



**UNIVERSIDADE EDUARDO MONDLANE**

**FACULDADE DE AGRONOMIA E ENGENHARIA FLORESTAL**

**MANEIO E CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE**

**Diversidade, estrutura e benefício das árvores nas escolas públicas da Cidade da Beira**

**Discente:** Will Susse de Jesus Monjane

**Supervisora:** Professora doutora Nocy Bila

**Co-supervisor:** Mestre Sá Nogueira Lisboa, Eng.

Maputo, 2025



**UNIVERSIDADE EDUARDO MONDLANE**

**FACULDADE DE AGRONOMIA E ENGENHARIA FLORESTAL**

**MANEIO E CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE**

**Diversidade, estrutura e benefício das árvores nas escolas públicas da Cidade da Beira**

Dissertação apresentada à Faculdade de Agronomia e Engenharia Florestal da Universidade Eduardo Mondlane, em cumprimento dos requisitos Parciais para obtenção do Grau Académico de Mestre em Maneio e Conservação da Biodiversidade.

Supervisionada pela Professora Doutora  
Nocy Bila

Co-supervisionada pelo Mestre Sá Nogueira  
Lisboa, Eng.

Maputo, 2025

## Resumo

A arborização em áreas urbanas, especialmente em escolas, desempenha um papel essencial na melhoria da qualidade ambiental, no bem-estar de alunos e professores, e na promoção da educação ambiental. Contudo, ainda persistem lacunas no conhecimento sobre as percepções da comunidade escolar com relação ao papel que a arborização desempenha de forma efectiva na consciencialização ambiental. Este estudo aborda a arborização nas escolas públicas da Cidade da Beira, com o objectivo de analisar sua diversidade, estrutura e os benefícios proporcionados à comunidade escolar. O estudo teve uma abordagem mista, isto é, qualitativa, foi conduzido um censo arbóreo em 10 escolas secundárias e amostragem por conveniência em 24 das 70 escolas primárias, com o objectivo de caracterizar a estrutura e composição das espécies arbóreas, estimar o  $S_t-C$  (*stock* de carbono), e avaliar a qualidade das árvores, através de um inventário florestal. Além disso, foi investigada a percepção da comunidade escolar sobre os benefícios da arborização, a partir de entrevistas semi-estruturadas a 34 directores, inquéritos a 88 professores e discussões em grupo com 10 elementos de alunos para as classes de 6<sup>a</sup>, 10<sup>a</sup> e 12<sup>a</sup> em todas as escolas seleccionadas. A análise dos dados foi realizada com o auxílio dos softwares R, SPSS e Paste4.03, utilizando técnicas estatísticas descritivas e inferenciais conforme a natureza dos dados. Os principais resultados indicam uma similaridade moderada na diversidade de espécies arbóreas nas escolas, índices de Jaccard (0.318) e Sorensen (0.483) e predominância de espécies exóticas (78.17%). A análise da diversidade utilizando a Série de Hill demonstrou que, para  $q=0$ , correspondente à riqueza de espécies, as escolas primárias apresentaram maior número de espécies, no entanto, para  $q=1$  (índice de Shannon) e  $q=2$  (índice de Simpson), a diversidade efectiva diferiu, com a sua maioria encontrada nas escolas primárias. O  $S_t-C$  variou entre as escolas, com o mínimo de 102.86 kg para a EP Ndunda, e o máximo de  $S_t-C$  kg para a EP Pioneiros, destacando a importância das árvores no sequestro de carbono ( $S_e\_CO_2$ ) e na mitigação às mudanças climáticas. A percepção e práticas dos alunos, professores e directores sobre a importância das árvores no recinto escolar foi positiva em todos os níveis de ensino, tendo enfatizado a importância da arborização para sombra, no conforto térmico, na qualidade do ar e a estética do ambiente escolar. Contudo, a prática de manejo diferiu entre as escolas de acordo com o nível de ensino, nas escolas secundárias os directores (75%) afirmaram possuir um plano de manejo estruturado, os professores da primárias (35%) disseram haver manejo com frequência e os alunos da 10<sup>a</sup> e 12<sup>a</sup> (20%) disseram que o manejo é feito de forma irregular. Esses resultados fornecem informações valiosas para estratégias futuras de manejo sustentável das

áreas verdes em ambientes educacionais, reforçando a relevância das árvores para o bem-estar e o equilíbrio ecológico nas escolas.

