abundância e presença e ausência de espécies nas matas savânicas (CLARKE, 1993). No NMDS, primeiro analisamos a similaridade entre as matas savânicas usando o índice de Bray – Curtis e a rotina anosim do pacote vegan e depois analisamos a dissimilaridade ou diferenciação entre as matas savânicas usando o índice de Jaccard e a rotina adonis do vegan (RODRIGUES; VILA; NERI, 2019).

Também, foram feitas análises sobre riqueza e diversidade de espécies em cada mata savânica usando os seguintes índices: Margalef, Simpson e Pielou (SOUZA et al., 2018). Para analisar a partição da diversidade beta entre as matas foi usado o índice de Jaccard, e seguindo BASELGA (2010) e todas as análises foram feitas no programa R Studio. Para avaliar o padrão espacial na composição de espécies arbóreas entre as matas foi usado o teste de Mantel, correlacionando a distância entre as matas com abundância e com presença e ausência de espécies e esta análise foi feita no programa R Studio.

Para avaliar os padrões estruturais entre as matas savânicas africanas dominadas por uma espécie arbórea ou gênero e dentro de matas dominadas pela mesma espécie primeiro foi calculada a densidade, diâmetro médio de fustes, dominância e biomassa arbórea acima do solo e depois foram feitas análises sobre diferenças nos atributos estruturais entre as matas usando testes paramétricos e não paramétricos.

A densidade foi calculada seguindo a equação 1 (JOSHI et al., 2020; NEGI et al., 2022).

$$\text{Densidade} = \left(\frac{ni}{ha} \right) \quad \text{Equação (1)}$$

Onde: ni – número de total de árvores da espécie i observadas; ha – área amostrada no estrato i, dada pelo produto do número de parcelas estabelecidas e a respectiva área em hectare (ha = n x a).

A densidade em cada parcela foi obtida pelo somatório de número de árvores de todas espécies presentes na parcela e dividido pela área da parcela (0,2 hectare).

O diâmetro médio de fustes em cada parcela foi calculado através do somatório do diâmetro de fustes de todos os indivíduos na parcela e dividido pelo número total de indivíduos na parcela (GEIGER et al., 2011).

A Dominância foi calculada seguindo a equação 2 (AO; CHANGKIJA; TRIPATHI, 2020).

$$\text{Dominância} = \frac{\sum gi}{(ha)} \quad \text{Equação (2)}$$

Onde: gi – Secções transversais da espécie i; ha – área amostrada, dada pelo produto do número de parcelas estabelecidas e a respectiva área (ha = n x a).

A dominância em cada parcela foi obtida pelo somatório de secções transversais de todos os indivíduos na parcela e dividido pela área da parcela.

A biomassa arbórea acima do solo foi calculada, usando a equação desenvolvida pelo CHAVE et al (2014) e seguindo a fórmula 1.

$$AGB_i = 0.0673 (\rho D^2 H)^{0.976} \times 0.001 \text{ Fórmula (1)}$$

Onde: AGB_i – biomassa arbórea acima do solo da espécie i em megagrama; ρ – densidade da madeira; D – diâmetro de fuste; H – altura da árvore. A densidade da madeira de cada espécie foi obtida na base de dados global sobre densidade da madeira das espécies. Para as espécies que não foi possível obter sua densidade da madeira, calculou – se a média da densidade da madeira do gênero e ou da família botânica onde elas pertencem. O AGB em megagrama por hectare ($Mg\ ha^{-1}$) foi obtido dividindo o AGB de cada espécie pela área amostrada.

O AGB em cada parcela foi obtido pelo somatório de AGB de todas as árvores presentes na parcela e dividido e pela área da parcela (GODLEE et al., 2021; RODRIGUES; VILA; NERI, 2019).

Para avaliar se existe diferenças nos atributos estruturais entre matas savânicas africanas dominadas por uma espécie arbórea ou gênero e dentro de matas dominadas pela mesma espécie arbórea foram usados os seguintes testes paramétricos (Anova, Tukey HSD e teste t) e não paramétricos (Kruskal, teste Dunn e Wilcox) a um nível de significância de 5% (SOUZA et al., 2018; BULUSU; MARTIUS; CLENDENNING, 2021). Foram usados os testes de Shapiro-Wilk e Levene para testar a normalidade e homogeneidade de dados (GEIGER et al., 2011). A comparação foi baseada na densidade, diâmetro médio de fustes, dominância e biomassa arbórea acima do solo dentro das parcelas de 0,2 hectare.

Para avaliar a influência do extrativismo e frequência de herbívoros na estrutura de matas savânicas africanas dominadas por uma espécie arbórea foi usado o GLM (Modelo Linear Generalizado), tendo como variáveis respostas a densidade, dominância e biomassa arbórea acima do solo e variáveis preditoras, todas as variáveis categóricas sobre grau de extrativismo de recursos e sobre grau da frequência de herbívoros e humanos listadas na tabela 2.

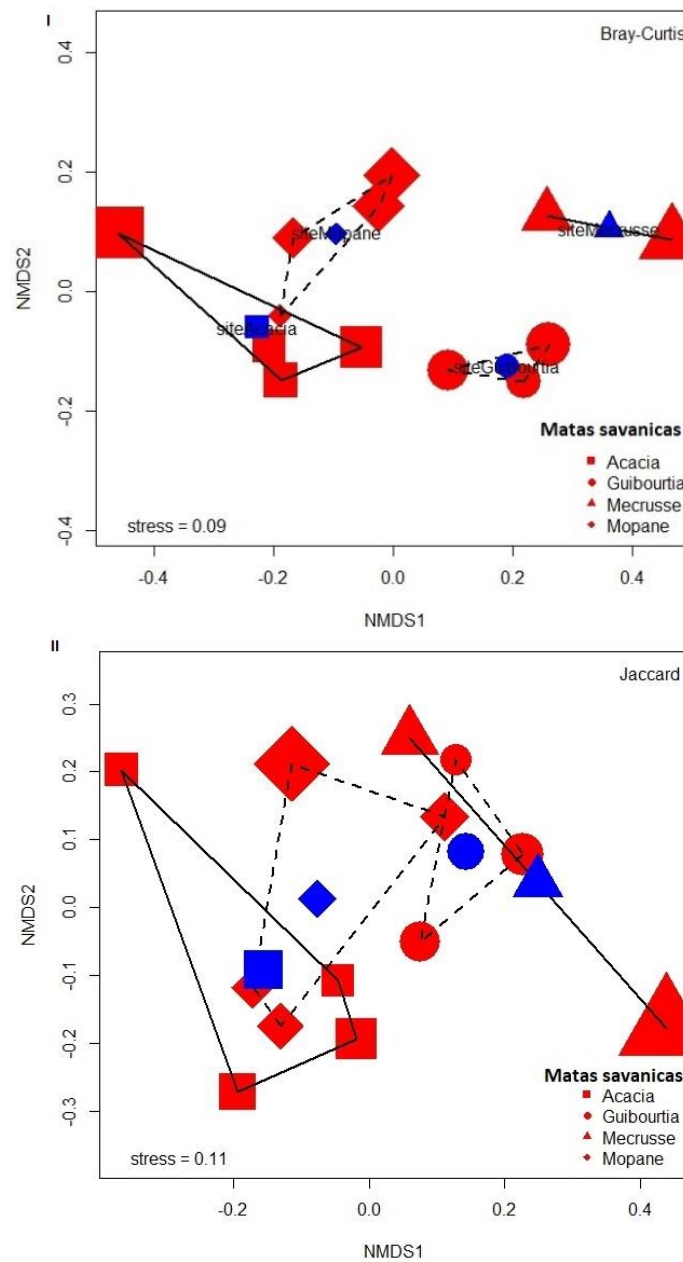
4 RESULTADOS

4.1 Padrões florísticos entre matas savânicas africanas

O resultado de NMDS (stress = 0.09), em relação à similaridade entre matas savânicas africanas na abundância de espécies arbóreas, indicou a separação clara de 4 formações de matas savânicas africanas: Mata de Acacia, mata da Guibourtia, mata de Mecrusse e mata de

Mopane (Figura 7). Segundo CLARKE (1993), stress < 0.10 indica boa ordenação de grupos, sem nenhum risco real de falsas inferências. Em relação a diferenciação na abundância de espécies arbóreas entre matas savânicas, o NMDS (stress = 0.11), também indicou uma diferença clara entre as 4 formações de matas savânicas: Acacia, Guibourtia, Mecrusse e Mopane. Porém, observa-se uma intercessão entre as formações savânicas de Acacia e Mopane e entre as formações savânicas da Guibourtia e Mecrusse (Figura 7).

Figura 7 – Análise de NMDS.



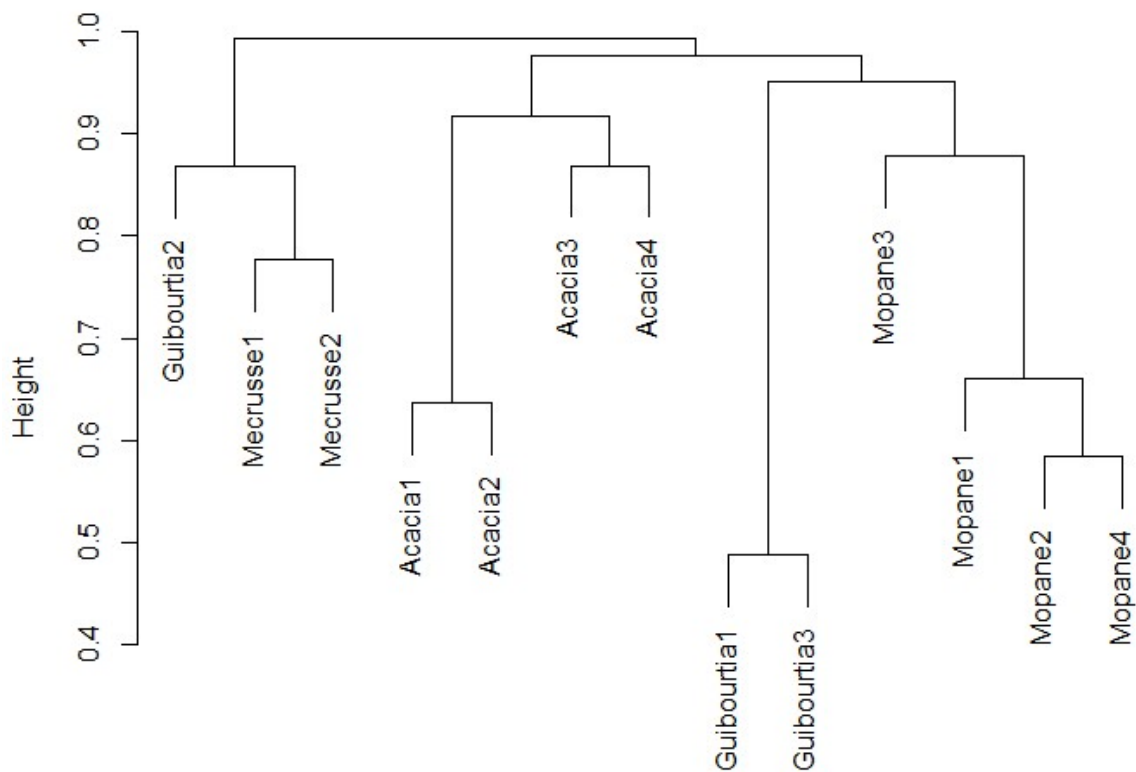
Legenda: I – similaridade e II – diferenciação florística de formações savânicas africanas

Fonte: Do autor (2024).

A análise de agrupamento hierárquico, indicou 4 agrupamentos florísticos de matas savânicas africanas: Grupo de Acacia, grupo da Guibourtia, grupo de Mecrusse e grupo de

Mopane (Figura 8). Matas do mesmo tipo foram agrupadas dentro do mesmo grupo florístico, o que implica que, há similaridade na abundância de espécies entre matas savânicas dominadas pela mesma espécie arbórea. A mata da Guibourtia 2 embora dominada pela *G. conjugata* foi agrupada junto às matas de mecrusse. A análise de agrupamento hierárquico em relação à presença e ausência de espécies agrupou tipos de matas savânicas de acordo com a sua área de ocorrência (Anexo A).

Figura 8 – Agrupamento florístico de matas savânicas em relação a abundância.