**Palavras-chave:** arborização urbana, diversidade de espécies, sequestro de carbono, ambiente escolar e educação ambiental.

### **Abstract**

Tree planting in urban areas, especially in schools, plays an essential role in improving environmental quality, the well-being of students and teachers, and in promoting environmental education. However, there are still gaps in knowledge about the perceptions of the school community regarding the role that trees effectively play in raising environmental awareness. This study addresses tree planting in public schools in the city of Beira, with the aim of analyzing its diversity, structure and the benefits provided to the school community. The study had a mixed approach, that is, qualitative and quantitative, a tree census was conducted in 10 secondary schools and convenience sampling in 23 of the 70 primary schools, with the aim of characterizing the structure and composition of tree species, estimating St-C (carbon stock), and assessing tree quality through a forest inventory. Furthermore, the perception of the school community on the benefits of afforestation was investigated, based on semi-structured interviews with 34 principals, surveys with 88 teachers and group discussions with 10 students for the 6<sup>a</sup>, 10<sup>a</sup> and 12<sup>a</sup> grades in all selected schools. Data analysis was performed with the aid of R, SPSS and Paste4.03 software, using descriptive and inferential statistical techniques according to the nature of the data. The main results indicate a moderate similarity in the diversity of tree species in the schools, Jaccard (0.318) and Sorensen (0.483) indices and predominance of exotic species (78.17%). The analysis of diversity using the Hill Series showed that, for  $q=0$ , corresponding to species richness, primary schools had a greater number of species; however, for  $q=1$  (Shannon index) and  $q=2$  (Simpson index), the effective diversity differed, with the majority found in primary schools. St-C varied between schools, with a minimum of 102.86kg for EP Ndunda, and a maximum of S<sub>t</sub>-C kg for EP Pioneiros, highlighting the importance of trees in carbon sequestration (Se-Co<sub>2</sub>) and in mitigating climate change. The perception and practices of students, teachers and principals regarding the importance of trees in the school grounds were positive at all levels of education, having emphasized the importance of trees for shade, thermal comfort, air quality and the aesthetics of the school environment. However, management practices differed between schools according to the level of education. In secondary schools, principals (75%) reported having a

structured management plan, primary school teachers (35%) reported frequent management, and 10<sup>a</sup> and 12<sup>a</sup> grade students (20%) reported irregular management. These results provide valuable information for future strategies for sustainable management of green areas in educational settings, reinforcing the relevance of trees for well-being and ecological balance in schools.

**Keywords:** urban Arborization, tree Diversity, Carbon Sequestration, School Environment and Environmental Education.

## Índice

Resumo .....	i
Índice.....	iv
Índices de ilustrações .....	vii
Declaração de honra.....	viii
Dedicatória.....	ix
Agradecimentos .....	x
Lista de abreviaturas .....	xi
Epígrafe.....	xii
CAPÍTULO I: INTRODUÇÃO GERAL.....	27
1.1 Contextualização.....	27
1.2 Problema de Pesquisa e Justificação.....	30
1.3 Objectivos da Pesquisa .....	31
1.4 Questões de Pesquisa .....	31
CAPÍTULO II: REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	32
2.1. Arborização Urbana e suas Funções Ecológicas .....	32
2.2. Arborização em Ambientes Escolares .....	32
2.3. Aspectos Socioculturais da Arborização nas Escolas .....	33
2.4. Diversidade e Estrutura Arbórea em Áreas Urbanas .....	34
2.5. Sequestro de Carbono e Quantificação do <i>Stock</i> de Carbono em Árvores.....	34
2.6. Educação Ambiental e Sensibilização Sobre a Importância da Arborização.....	35
2.7. Políticas Públicas e Gestão da Arborização em Áreas Urbanas .....	36
2.8. Histórico da Arborização em Moçambique .....	36
2.9. Conhecimento Popular Sobre os Benefícios das Árvores no Contexto Moçambicano .....	38
CAPÍTULO III: ANÁLISE DA ESTRUTURA, DIVERSIDADE E <i>STOCK</i> DE CARBONO DAS ÁRVORES NAS ESCOLAS .....	40
3.1. Resumo .....	40
3.2. Introdução .....	41
3.2.1 Perguntas de pesquisa .....	42
3.3. Material e método .....	42
3.3.1. Enquadramento Geográfico da Área de Estudo.....	42
3.3.2. Clima.....	43
3.3.3. Hidrologia.....	43
3.3.4. Hidrogeologia .....	43
3.3.5. Relevo e Topografia .....	44

3.3.6.	Flora .....	44
3.3.7.	Fauna.....	45
3.3.8.	População e Actividade Económica.....	45
3.3.9.	Rede Escolar da Cidade da Beira .....	45
3.3.10.	Colecta de Dados .....	46
3.3.11.	Dados Quantitativos.....	48
3.3.12.	Dados Qualitativos.....	48
3.3.13.	Análise de Dados .....	48
3.4.	Resultados .....	51
3.4.1.	Composição Florística e Dominância das Famílias nas EPs e ESGs.....	51
3.4.2.	Diversidade de Espécies .....	55
3.4.2.1.	Diversidade de Hill .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.4.4.	<i>Stock</i> de Carbono e Sequestro de CO <sub>2</sub> .....	63
3.4.5.	Distribuição Diamétrica e Altura .....	59
3.4.6.	Estado fitossanitário.....	61
3.5.	Discussão .....	63
3.5.1.	Composição Florística e Dominância das Famílias nas EPs e ESGs.....	65
3.5.2.	Diversidade e Resiliência das Espécies Arbóreas nas Escolas de Beira .....	66
3.5.3.	Importância Ecologica das Árvores nas Escolas .....	67
3.5.4.	Importância das especies nativas .....	69
3.5.5.	<i>Stock</i> de Carbono e Sequestro de CO <sub>2</sub> nas Escolas.....	71
3.5.6.	Distribuição Diamétrica, Altura e Estado Fitossanitário das Árvores .....	72
3.6.	Conclusão.....	73
CAPÍTULO IV: PERCEPÇÕES E PRÁTICAS COM RELAÇÃO AO MANEIO E BENEFÍCIOS DA ARBORIZAÇÃO NO AMBIENTE ESCOLAR NO MUNICÍPIO DA BEIRA.....		74
4.1.	Resumo .....	74
4.2.	Introdução .....	74
4.2.1.	Questões de pesquisa .....	76
4.3.	Material e métodos.....	76
4.3.1.	População e Amostra .....	76
4.3.2.	Justificativa Para a Escolha das Classes .....	77
4.3.3.	Colecta de Dados .....	78
4.3.4.	Análise de Dados .....	79
4.4.	Resultados .....	79

4.4.1.	Perfil dos Directores e Professores .....	79
4.4.2.	Maneio das Árvores nas Escolas.....	81
4.4.3.	Tendência do Número de Árvores nas Escolas.....	83
4.4.4.	Percepções Sobre os Benefícios das Árvores na Escola.....	86
4.4.5.	Participação em Actividades de Plantio na Escola .....	88
4.5.	Discussão .....	90
4.5.1.	Maneio das Árvores nas Escolas.....	90
4.5.2.	Tendência do Número de Árvores nas Escolas.....	91
4.5.3.	Percepções Sobre os Benefícios das Árvores nas Escolas.....	92
4.5.4.	Participação em Actividades de Plantio nas Escola.....	94
4.6.	Conclusão.....	95
CAPÍTULO V. CONSIDERAÇÕES FINAIS DO TRABALHO E RECOMENDAÇÕES ....		97
CAPÍTULO VI: REFERÊNCIAS.....		99
ANEXOS .....		114