Fonte 4: Do autor (2024).

Resultados do estudo indicam que maior riqueza de espécies foi encontrada nas matas da Guibourtia 1 e Guibourtia 3 e menor riqueza foi observada na mata de Mecrusse 2 (Tabela 3). Matas de Acacia, mata de Mopane 1 e mata da Guibourtia 2, apresentaram maior diversidade e equabilidade de espécies, bem como maior índice de evenness e matas de Mecrusse 1, Mecrusse 2, Mopane 3, Mopane 4, Guiboutia 1 e Guibourtia 3 apresentaram menor diversidade e equabilidade de espécies e menor índice de evenness.

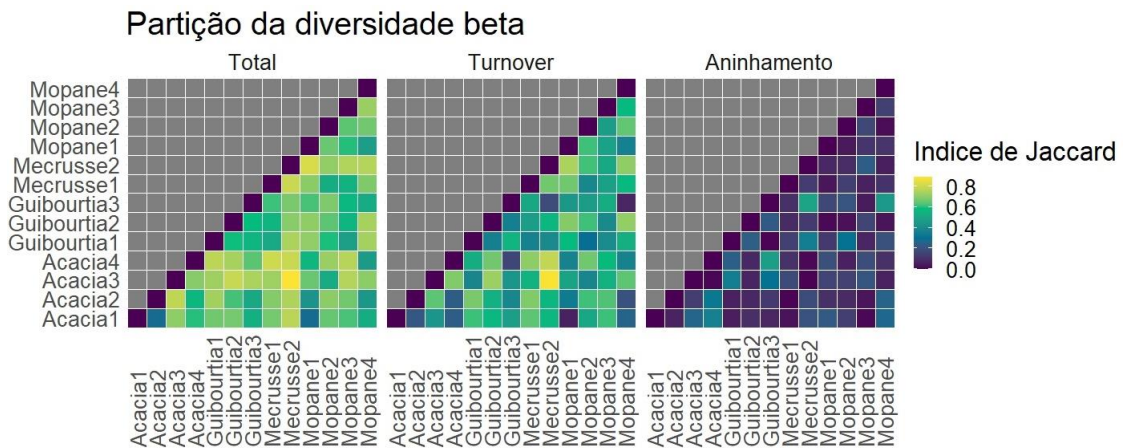
Tabela 3 - Riqueza e diversidade de espécies em cada mata savânica africana.

Grupos florísticos	Número de Espécies	Índice de Margalef	Índice de Simpson	Índice de equabilidade (J)	Índice de Evenness (J)
Grupo 1					
Mecrusse 1	40	5,147	0,45	0,338	0,087
Mecrusse 2	19	2,936	0,33	0,318	0,134
Guibourtia 2	32	4,801	0,75	0,604	0,554
Grupo2					
Acacia 1	45	5,498	0,87	0,676	0,291
Acacia 2	41	5,449	0,92	0,77	0,426
Acacia 3	21	3,081	0,84	0,738	0,45
Acacia 4	22	3,631	0,83	0,728	0,432
Grupo3					
Guibourtia 1	55	6,552	0,63	0,471	0,12
Guibourtia 3	54	6,225	0,76	0,557	0,171
Grupo 4					
Mopane 1	34	4,794	0,85	0,709	0,358
Mopane 2	29	4,044	0,68	0,561	0,228
Mopane 3	47	5,532	0,36	0,282	0,063
Mopane 4	26	3,41	0,54	0,451	0,167

Fonte: Do autor (2024).

O resultado sobre a partição da diversidade beta, indica que a alta dissimilaridade total e substituição de espécies (índice de Jaccard = 0.6 a 0.8), foi encontrada entre matas de Mecrusse com matas de Acacia e Mopane respectivamente (Figura 9). Maior aninhamento de espécies (índice de Jaccard = 0.4 a 0.6) foi observado entre mata da Guibourtia 3 com a mata de Acacia 4, mata de Mecrusse 2 e mata de Mopane 4 respectivamente. No geral a dissimilaridade total e substituição de espécies entre matas dominadas pela mesma espécie variou de baixa a média (índice de Jaccard = 0.2 a 0.6) e o aninhamento foi quase nulo (índice de Jaccard = 0 a 0.2).

Figura 9 – Diversidade beta entre matas savânicas africanas.



Fonte: Do autor (2024).

4.2 Padrão espacial na composição de espécies arbóreas entre matas savânicas

O teste de Mantel indicou que existe uma correlação nula ($r = 0.006512$), entre a distância espacial e abundância de espécies entre as matas e uma correlação positiva fraca ($r = 0.479$), entre a distância espacial e a presença e ausência de espécies entre matas savânicas africanas estudadas.

4.3 Padrões estruturais de matas savânicas dominadas por uma espécie arbórea

Nossos resultados indicam que a mata de Mecrusse 1 apresentou maior densidade arbórea ($296.06 \text{ ind, ha}^{-1}$), dominância ($5.77 \text{ m}^2 \text{ ha}^{-1}$) e biomassa (30.86 Mg ha^{-1}), em relação a todas matas savânicas e as matas de Mopane 1 e Mopane 4 apresentaram menor densidade, dominância e biomassa em relação a todas matas savânicas (Tabela 4).

Nas matas de Acacia, a maior densidade arbórea e dominância foi encontrada na Acacia 4, ($162.50 \text{ ind, ha}^{-1}$) e ($4.93 \text{ m}^2 \text{ ha}^{-1}$) respectivamente e a maior biomassa foi encontrada na Acacia 3 (27.82 Mg ha^{-1}).

Nas matas da Guibourtia, maior densidade de árvores foi encontrada na Guibourtia 2 ($212.33 \text{ ind, ha}^{-1}$) e a maior dominância e biomassa foi encontrada na Guibourtia 3 ($5.20 \text{ m}^2 \text{ ha}^{-1}$) e (28.96 Mg ha^{-1}) respectivamente.

Nas matas de Mopane a maior densidade foi observada no Mopane 2 ($158.91 \text{ ind, ha}^{-1}$) e a maior dominância e biomassa foi encontrada no Mopane 3, ($4.44 \text{ m}^2 \text{ ha}^{-1}$) e (28.38 Mg ha^{-1}) respectivamente.

Tabela 4 – Estrutura de matas savânicas.

Grupos florísticos			
Grupo 1	Densidade (ind, ha ⁻¹)	Dominância (m ² ha ⁻¹)	Biomassa (Mg ha ⁻¹)
Mecrusse 1	296.06	5.77	30.86
Mecrusse 2	287.50	5.50	21.96
Guibourtia 2	212.33	4.95	26.84
Grupo 2			
Acacia 1	146.62	4.19	17.67
Acacia 2	157.35	3.89	19.41
Acacia 3	113.79	4.49	27.82
Acacia 4	162.50	4.93	25.69
Grupo 3			
Guibourtia 1	149.33	2.66	15.51
Guibourtia 3	191.58	5.20	28.96
Grupo 4			
Mopane 1	108.44	2.49	14.24
Mopane 2	158.91	3.81	24.46
Mopane 3	155.15	4.44	28.38
Mopane 4	95.44	2.24	14.12

Legenda: (ind, ha⁻¹) corresponde a número de indivíduos por hectare, (m² ha⁻¹) corresponde a dominância arbórea em metros quadrados por hectare e (Mg ha⁻¹) corresponde a biomassa arbórea acima do solo em megagrama por hectare.

Fonte: Do autor (2024).

Em relação a contribuição de espécies dominantes na densidade arbórea nas matas savânicas, os resultados do estudo mostram que a dominância de uma espécie arbórea foi observada nas matas de Mecrusse 1, Mecrusse 2, Guibourtia 1, Mopane 2, Mopane 3 e Mopane 4, sendo que espécies que contribuíram com mais de 50% na densidade arbórea em cada mata savânica foram: *A. johnsonii* nas matas de Mecrusse, *G. conjugata* nas matas da Guibourtia e *C. mopane* nas matas de Mopane (Tabela 5). A contribuição de *A. johnsonii* e *C. mopane* nas matas de Mecrusse 2 e Mopane 3 respectivamente aproxima-se a 80%.

A dominância de único género foi observado nas matas de Acacia 1 e Acacia 3 e a dominância de 3 espécies arbóreas foi observada nas matas da Guibourtia 2, Guibourtia 3, Mopane 1, Acacia 2 e Acacia 4 (Tabela 5). Nós consideramos espécies dominantes, quando a contribuição de uma espécie ou poucas espécies na densidade arbórea dentro da mata savânica é superior a 50% (DRAPER et al., 2021; FAUSET et al., 2015).

Tabela 5 - Contribuição de espécies dominantes na densidade e biomassa em cada mata savânica africana.

(Continua)					
Grupos florísticos	Espécies dominantes	Densidade (ind, ha ⁻¹)	Contribuição na densidade (%)	Biomassa (Mg ha ⁻¹)	Contribuição na Biomassa (%)
Grupo 1					
Mecrusse 1	<i>A. johnsonii</i>	215.00	72.62	18.53	60.04
	<i>G. conjugata</i>	36.36	12.28	5.61	18.18
	<i>A. nigrescens</i>	6.67	2.25	1.26	4.08
Mecrusse 2	<i>A. johnsonii</i>	233.75	81.30	12.36	56.28
	<i>G. conjugata</i>	10.63	3.70	1.94	8.83
	<i>C. apiculatum</i>	10.00	3.48	1.14	5.19
Guibourtia 2	<i>G. conjugata</i>	95.67	45.06	10.63	39.61
	<i>C. apiculatum</i>	27.33	12.87	2.43	9.01
	<i>A. johnsonii</i>	25.00	11.77	1.47	5.48
Grupo 2					
Acacia 1	<i>A. nigrescens</i>	38.33	26.14	5.72	32.37
	<i>Acacia sp</i>	27.94	19.01	2.59	14.70
	<i>A. nilotica</i>	11.32	7.72	1.03	5.85

Tabela 5 - Contribuição de espécies dominantes na densidade e biomassa em cada mata savânica africana.

					(Continuação)
Grupos florísticos	Espécies dominantes	Densidade (ind, ha ⁻¹)	Contribuição na densidade (%)	Biomassa (Mg ha ⁻¹)	Contribuição na Biomassa (%)
Acacia 2	<i>A. nigrescens</i>	20.00	12.71	2.04	10.51
	<i>C. apiculatum</i>	18.47	11.74	1.67	8.60
	<i>Acacia sp</i>	18.06	11.48	3.14	16.18
Acacia 3	<i>A. nilotica</i>	34.83	30.61	5.08	18.26
	<i>A. xanthophloea</i>	21.38	18.79	12.53	45.04
	<i>T. prunioides</i>	12.41	10.91	1.01	3.63
Acacia 4	<i>A. nigrescens</i>	54.00	33.23	10.75	41.85
	<i>G. conjugata</i>	26.00	16.00	3.48	13.55
	<i>Albizia petersiana</i>	21.00	12.92	1.18	4.59
Grupo 3					
Guibourtia 1	<i>G. conjugata</i>	89.45	59.80	9.96	64.22
	<i>Pteleopis myrtifolia</i>	7.95	5.32	0.25	1.61
	<i>Strychnos madagascariensis</i>	7.32	4.90	0.49	3.16
Guibourtia 3	<i>G. conjugata</i>	85.85	44.81	12.38	42.75
	<i>C. apiculatum</i>	31.39	16.38	2.65	9.15
	<i>Pterocarpus lucenes</i>	10.39	5.42	0.96	3.31

Tabela 5 - Contribuição de espécies dominantes na densidade e biomassa em cada mata savânica africana.