## Índices de ilustrações

### Figuras

Figura 1: Enquadramento geográfico da área de estudo .....	42
Figura 2: Escolas selecionadas para pesquisa. ....	47
Figura 3: Perfil de diversidade de espécies das escolas primárias e secundárias .....	56
Figura 4: classes de altura das árvores em função do número de indivíduos .....	60
Figura 5: classes diamétricas das árvores em função do número de indivíduos.....	60
Figura 6: Estado do tronco em função da percentagem de indivíduos .....	62
Figura 7: Qualidade da copa em função da percentagem de indivíduos.....	62
Figura 8: Estado fitossanitário em função da percentagem de indivíduos.....	62
Figura 9: Necessidade de poda em função da percentagem de indivíduos.....	62
Figura 10: Percepção dos professores em relação ao manejo das árvores nas escolas.....	82
Figura 11: Percepção dos professores com relação a tendência do número de árvores nas escolas .....	85
Figura 12: Percepção dos professores sobre os benefícios da arborização nas escolas.....	87
Figura 13: Participação dos professores em actividades de plantio.....	89

### Tabelas

Tabela 1: Escolas Públicas do Município da Beira por Postos Administrativos.....	45
Tabela 2: Índices de diversidade .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Tabela 3: Estrutura horizontal das espécies lenhosas com $DAP \geq 5$ das EPs .....	57
Tabela 4: Estrutura horizontal das espécies lenhosas de $DAP \geq 5$ cm das ESGs .....	58
Tabela 5: Resultados da estrutura horizontal da composição florística nas EPs e ESGs.....	63
Tabela 6: Perfil sócio-demográfico dos directores entrevistados .....	79
Tabela 7: Perfil sócio-demográfico dos professores inquiridos .....	80

## **Declaração de honra**

Para os legais e devidos efeitos, Eu, Will Susse de Jesus Monjane, declaro que a presente Dissertação de Mestre em Maneio e Conservação da Biodiversidade é resultado da minha investigação e das orientações da minha Supervisora, a Professora Doutora Nocy Bila e meu Co-supervisor, Mestre Sá Nogueira Lisboa. O seu conteúdo é original e todas as fontes consultadas estão devidamente mencionadas no texto e na bibliografia final.

Declaro ainda que este trabalho nunca foi antes publicado ou apresentado em nenhuma outra instituição para a obtenção de qualquer grau académico.

Por ser verdade, subscrevo

Maputo, 2025

---

(Will Susse de Jesus Monjane)

## **Dedicatória**

Dedico este trabalho à minha família, minha mãe, a Sra. Sandra Felismina M. Monjane, e irmão, André Pedro Monjane.

E ao meu pai em memória, Pedro André Monjane.

## **Agradecimentos**

Em primeiro lugar, agradeço a Deus pela vida e pela saúde, e à minha família pelo apoio incondicional em todas as etapas desta jornada.

À minha orientadora, Prof. Doutora Nocy Bila, a quem tenho enorme estima e admiração, agradeço pela partilha generosa de seu vasto conhecimento e experiência. Sua disponibilidade, clareza na comunicação, empatia, paciência e seu rigor acadêmico foram fundamentais para meu desenvolvimento. Agradeço, ainda, por sua habilidade excepcional de orientação, gestão de tempo e incentivo ao pensamento crítico, que enriqueceram profundamente o percurso deste trabalho.

Ao meu co-supervisor, Mestre Sá Nogueira Lisboa, expresso minha profunda gratidão, pelo convite, incentivo e orientação em explorar o tema sobre ecologia urbana, pelo inestimável apoio técnico e pela constante dedicação. Sua orientação prática e precisa foi essencial para o sucesso desta pesquisa, as suas correções detalhadas contribuíram para aprimorar cada fase do trabalho. Seu conhecimento, aliado ao cuidado com que acompanhou meu progresso, fez toda a diferença no aprimoramento deste estudo.