Grupos florísticos	Espécies dominantes	Densidade (ind, ha ⁻¹)	Contribuição na densidade (%)	Biomassa (Mg ha ⁻¹)	(Conclusão)
					Contribuição na Biomassa (%)
Grupo 4					
Mopane 1	<i>C. mopane</i>	35.22	32.48	4.94	34.69
	<i>A. nigrescens</i>	11.11	10.25	1.47	10.32
	<i>A. nilotica</i>	9.22	8.50	0.67	4.71
Mopane 2	<i>C. mopane</i>	86.09	54.18	15.63	63.90
	<i>T. prunioides</i>	15.47	9.74	1.60	6.54
	<i>S. africana</i>	11.25	7.08	2.29	9.36
Mopane 3	<i>C. mopane</i>	124.31	80.12	23.67	83.40
	<i>S. birrea</i>	6.68	4.31	1.93	6.80
	<i>G. conjugata</i>	4.24	2.73	0.58	2.04
Mopane 4	<i>C. mopane</i>	63.56	66.60	10.90	77.20
	<i>S. africana</i>	7.94	8.32	0.87	6.16
	<i>Drypetes mossambicensis</i>	4.75	4.98	0.40	2.83

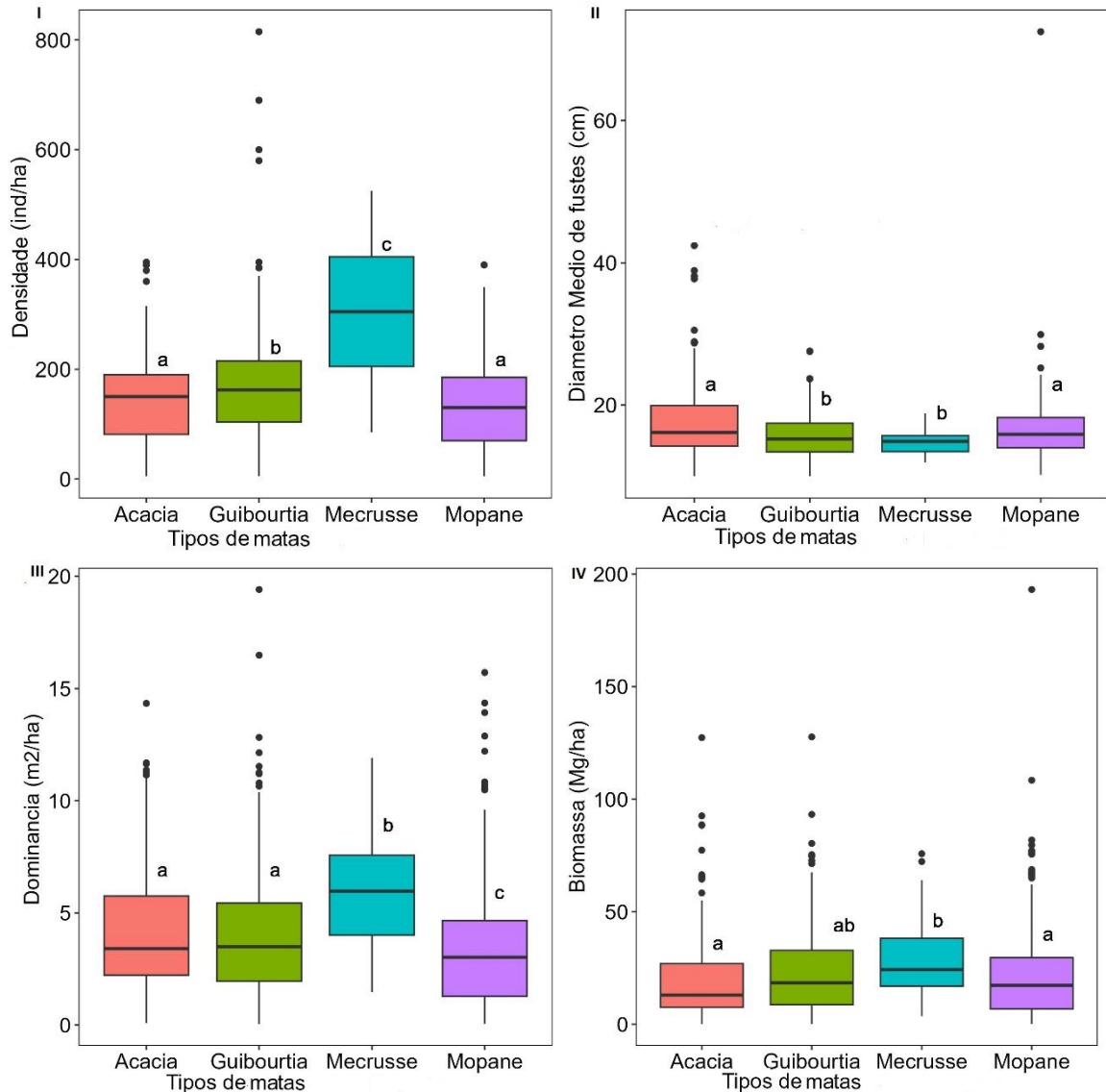
Legenda: (ind, ha⁻¹) número de indivíduos por hectare da espécie dominante, (Mg ha⁻¹) biomassa arbórea acima de solo por hectare da espécie dominante.

Fote: Do autor (2024).

Os resultados mostraram que existe diferença na densidade, diâmetro médio de fustes, dominância e biomassa arbórea acima do solo entre as 4 formações de matas savânicas africanas ($p < 0.05$). Porém, não houve diferença entre a formação de mata savânica de Acacia e Mopane em relação a densidade e diâmetro médio de fustes (Figura 10). Também não houve diferença entre a formação de mata savânica de Acacia e Guibourtia em relação a dominância e em relação

à biomassa não houve diferença entre as formações de matas savânicas de Acácia, Guibourtia e Mopane e entre as formações de matas savânicas da Guibourtia e Mecrusse.

Figura 10 – Comparação da estrutura entre formações de matas savânicas.



Legenda: I – densidade, II – diâmetro médio de fustes, III – dominância e IV – biomassa. Mesma letra nos boxplots do mesmo gráfico indica que não há diferença entre as matas em relação ao atributo estrutural, e letras diferentes indicam que há diferença entre as matas. Box plot que apresenta 2 letras no mesmo gráfico significa que para o atributo estrutural em questão, o mesmo não se difere dos outros 2 boxplots que possuem cada um, uma letra idêntica a do boxplot com 2 letras.

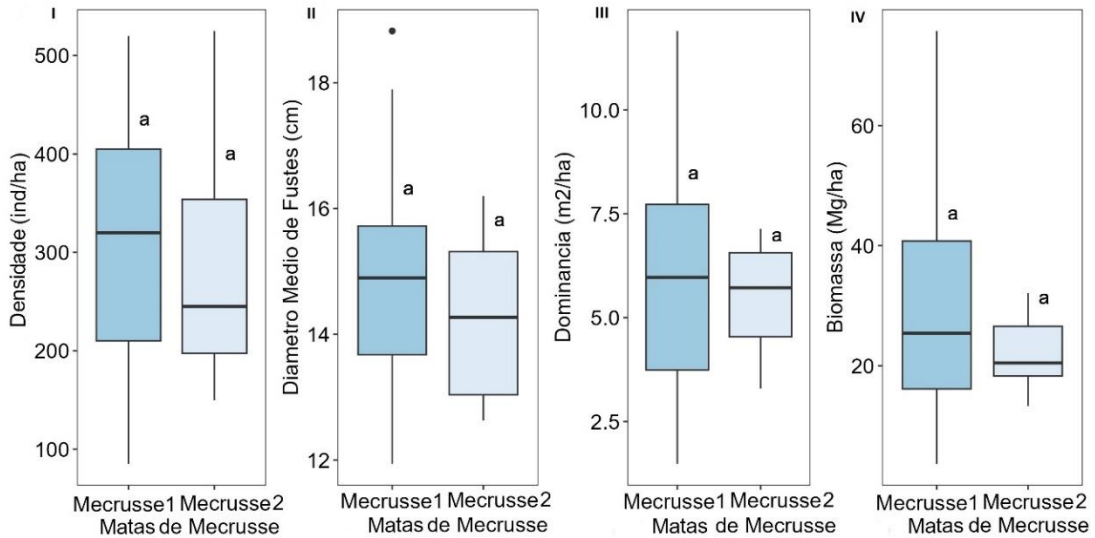
Fonte: Do autor (2024).

4.4 Padrões estruturais de matas savânicas dominadas pela mesma espécie

Nossos resultados sobre a comparação de atributos estruturais entre matas savânicas africanas dominadas pela mesma espécie arbórea indicam que não existe diferença entre as 2

matas savânicas de Mecrusse em relação a densidade arbórea, diâmetro médio de fustes, dominância e biomassa ($p > 0.05$) (Figura 11).

Figura 11 – Comparação da estrutura entre matas de Mecrusse.

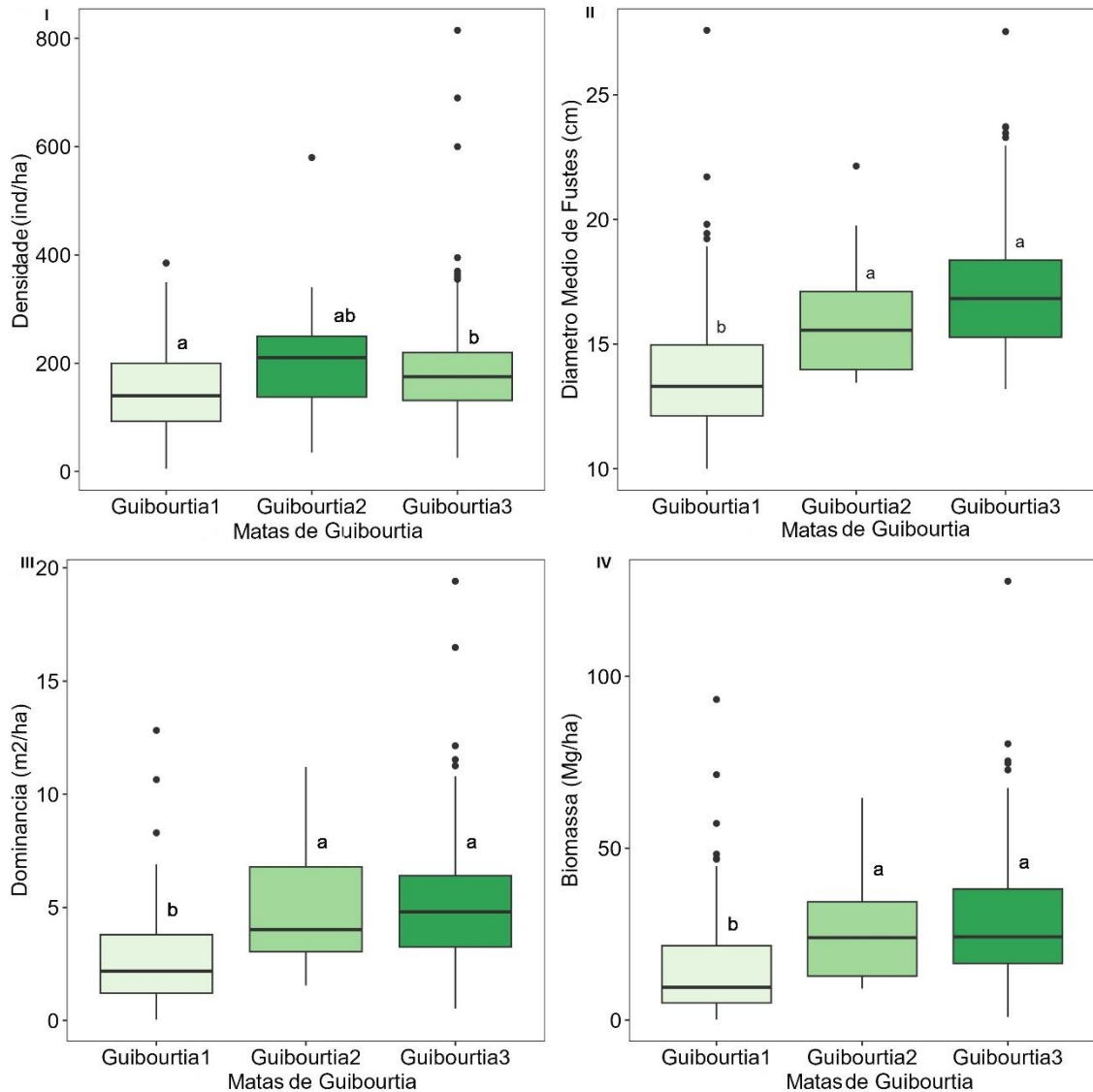


Legenda: I – densidade, II – diâmetro médio de fustes, III – dominância e IV – biomassa. Letra (a), nos boxplots do mesmo gráfico indica que não há diferença entre as matas de Mecrusse em relação ao atributo estrutural.

Fonte: Do autor (2024).

Existe diferença entre as 3 matas savânicas da Guibourtia em relação a densidade, diâmetro médio de fustes, dominância e biomassa ($p < 0.05$). Nossos resultados em relação a comparação pareada de atributos estruturais indicam que existe diferença entre a mata da Guibourtia 1 e Guibourtia 3 em relação a densidade, porém, a mata da Guibourtia 2 não se difere das matas da Guibourtia 1 e Guibourtia 3 (Figura 12). A mata da Guibourtia 1 difere das matas da Guibourtia 2 e Guibourtia 3 em relação ao diâmetro médio de fustes, dominância e biomassa e não há diferença entre as matas da Guibourtia 2 e Guibourtia 3.

Figura 12 – Comparação da estrutura entre matas savânicas da Guibourtia.

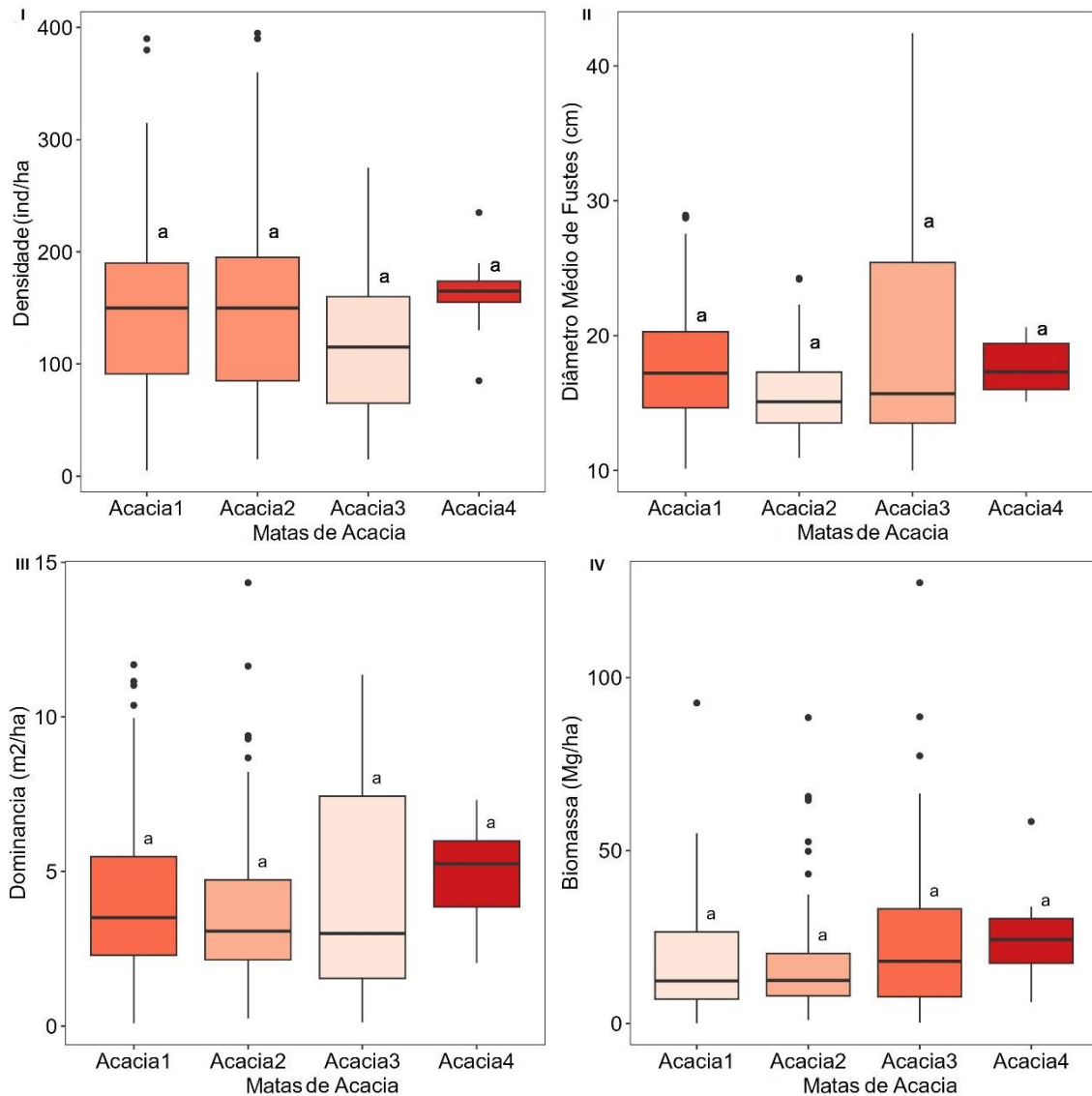


Legenda: I – densidade, II – diâmetro médio de fustes, III – dominância e IV – biomassa. Mesma letra nos boxplots do mesmo gráfico indica que não há diferença entre as matas em relação ao atributo estrutural, e letras diferentes indicam que há diferença entre as matas. Box plot que apresenta 2 letras no mesmo gráfico significa que para o atributo estrutural em questão, o mesmo não se difere dos outros 2 boxplots que possuem cada um, uma letra idêntica a do boxplot com 2 letras.

Fonte: Do autor (2024).

Não existe diferença entre as 4 matas savânicas de Acacia em relação a densidade arbórea, diâmetro médio de fustes, dominância e biomassa ($p > 0.05$) (Figura 13).

Figura 13 – Comparação da estrutura entre as matas savânicas de Acacia.

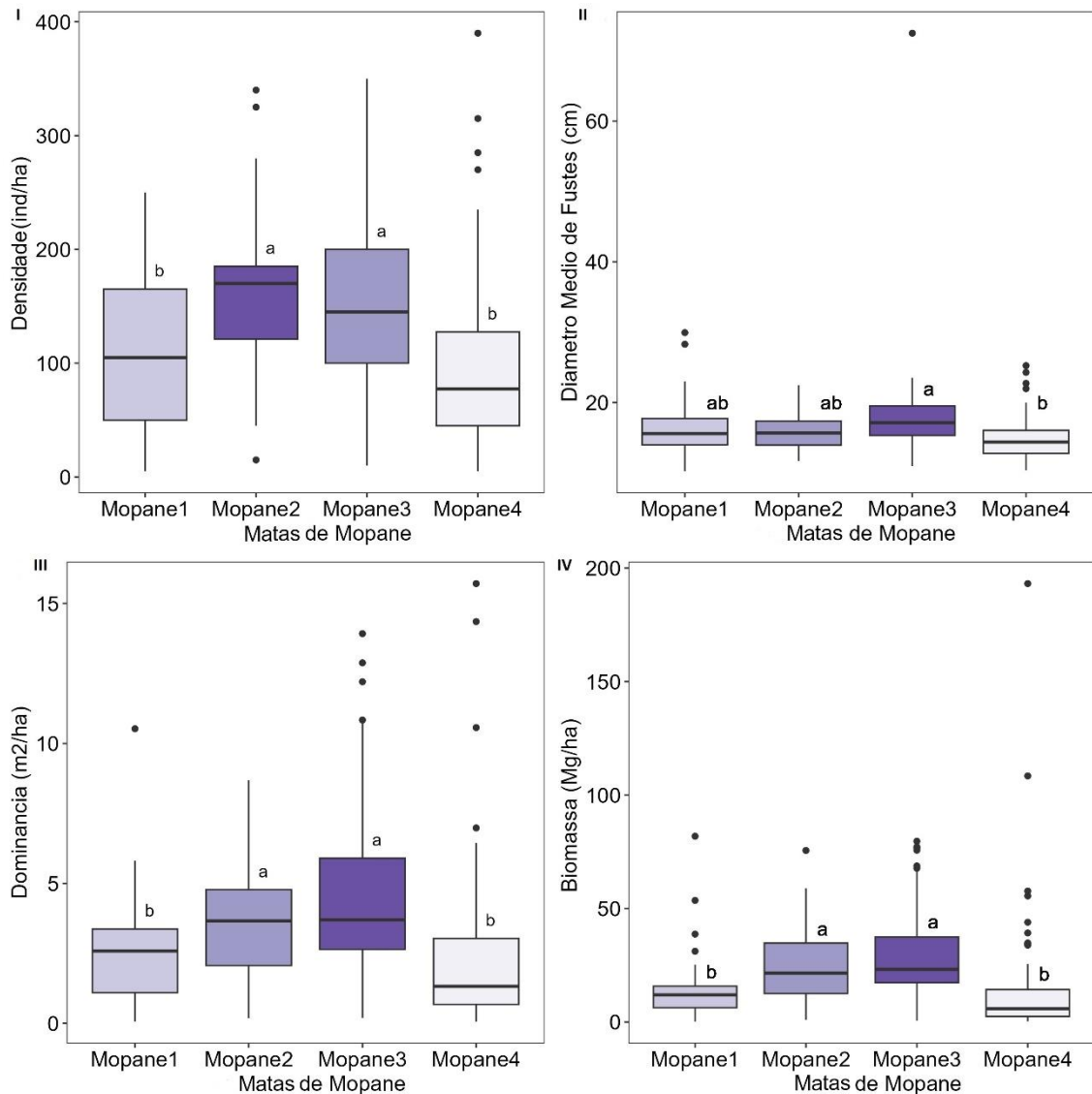


Legenda: I – densidade, II – diâmetro médio de fustes, III – dominância e IV – biomassa. Letra (a), nos boxplots do mesmo gráfico indica que não há diferença entre as matas de Acacia em relação ao atributo estrutural.

Fonte: Do autor (2024).

Há diferença entre as quatro matas savânicas de Mopane em relação a densidade arbórea, diâmetro médio de fustes, dominância e biomassa ($p < 0.05$). Porém, não há diferença entre a mata savânica de Mopane 1 e Mopane 4 e entre a mata savânica de Mopane 2 e Mopane 3 em relação a densidade arbórea, dominância e biomassa (Figura 14). No entanto, há diferença entre Mopane 3 e Mopane 4 em relação a diâmetro médio de fustes.

Figura 14 – Comparação da estrutura entre as matas savânicas de Mopane.



Legenda: I – densidade, II – diâmetro médio de fustes, III – dominância e IV – biomassa. Mesma letra nos boxplots do mesmo gráfico indica que não há diferença entre as matas em relação ao atributo estrutural, e letras diferentes indicam que há diferença entre as matas. Box plot que apresenta 2 letras no mesmo gráfico significa que para o atributo estrutural em questão o mesmo não se difere dos outros 2 boxplots que possuem cada um, uma letra idêntica ao boxplot com 2 letras.

Fonte: Do autor (2024).

4.5 Influência do extrativismo e frequência de herbívoros na estrutura

Resultados de estudo indicam que o extrativismo de recursos e frequência de herbívoros nas matas savânicas africanas influencia na densidade arbórea. A forma do extrativismo que mais influencia na densidade arbórea em particular nas matas savânicas africanas é a extração de carvão vegetal e os herbívoros que mais influenciam na densidade arbórea incluem os elefantes e búfalos (Tabela 6). A extração intensa de carvão vegetal influencia na rápida

diminuição da densidade arbórea dentro das matas savânicas africanas (Anexos B, C, D e E). Maior frequência de elefantes e búfalos nas matas, também influencia na redução da densidade arbórea (Anexos F e G).

Tabela 6 - Influência de extrativismo e herbívoros na densidade arbórea.

	Estimado	Erro	Valor de z	Pr(> z)	
(Intercepto)	7.0108	0.84168	8.33	<2e-16	***
Extração de lenha	-0.35574	0.22219	-1.601	0.1094	
Extração de carvão	-0.1792	0.08896	-2.014	0.044	*
Extração da madeira	0.01047	0.26453	0.04	0.9684	
Extração de estacas	0.04607	0.07338	0.628	0.5301	
Extração de frutos	-0.08848	0.19624	-0.451	0.6521	
Frequência de humanos	-0.11039	0.1036	-1.066	0.2866	
Frequência de elefantes	0.18989	0.09282	2.046	0.0408	*
Frequência de búfalos	-0.11694	0.05896	-1.983	0.0473	*
Frequência de cudos	-0.05661	0.13551	-0.418	0.6761	
Frequência de porco bravo	NA	NA	NA	NA	

Legenda: O (*), significa que a tal variável influencia na densidade arbórea.

Fonte: Do autor (2024).

Resultados do estudo mostram que o extrativismo e a frequência de herbívoros nas matas savânicas africanas não influencia na dominância arbórea (Tabela 7).

Tabela 7 - Influência de extrativismo e herbívoros na dominância arbórea.

(Continua)

	Estimado	Erro	Valor de z	Pr(> z)
(Intercepto)	1.448785	4.051318	0.358	0.721
Extração de lenha	0.453799	1.08344	0.419	0.675
Extração de carvão	-0.33326	0.435725	-0.765	0.444
Extração da madeira	-0.19311	1.307576	-0.148	0.883
Extração de estacas	-0.14375	0.351007	-0.41	0.682
Extração de frutos	0.080777	0.932372	0.087	0.931
Frequência de humanos	0.006229	0.495421	0.013	0.99
Frequência de elefantes	0.320237	0.459563	0.697	0.486

Tabela 7 - Influência de extrativismo e herbívoros na dominância arbórea.
(Conclusão)

	Estimado	Erro	Valor de z	Pr(> z)
(Intercepto)	1.448785	4.051318	0.358	0.721
Frequência de búfalos	-0.23666	0.28709	-0.824	0.41
Frequência de cudos	-0.08046	0.620204	-0.13	0.897
Frequência de porco bravo	NA	NA	NA	NA

Fonte: Do autor.

Resultados de estudo revelam que o extrativismo e a frequência de herbívoros nas matas savânicas africanas influencia na biomassa arbórea acima do solo (Tabela 8). Porém, nenhuma variável em particular influencia na biomassa nas matas savânicas africanas.

Tabela 8 - Influencia de extrativismo e herbívoros na biomassa arbórea.

	Estimado	Erro	Valor de z	Pr(> z)
(intercepto)	4.012474	1.775856	2.259	0.0239 *
Extração de lenha	0.181573	0.45866	0.396	0.6922
Extração de carvão	-0.15862	0.184926	-0.858	0.391
Extração da madeira	0.12957	0.552683	0.234	0.8146
Extração de estacas	-0.21816	0.149624	-1.458	0.1448
Extração de frutos	-0.00375	0.393017	-0.01	0.9924
Frequência de humanos	-0.14926	0.223332	-0.668	0.5039
Frequência de elefantes	0.255828	0.193363	1.323	0.1858
Frequência de búfalos	-0.02714	0.125435	-0.216	0.8287
Frequência de cudos	-0.33806	0.289502	-1.168	0.2429
Frequência de porco bravo	NA	NA	NA	NA

Fonte: Do autor.

5 DISCUSSÃO

A aceitação da nossa 1 hipótese pela análise de NMDS, confirma a diferença das 4 formações de matas savânicas africanas (Acacia, Mopane, Guibourtia e Mecrusse), na composição de espécies arbóreas. A distinção dessas matas savânicas por parte é influenciada pela precipitação e por outro lado pela sua ocorrência em solos distintos (MLAMBO; NYATHI; MAPAURE, 2005; MLAMBO; NYATHI, 2008). A disponibilidade da umidade e nutrientes no solo exerce uma ação filtradora na distribuição de espécies e cobertura arbórea nas savanas africanas (STAVER; BOTHA; HEDIN, 2017; SANKARAN; RATNAM; HANAN, 2008).

A diferenciação de matas de Acacia e Mopane também foi observada por Scholes et al (2002); GOODLEE et al (2021). No Parque Nacional de Gonarezhou no Zimbabwe ao longo

da fronteira com Moçambique, também há registro da ocorrência das comunidades distintas de Mopane, Guibourtia e Mécusse (CUNLIFFE; MULLER; MAPAURA, 2012). A classificação da vegetação de Moçambique também lista os 4 tipos de matas savânicas, Mopane, Acacia, Guibourtia e Mécusse como diferentes tipos de savanas (SITOE et al., 2015; FNDS, 2019).

A interseção entre matas de Acácia e Mopane ilustrada pela análise de NMDS, na figura 3 pode estar relacionada com a partilha de algumas espécies entre as 2 matas. Nas matas de Mopane a espécie dominante *C. mopane*, se mistura com espécies do género Acacia e outras como, *Combretum sp*, *Commiphora sp*, *Terminalia sp*, etc (MLAMBO; NYATHI, 2008).

A análise de agrupamento hierárquico em relação à abundância de espécies arbóreas confirmou a diferenciação de matas savânicas africanas encontrada pelo NMDS, tendo agrupado matas do mesmo tipo ou dominadas pela mesma espécie dentro do mesmo grupo florístico no dendrograma, realçando maior similaridade na abundância de espécies entre mesmo tipo de matas. Segundo SCHAEFFER (2007), elementos do mesmo grupo no dendrograma, apresentam maior similaridade entre eles.

O agrupamento do mesmo tipo de matas dentro do mesmo grupo, também pode ser sustentado pela análise da diversidade de espécies arbóreas nas matas. As matas de Acacia apresentaram maior índice de diversidade, equabilidade e evenness, o que evidencia a distribuição homogênea de indivíduos entre as espécies nas matas de Acacia e razão pela qual, o agrupamento destas matas no mesmo grupo florístico. Matas de Mécusse 1, Mécusse 2, Mopane 3, Mopane 4, Guiboutia 1 e Guibourtia 3 apresentaram menor índice de diversidade, equabilidade e evenness, o que indica elevada abundância relativa de algumas espécies nessas matas e isto pode justificar o agrupamento das matas de Mécusse nos mesmos grupos florísticos, assim como matas de Mopane e Guibourtia respectivamente. Menor índice de evenness revela elevada abundância relativa de algumas espécies na comunidade (DEJONG, 1975; CAMARGO, 1995).

O agrupamento do mesmo tipo de matas savânicas dentro do mesmo grupo florístico, também é sustentada pela análise da diversidade beta que indicou uma dissimilaridade total e substituição de espécies baixa a moderada entre mesmo tipo de matas savânicas. Segundo BASELGA (2010) baixa dissimilaridade indica pouca variação na composição de espécies entre comunidades, portanto a variação na composição de espécies entre mesmo tipo de matas savânicas é menor. A substituição de espécies baixa a moderada, entre mesmo tipo de matas savânicas, reflete especificidade de espécies em relação a filtros ambientais e solos, portanto matas savânicas do mesmo tipo, apresentam condições ambientais e solos similares, logo as espécies que ocorrem dentro dessas matas são quase as mesmas. Segundo DAVIES et al (2023),

filtros ambientais, solo, fogo e herbivoria são importantes na estruturação da diversidade arbórea nas savanas africanas. O aninhamento baixo observado entre matas savânicas do mesmo tipo ou dominadas pela mesma espécie, revela que não há perda de espécies entre o mesmo tipo de matas savânicas. De acordo com BASELGA (2010), o aninhamento ocorre quando a composição de espécies em um determinado local, com menor riqueza de espécies, representa um subconjunto daquelas espécies encontradas em locais com maior número de espécies.

Teste de Mantel indicou que não existe correlação entre a distância espacial e abundância de espécies arbóreas entre matas savânicas. Podemos assumir que o aumento da distância espacial entre matas savânicas do mesmo tipo ou dominadas pela mesma espécie arbórea não influencia na queda da abundância das espécies arbóreas, tendo em consideração que não tivemos repetição dos mesmos tipos de matas savânicas no mesmo local. Este resultado contradiz os resultados encontrados por WANG et al (2012), que indicaram que, o aumento da distância espacial entre comunidades de plantas influencia na diminuição da abundância de espécies e no aumento da dissimilaridade. A filtragem do habitat e interações interespecíficas como a competição, exercem uma influência na distribuição e abundância de espécies nas comunidades vegetais (DAVIES et al., 2023). A inexistência da correlação entre a abundância de espécies e aumento da distância espacial, sustenta a ideia de que as condições de habitat entre mesmo tipo de matas savânicas são similares, independentemente da distância que as separa e a abundância de espécies nelas existentes é similar.

Teste de mantel indicou uma correlação positiva fraca entre a distância espacial e presença e ausência de espécies, o que implica que diferentes tipos de matas savânicas mais próximas ou no mesmo local são mais semelhantes na composição de espécies do que diferentes matas mais distantes. Resultados similares foram encontrados por HOVESTADT; POETHKE; LINSENMAIR (2005), e este fenômeno pode ser explicado pela capacidade de dispersão de sementes, pois, a capacidade de uma espécie dispersar suas sementes de um habitat para outro no mesmo local ou região é maior, mas com o aumento da distância a sua capacidade se torna finita (WANG et al, 2012).

Nossos resultados indicaram maior densidade arbórea, dominância e biomassa na mata de Mecrusse 1 em relação as outras matas savânicas. Resultados similares foram encontrados por GANDIWA et al (2011), no Parque Nacional de Gonarezhou no Zimbábue. Maior densidade, dominância e biomassa na mata de Mecrusse, pode ser justificado pelo fato desta ser uma mata densa enquanto as outras são matas abertas (RIBERIO et al., 2019; MLAMBO; NYATHI; MAPAURE, 2005; MUTAKELA et al., 2023).

A dominância de uma espécie arbórea foi observada em ambas matas de Mecrusse, em 3 matas de Mopane exceptuando apenas 1 mata e em apenas 1 mata da Guibourtia e a dominância de único género nas matas de Acacia. Nas matas de Mecrusse, Mopane e Guibourtia respetivamente, as espécies *A. johnsonii*, *C. mopane* e *G. conjugata* são as únicas dominantes e nas matas de Acacia o género *Acacia* é que domina.

A dominância de *A. johnsonii* e *C. mopane* nas matas de Mecrusse e Mopane respectivamente, também foi observada por BILA et al (2018) e a dominância do género *Acacia* nas matas de Acacia foi encontrada por SCHOLETS et al (2002). Segundo MAGALHÃES; SEIFERT (2015) a contribuição de *A. johnsonii* na densidade arbórea e cobertura de dossel nas matas de Mecrusse é quase 80%, de acordo com GUY (1981), *C. mopane*, contribui com cerca de 80% na densidade arbórea nas matas de Mopane. A contribuição em torno de 80% das espécies dominantes, encontramos nas matas de Mecrusse 2 e Mopane 3.

A dominância de *C. mopane*, *A. johnsonii*, *G. conjugata* e *Acacia sp* nas matas de Mopane, Mecrusse, Guibourtia e Acacia respectivamente, pode estar relacionada à tolerância destas espécies a baixa disponibilidade hídrica no solo e pela acção que essas espécies exercem na competição interespecífica (MAKHADO; POTGIETER; LUUS-POWELL, 2018; SMITH; GOODMAN, 1986; BOND; SMYTHE; BALFOUR, 2001). Tanto *C. mopane*, *G. conjugata* assim como muitas espécies do género *Acacia* são decíduas e portanto, essa adaptação fisiológica lhes permitem reduzir a perda de água através da fotossíntese e lhes tornam capazes de sobreviverem em ambientes secos e com baixa disponibilidade hídrica, como nas matas de Mopane, Mecrusse, Guibourtia e Acacia e lhes conferem uma vantagem competitiva perante outras espécie (Van Wyk; GERICKE, 2000; BURROWS et al., 2019; McNAUGHTON; WOLF, 1970; MAGALHÃES; SEIFERT, 2015).

Segundo SMITH; GOODMAN (1986), quando a competição ocorre numa comunidade de plantas, os competidores fracos na sua maioria são incapazes de se estabelecerem e os competidores fortes se estabelecem com sucesso e dentro dos territórios onde ocupam, podem inibir o estabelecimento de outras espécies.

Nossos resultados indicaram uma diferença da estrutura entre as quatro formações de matas savânicas africanas. No entanto, as formações savânicas de Acacia e Mopane são semelhantes na densidade arbórea e diâmetro médio de fustes. A semelhança na densidade, pode ser explicada por ambas serem matas abertas com arvores um pouco espaçadas. A cobertura de dossel nas matas de Mopane está entre 30 a 40% e o dossel é formado pelas árvores de *C. mopane* e nas matas de Acacia, a cobertura de dossel está entre 40 a 50% (MLAMBO; NYATHI; MAPAURE, 2005; STAVER; BOTHA; HEDIN, 2017, SMIT et al., 2010). A semelhança entre

as duas formações de matas savânicas, no diâmetro médio de fustes, pode estar relacionada com o extrativismo da espécie dominante nas matas de Mopane para fins de produção de carvão. A espécie *C. mopane*, atinge DAP maior em relação às espécies do género Acacia, acima de 40 cm, porém em Moçambique, as árvores de *C. mopane* são abatidas legalmente para fins de produção de carvão, desde que tenham DAP superior a 30 cm (MUTAKELA et al., 2023; WOOLLEN et al., 2016; MUTUKU; KENFACK, 2019). A semelhança entre a formação da mata savânica da Guibourtia e Mecrusse e entre Acacia e Guibourtia em relação ao diâmetro médio de fustes e dominância, pode ser sustentada pelo crescimento máximo em diâmetro das espécies dominantes. As espécies *A. johnsonii* e *G. conjugata*, raramente ultrapassam 35 cm de diâmetro (MAGALHÃES; SEIFERT, 2015).

A nossa segunda hipótese do estudo foi aceita de forma parcial, os testes paramétricos e não paramétricos, indicaram que não existe diferença da estrutura, entre as matas de mecrusse, também não há diferença entre as matas de Acacia. Porém, há diferença entre as matas de Mopane e entre as matas da Guibourtia. A diferença da estrutura dentro das matas de Mopane, pode estar ligada à baixa densidade arbórea, dominância e biomassa, nas matas de Mopane 1 e Mopane 4, provocada pelo extrativismo de carvão vegetal, madeira, lenha e estacas. Resultados similares foram encontrados por RUTHERFORD; POWRIE; THOMPSON (2012), na província de Limpopo na África do Sul, onde detectou diferença nas matas de Mopane, causada pela transformação de uma mata arbórea em uma mata arbustiva de Mopane, devido a super utilização de componentes da biodiversidade no Mopane.

As matas de Mopane 1 e Mopane 4 ocorrem na região de Guija e Mabalane, onde a exploração de carvão vegetal é intensa devido a localização desses 2 distritos próximo aos grandes centros urbanos e segundo WOOLLEN et al (2016), muito carvão utilizado nas cidades do sul de Moçambique, incluindo a capital Maputo, é proveniente de Mabalane. Outro fator que poderá ter influenciado na diferença da estrutura de matas de Mopane, é que a espécie dominante é a mais desejada pelos carvoeiros para a produção de carvão vegetal, sendo que depois de *C. mopane* outras espécies mais procuradas para o fabrico de carvão, incluem, *C. apiculatum*, *Commiphora mossambicensis* e *A. nilotica* (PELANE et al., 2021; MAKHADO et al., 2012). Matas que possuem longo histórico de produção de carvão vegetal, registam um declínio na densidade de árvores de espécies mais desejadas para o fabrico de carvão, bem como na densidade arbórea no geral (WOOLLEN et al., 2016). A diferença da estrutura entre as matas da Guibourtia também responde ao efeito do extrativismo.

A aceitação da terceira hipótese do nosso estudo pela análise de GLM, confirmou que o extrativismo influencia na estrutura de matas savânicas principalmente na densidade e biomassa

arbórea. A análise de GLM indicou que o extrativismo de carvão vegetal e a frequência de elefantes e búfalos nas matas savânicas influencia na densidade arbórea. A influência do extrativismo e herbívoros na densidade arbórea em matas savânicas africanas, também foi observada por SANKARAN; RATNAM; HANAN (2008); RUTHERFORD; POWRIE; THOMPSON (2012). Maior densidade de herbívoros nas matas savânicas altera a cobertura arbórea (ASNER et al., 2009). A intensificação do extrativismo cria modificações na estrutura de matas savânicas (MAKHADO et al., 2012). PELANE et al (2021), afirma que, maior demanda pelo carvão vegetal leva a intensificação da produção, causando mais abate das arvores, redução da densidade e degradação de savanas.

6 CONSIDERACOES FINAIS

Consideramos que existe diferença na composição de espécies arbóreas entre formações de matas savânicas africanas. Matas savânicas dominadas pela mesma espécie apresentam maior similaridade na composição de espécies arbóreas. A estrutura arbórea de matas savânicas dominadas pela mesma espécie é similar, porém, a intensificação do extrativismo de carvão vegetal reduz a densidade arbórea, causa modificações e conduz a diferenciação da estrutura. Maior frequência de grandes herbívoros nas matas savânicas influencia na alteração da densidade arbórea.

7 REFERÊNCIAS

- AO, A.; CHANGKIJIA, S.; TRIPATHI, S. K. Species diversity, population structure, and regeneration status of trees in Fakim Wildlife Sanctuary, Nagaland, Northeast India. **Biodiversitas**, v. 21, n. 6, p. 2777-2785, 2020.
- ASNER, G. P. et al. Large-scale impacts of herbivores on the structural diversity of African savannas. **Sustainability Science**, v. 106, n. 12, p. 4947-4952, 2009.
- BALDECK, C. A. et al. Landscape-scale variation in plant community composition of an African savanna from airborne species mapping. **Ecological Applications**, v. 24, n. 1, p. 84-93, 2014.
- BASELGA, A. Partitioning the turnover and nestedness components of beta diversity. **Global Ecology and Biogeography**, v. 19, n. 1, p. 134-143, 2010.
- BHOLA, N. et al. Tree community structure and recruitment dynamics in savanna woodlands. **International Journal of Biodiversity and Conservation**, v. 12, n. 1, p. 71-103, 2020.
- BILA, J. M. et al. Distribuição diamétrica e principais espécies arbóreas presentes nos ecossistemas de Miombo, Mopane e Mecrusse em Moçambique. **Pesquisa Florestal Brasileira**, v. 38, p. 1-7, 2018.
- BILLINGS, W D. et al. **Ecology of tropical savannas**. 1 ed. Berlin: Springer, 1982.
- BOND, W. J.; SMYTHE, K. A.; BALFOUR, D. A. Acacia species turnover in space and time in an African savanna. **Journal of Biogeography**, v. 28, n. 1, p. 117-128, 2001.
- BOND, W. J. What Limits Trees in C 4 Grasslands and Savannas? **Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics**, v. 39, p. 641-59, 2008.
- BOND, W. J. Do nutrient-poor soils inhibit development of forests? A nutrient stock analysis. **Plant and Soil**, n. 334, p. 47-60, 2010.
- BRADFORD, M.; MURPHY, H. T. The importance of large-diameter trees in the wet tropical rainforests of Australia. **PLoS ONE**, v. 14, n. 5, p. 1-16, 2019.
- BUCINI, G.; HANAN, N. P. A continental-scale analysis of tree cover in African savannas. **Global Ecology and Biogeography**, v. 16, p. 593-605, 2007.
- BUITENWERF, R.; SWEMMER, A. M.; PEEL, M. J. S. Long-term dynamics of herbaceous vegetation structure and composition in two African savanna reserves. **Journal of Applied Ecology**, v. 48, p. 238-246, 2011.
- BULUSU, M.; MARTIUS, C. Carbon Stocks in Miombo Woodlands: Evidence from over 50 Years. **Forests**, v. 12, n. 862, p. 1-13, 2021.
- BURROWS, John *et al.* **Trees and Shrubs Mozambique**. 3. ed. Cape Town: Print Matter Heritage, 2019.

- CAMARGO, J. A. On Measuring Species Evenness and Other Associated Parameters of Community Structure. **Oikos**, v. 74, n. 3, p. 538-542, 1995.
- CAVANAUGH, K. C. et al. Carbon storage in tropical forests correlates with taxonomic diversity and functional dominance on a global scale. **Global Ecology and Biogeography**, v. 23, n. 5, p. 563-573, 2014.
- CHAVE, J. et al. Improved allometric models to estimate the aboveground biomass of tropical trees. **Global Change Biology**, v. 20, n. 10, p. 3177-3190, 2014.
- CLARKE, K. R. Non-parametric multivariate analyses of changes in Community structure. **Austral Ecology**, v. 18, n. 1, p. 117-143.
- CUNLIFFE, R.; MULLER, T.; MAPAURA, A (coord.). **Vegetation survey of Gonarezhou National Park**. Harare: Zimbabwe Parks and Wildlife Management Authority, 2012, 171p.
- DAMASCO, G. et al. Revisiting the hyperdominance of neotropical tree species under a taxonomic, functional and evolutionary perspective. **Scientific Reports**, v. 11, n. 1, p. 1-11, 2021.
- DAVIES, R. W. et al. Precipitation gradients drive high tree species turnover in the woodlands of eastern and southern Africa. **Ecography**, n. 10, p. 1-13, 2023.
- DEJONG, T. M. A Comparison of Three Diversity Indices Based on Their Components of Richness and Evenness. **Oikos**, v. 26, n. 2, p. 222-227, 1975.
- DE SOUZA, H. J. et al. Effects of functional traits on the spatial distribution and hyperdominance of tree species in the Cerrado biome. **IForest**, v. 15, p. 339-348, 2022.
- DRAPER, F. C. et al. Amazon tree dominance across forest strata. **Nature Ecology and Evolution**, v. 5, n. 6, p. 757-767, 2021.
- FAUSET, S. et al. Hyperdominance in Amazonian forest carbon cycling. **Nature Communications**, v. 6, p. 1-9, 2015.
- FUNDO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL. **Mapa de Cobertura Florestal de Moçambique**. Maputo: FNDS, 2016, 105p.
- GANDIWA, E. et al. Structure and composition of *Androstachys johnsonii* woodland across various strata in Gonarezhou National Park, southeast Zimbabwe. **Tropical Conservation Science**, v. 4, n. 2, p. 218-229, 2011.
- GEIGER, E. L. et al. Distinct roles of savanna and forest tree species in regeneration under fire suppression in a Brazilian savanna. **Journal of Vegetation Science**, v. 22, p. 312-321, 2011.
- GODLEE, J. L. et al. Structural diversity and tree density drives variation in the biodiversity – ecosystem function relationship of woodlands and savannas. **New Phytologist**, n. 232, p. 579-594, 2021.

- GUMBO, D. et al. How have carbon stocks in central and southern Africa's miombo woodlands changed over the last 50 years? A systematic map of the evidence. **Environmental Evidence**, v. 7, n. 16, p. 1-19, 2018.
- GUY, B. Y. P. R. Changes in the biomass and productivity of woodlands in the Sengwa wildlife Research area, Zimbabwe. **Journal of Applied Ecology**, v. 18, n. 2, p. 507-519, 1981.
- HART, T. B. Monospecific dominance in tropical rain forests. **Trends in Ecology and Evolution**, v. 5, n. 1, p. 6-11, 1990.
- HEMPSON, G. P.; FEBRUARY, E. C.; VERBOOM, G. A. Determinants of savanna vegetation structure: Insights from *Colophospermum mopane*. **Austral Ecology**, v. 32, p. 429-435, 2007.
- HIGGINS, S. I. et al. Which traits determine shifts in the abundance of tree species in a fire-prone savanna? **Journal of Ecology**, v. 100, p. 1400-1410, 2012.
- HOFFMANN, W. A. et al. Ecological thresholds at the savanna-forest boundary: how plant traits, resources and fire govern the distribution of tropical biomes. **Ecology Letters**, v. 15, p.759-768, 2012.
- HOPF, F. A.; VALONE, T. J.; BROWN, J. H. Competition theory and the structure of ecological communities. **Evolutionary Ecology**, v. 7, n. 2, p. 142-154, 1993.
- HOVESTADT, T.; POETHKE, H. J.; LINSENMAIR, K. E. Spatial patterns in species-area relationships and species distribution in a West African forest-savanna mosaic. **Journal of Biogeography**, v. 32, n. 4, p. 677-684, 2005.
- JACOBS, B. F. Palaeobotanical studies from tropical Africa: relevance to the evolution of forest, woodland and savannah biomes. **Plant phylogeny**, n. 359, p. 1573-1583, 2004.
- JOSHI, R. et al. Regeneration status and carbon accumulation potential in community managed sal (*shorea robusta*) forests of far-western terai region, Nepal. **European Journal of Ecology**, v. 7, n. 1, p. 26-39, 2021.
- KALEMA, V. N. et al. The impacts of changes in land use on woodlands in an equatorial african savanna. **Land degradation & development**, v. 26, p. 632-641, 2015.
- LEHMANN, C. E. R.; PRIOR, L. D.; BOWMAN, D. M. J. S. Fire controls population structure in four dominant tree species in a tropical savanna. **Oecologia**, n. 161, p. 505-515, 2009.
- LUDWIG, F. et al. The influence of savanna trees on nutrient, water and light availability and the understorey vegetation. **Plant Ecology**, n. 170, p. 93-105, 2004.
- MAGALHÃES, T. M.; SEIFERT, T. Tree component biomass expansion factors and root-to-shoot ratio of Lebombo ironwood: Measurement uncertainty. **Carbon Balance and Management**, v. 10, n. 9, p. 1-14, 2015.
- MAGALHÃES, T. M.; SEIFERT, T. Biomass Modelling of *Androstachys johnsonii* Prain: A Comparison of Three Methods to Enforce Additivity. **International Journal of Forestry Research**, v. 2, p. 1-17, 2015.

MARIMON-JUNIOR, B. H. et al. Soil water-holding capacity and monodominance in Southern Amazon tropical forests. **Plant and Soil**, n. 450, p. 65-79, 2020.

MCNAUGHTON, J.; WOLF, L. L. Dominance and the Niche in Ecological Systems. **Science**, v. 167, n. 3915, p. 131-139, 1970.

MAFALACUSSER, J.; JALANE, O (org.). **Caracterização Biofísica do Distrito de Chicualacuala Província de Gaza**. Maputo: IIAM, 2014, 58p.

MAKHADO, R. A. et al. Use of Mopane Woodland Resources and Associated Woodland Management Challenges in Rural Areas of South Africa. **Ethnobotany Research & Applications**, v. 10, p. 369-379, 2012.

MAKHADO, R. A.; POTGIETER, M. J.; LUUS-POWELL, W. J. Colophospermum Mopane Leaf Production and Phenology in Southern Africa's Savanna Ecosystem - A Review. **Insights of Forest Research**, v. 2, n. 1, p. 84-90, 2018.

MARZOLI, A (coord.). **Inventário Florestal Nacional**. Maputo: MINAG, 2007, 109p.

MCNICOL, I. M. et al. Aboveground Carbon Storage and Its Links to Stand Structure, Tree Diversity and Floristic Composition in South-Eastern Tanzania. **Ecosystems**, v. 21, n. 4, p. 740-754, 2018.

MINISTÉRIO DE ADMINISTRAÇÃO ESTATAL. **Perfil do Distrito de Chicuala-cuala Província de Gaza**. Maputo: MAE, 2005, 56p.

MLAMBO, D.; NYATHI, P.; MAPAURE, I. Influence of Colophospermum mopane on surface soil properties and understorey vegetation in a southern African savanna. **Forest Ecology and Management**, n. 212, p. 394-404, 2005.

MLAMBO, D.; MWENJE, E.; NYATHI, P. Effects of tree cover and season on soil nitrogen dynamics and microbial biomass in an African savanna woodland dominated by Colophospermum mopane. **Journal of Tropical Ecology**, n. 23, p. 437-448, 2007.

MLAMBO, D; NYATHI, A. P. Litterfall and nutrient return in a semi-arid southern African savanna woodland dominated by Colophospermum mopane. **Plant Ecology**, n. 196, p. 101-110, 2008.

MUCINA, L. et al. Forest biomes of Southern Africa. **New Zealand Journal of Botany**, v. 60, n. 4, p. 377-428, 2022.

MURPHY, B.; BOWMAN, M.J.S. What controls the distribution of tropical forest and savanna? **Ecology Letters**, v. 15, p. 748-758, 2012.

MUTAKELA, P. S. et al. Biomass Prediction Equation for Colophospermum mopane (Mopane) in Botswana. **Journal of Geoscience and Environment Protection**, v. 11, p. 1-22, 2023.

- MUTUKU, P. M.; KENFACK, D. Effect of local topographic heterogeneity on tree species assembly in an Acacia -dominated African savana. **Journal of Tropical Ecology**, v. 35, p. 46-56, 2019.
- NEGI, V. et al. Tree species composition and diversity in natural temperate forests of the North-Western Himalayas. **Acta Ecologica Sinica**, v. 42, p. 653-660, 2022.
- PAIS, A. J. R.; RIBEIRO, N. S.; SANTOS, R. M. Mapping floristic communities in Southern Africa savannas, Mozambique. **Rodriguésia**, v. 72, p. 1-12, 2021.
- PALGRAVE, M. C. **Keith Coates Palgrave Trees of southern Africa**. 3. ed. Cape Town: Struik Publishers, 2002.
- PEH, K. S. H.; LEWIS, S. L.; LLOYD, J. Mechanisms of monodominance in diverse tropical tree-dominated systems. **Journal of Ecology**, v. 99, n. 4, p. 891-898, 2011.
- PELANE, G. L. et al. Woodland Extraction Rate Estimation in the Savanna Ecosystem (Case Study of Foley and Makomoto in Central-East Botswana). **Sustainability**, v.13, p. 1-20, 2021.
- RAFAEL, N. V.; FALCÃO, M. P. Characterization of the Arboreal Flora of Two Provinces in South of Mozambique. **Modern Agricultural Science and Technology**, v. 7, n. 6, p. 1-6, 2021.
- RATHOGWA, N.; MIDGLEY, J.; BOND, W. **Survival, Mortality and Coppice Shoot Production and Growth Patterns of Colophospermum Mopane Kirk Ex J. Léonard (Kirk Ex Benth) and Androstachys Johnsonii Prain After Harvesting**. Technical report. 1999.
- RATNAM, J.; SHETH, C.; SANKARAN, M. **Savanna Woody Plants and Large Herbivores**. 1 ed. London: John Wiley & Sons Ltd, 2020.
- RIBEIRO, N. et al. The influence of fire frequency on the structure and botanical composition of savanna ecosystems. **Ecology and Evolution**, v. 9, p. 8253-8264, 2019.
- RODRIGUES, A. C.; VILLA, P. M.; NERI, A. V. Fine-scale topography shape richness, community composition, stem and biomass hyperdominant species in Brazilian Atlantic forest. **Ecological Indicators**, n. 102, p. 208-217, 2019.
- RUTHERFORD, M. C.; POWRIE, L. W.; THOMPSON, D. I. Impacts of high utilisation pressure on biodiversity components in Colophospermum mopane savanna. **African Journal of Range**, v. 29, n.1, p. 1-11, 2012.
- SANKARAN, M.; RATNAM, J.; HANAN, N. Woody cover in African savannas: the role of resources fire and herbivory. **Global Ecology and Biogeography**, v. 17, p. 236-245, 2008.
- SHACKLETON, C. M. et al. The importance of dry woodlands and forests in rural livelihoods and poverty alleviation in South Africa. **Forest Policy and Economics**, v. 9, p. 558-577, 2007.
- SCHAEFFER, S. E. Graph clustering. **Computer Science review**, v. 1, p. 27-64, 2007.
- SCHOLES, R.J. et al. Trends in savanna structure and composition along an aridity gradient in the Kalahari. **Journal of Vegetation Science**, v. 13, p. 419-428, 2002.

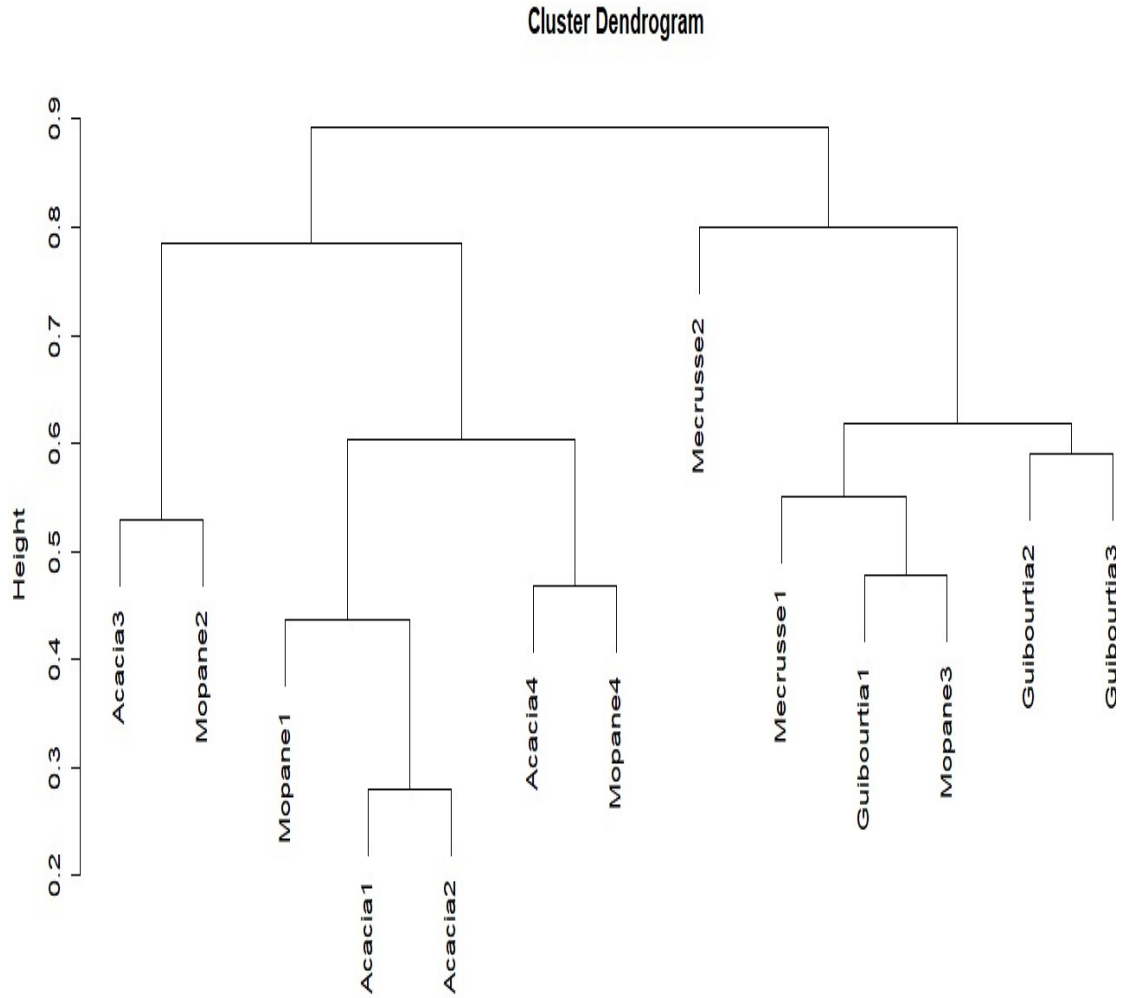
- SCHOLLES, R. J.; ARCHER, S. R. Tree-grass interactions in savannas. **Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics**, v. 28, p. 517-543, 1997.
- SITOE, A. et al (coord.). **Mapeamento de Habitats de Moçambique**. Maputo: CEAGRE, 2015, 37p.
- SKOWNO, A. L. et al. Secondary succession in *Acacia nilotica* (L.) savanna in the Hluhluwe Game Reserve, South Africa. **Plant Ecology**, v. 145, n. 1, p. 1-9, 1999.
- SMIT, I. P. J. et al. Effects of fire on woody vegetation structure in African savana. **Ecological Applications**, v. 20, n. 7, p. 1865-1875, 2010.
- SMITH, T. M.; GOODMAN, P. S. The Effect of Competition on the Structure and Dynamics of *Acacia* Savannas in Southern Africa. **British Ecological Society**, v. 74, n. 4, p. 1031-1044, 1986.
- SOUZA, C. R. DE et al. Floristic-structural relationships between *Canga ferruginosa* tree communities and adjacent vegetation types. **Acta Scientiarum - Biological Sciences**, v. 40, n. 1, p. 1-13, 2018.
- STAVER, A. C. et al. Soils and fire jointly determine vegetation structure in an African savanna. **New Phytologist**, v. 216, n. 4, p. 1151-1160, 2017.
- TAMENE, L. et al. Spatial Variation in Tree Density and Estimated Aboveground Carbon Stocks in Southern Africa. **Forests**, v. 7, n. 57, p. 1-19, 2016.
- TEKETAY, D. et al. Enhancement of diversity, stand structure and regeneration of woody species through area enclosure: the case of a mopane woodland in northern Botswana. **Ecological Processes**, v. 7, n. 05, p. 1-15, 2018.
- TERRA, M. DE C. N. S. et al. Tree species dominance in neotropical savanna aboveground biomass and productivity. **Forest Ecology and Management**, n. 496, p. 1-11, 2021.
- ter STEEGE, H. et al. Hyperdominance in the Amazonian tree flora. **Science**, v. 342, p. 1-11, 2013.
- ter STEEGE, H. et al. Rarity of monodominance in hyperdiverse Amazonian forests. **Scientific Reports**, v. 9, n. 1, p. 1-15, 2019.
- TORTI, S. D.; COLEY, P. D.; KURSAR, T. A. Causes and consequences of monodominance in tropical lowland forests. **American Naturalist**, v. 157, n. 2, p. 141-153, 2001.
- VAN LAAR, A.; AKCA, A. **Forest Mensuration**. Netherlands: Springer, 2007.
- Van Wyk, B. E.; GERICKE, N. **People's plants. A guide to useful plants of southern Africa**. Pretoria: Briza Publications, 2000.

WANG, X. et al. Ecological drivers of spatial community dissimilarity, species replacement and species nestedness across temperate forests. **Global Ecology and Biogeography**, v. 27, n. 5, p. 581-592, 2018.

WOOLLEN, E. et al. Charcoal production in the Mopane woodlands of Mozambique: what are the trade-offs with other ecosystem services? **Philosophical Transactions**, n. 371, p. 1-14, 2016.

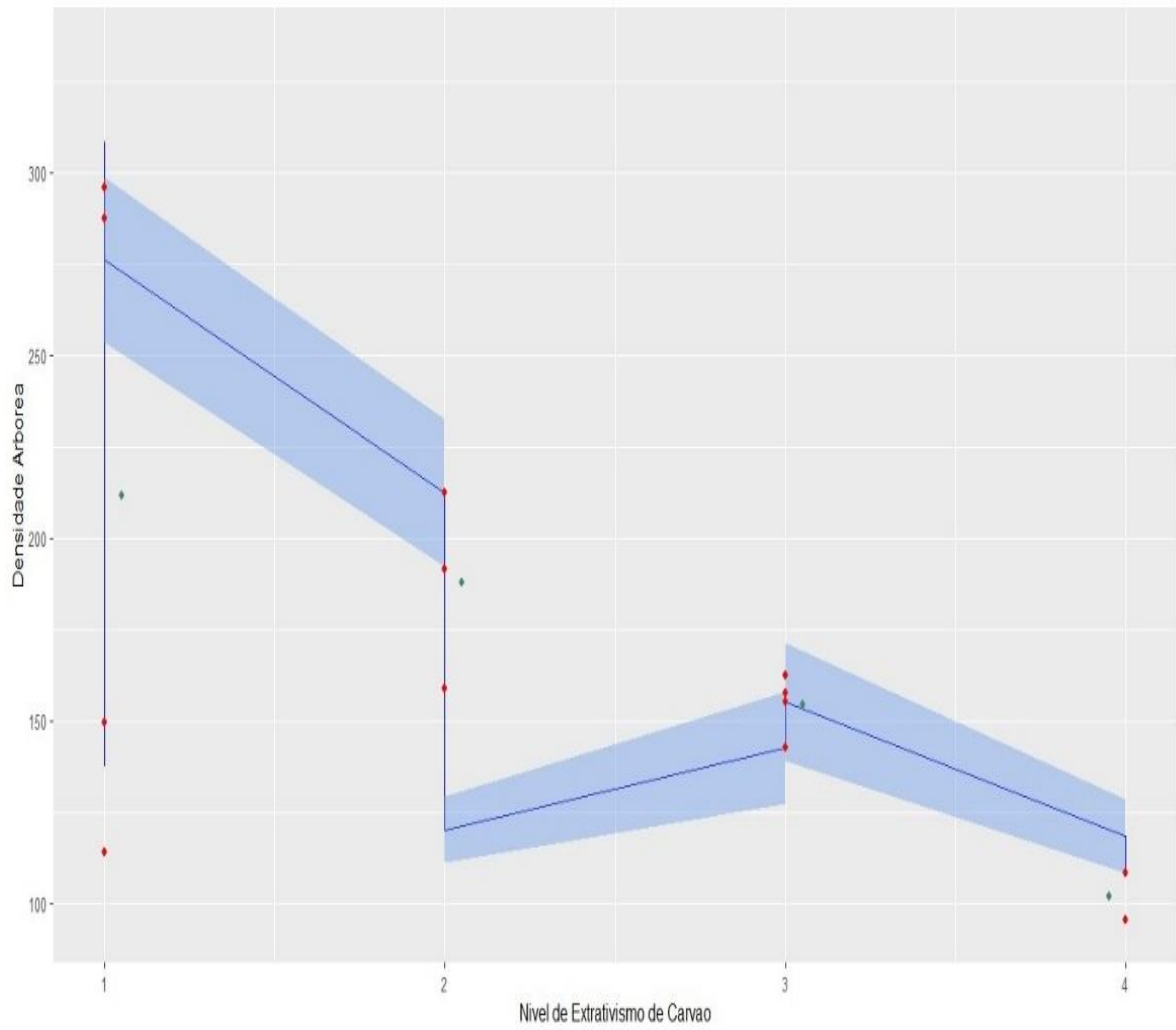
8 ANEXOS

ANEXO A – Agrupamento florístico em relação a presença e ausência de espécies.



Fonte: Do autor (2024).

ANEXO B – Influência do grau do extrativismo de carvão na diminuição da densidade.



Fonte: Do autor (2024).

ANEXO C – Forno inativo de produção de carvão vegetal.



Fonte: Do autor (2024).

ANEXO D – Clareira originada pela remoção de árvores para produção de carvão.



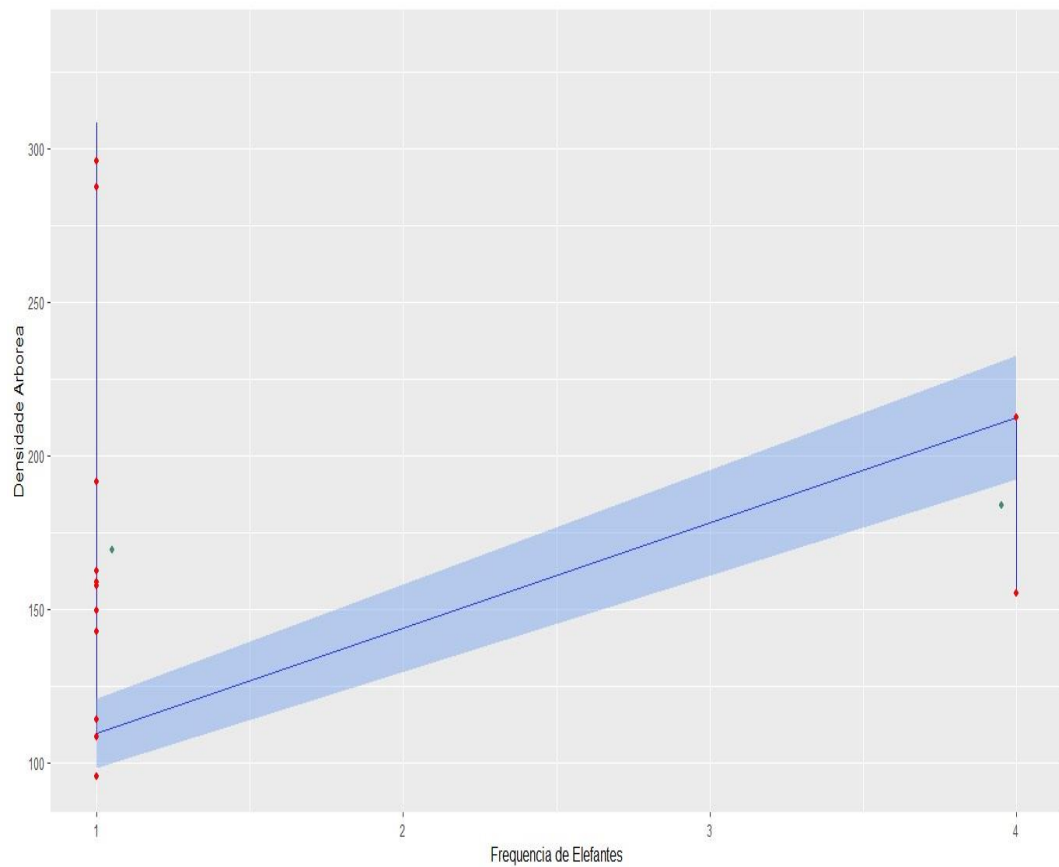
Fonte: Do autor (2024).

ANEXO E – Vestígios de corte de troncos para a produção de carvão.



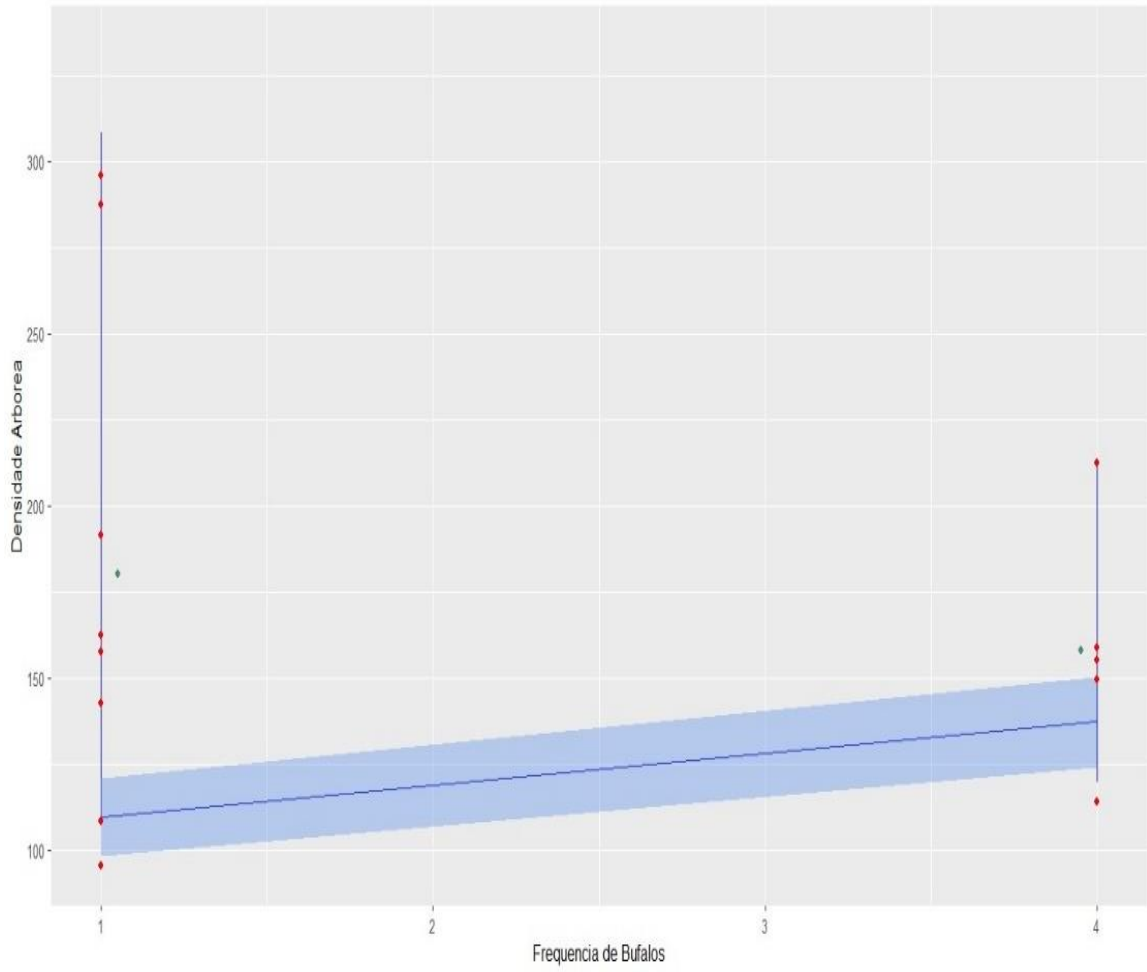
Fonte: Do autor (2024).

ANEXO F – Influência do grau de frequência de elefantes na densidade arbórea.



Fonte: Do autor (2024).

ANEXO G – Influência do grau de frequência de búfalos na densidade arbórea



Fonte: Do autor (2024).