Agradeço aos Serviços Distritais de Educação, Juventude e Tecnologia, em especial ao Dr. Tulk, do Departamento de Planificação, por fornecer os mapas das escolas e contactos dos responsáveis, e ao Dr. Chiparezane, secretário da mesma instituição, pela motivação e pelas valiosas recomendações sobre como conduzir as abordagens durante o levantamento de dados.

Minha gratidão também vai para os colegas que auxiliaram na colecta de dados, aos responsáveis das escolas pela disponibilidade, aos professores que participaram e, especialmente, aos alunos que se envolveram nas discussões em grupo.

Por fim, agradeço aos colegas do curso de Maneio e Conservação da Biodiversidade, turma de 2021, com destaque para os Mestres Domingos Ferrão, Askot Alafi e Tarcília Checo, pela motivação que me deram ao longo do curso.

## Lista de abreviaturas

H'	Índice de Shanon
1-D'	Índice de Simpson
EA	Educação Ambiental
S <sub>t</sub> -C	Stock de carbono
Se-CO <sub>2</sub>	Sequestro de carbono
EPs	Escolas Primárias
EP	Escola Primária
ESGs	Escolas Secundárias Gerais
ESG1	Escola Secundária do 1º Grau
ESG2	Escola Secundária do 2º Grau
DAP	Diâmetro à Altura do Peito
PAP	Perímetro à Altura do Peito
B <sub>AS</sub>	Biomassa Acima do Solo
IPCC	Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas
CO <sub>2</sub>	Dióxido de carbono
°C	Graus centígraus
IVI	Índice de Valor de Importância
AbA	Abundância Absoluta
AbR	Abundância Relativa
FrA	Frequência Asoluta
FrR	Frequência Relativa
VI%	Valor de Importância Relativa
V <sub>T</sub>	Volume Total
V <sub>t</sub>	Volume do Tronco
A <sub>C</sub>	Área da Copa

## **Epígrafe**

"A sabedoria é como uma árvore,  
quem deseja seus frutos deve primeiro plantar suas sementes."

(Provérbio Africano)

## CAPÍTULO I: INTRODUÇÃO GERAL

### 1.1 Contextualização

A arborização urbana consiste no conjunto de áreas públicas ou privadas com vegetação predominantemente arbórea ou em estado natural, incluindo árvores de ruas, avenidas, parques públicos, assim como as demais áreas verdes presentes em uma cidade, que no seu conjunto constituem as florestas urbanas (Cecchetto et al., 2014). As Florestas urbanas são diferentes quanto a sua estrutura assim como composição de espécies, contudo apresentam pontos comuns quanto à importância e função, pois garantem resiliência aos desafios do ambiente urbano (Ordóñez e Duinker, 2014).

Em termos gerais, as árvores urbanas proporcionam uma variedade de benefícios tangíveis e intangíveis, ou seja, serviços de ecossistema que podem ser valorizados de maneiras diferentes pelas pessoas, como a sombra, o valor estético e os frutos que fornecem (Lopes, 2020; Oberherr & Costa, 2011; Shackleton et al., 2015). O plantio de árvores também ajuda a amenizar o clima (Jones, 2021), agindo como sumidouros de poluentes atmosféricos (Jones & McDermott, 2018), sequestrando CO<sub>2</sub> (Nowak & Crane, 2002), contribuindo para a redução do consumo de energia ao proporcionar sombra (Akbari, 2002), escoamento superficial das águas plúvias e pluviais (Alves et al., 2019; Gonçalves et al., 2019) e fornece habitat para diversas espécies, dessa forma contribuindo para a manutenção da biodiversidade (Alvey, 2006; Júnior & Pereira, 2017).

Em Moçambique, a arborização urbana iniciou-se no século XIX com a plantação de *Eucalyptus sp.* na capital, com o objectivo de drenar os pântanos da parte baixa da cidade. Posteriormente, foram introduzidas espécies como a figueira africana (*Ficus spp.*) e a mafurreira (*Trichillia emetica*), visando proporcionar beleza e conforto. A partir de 1928, a então Lourenço Marques começou a ser embelezada com a introdução de espécies como a acácia vermelha (*Delonix regia*) e o jacarandá (*Jacaranda mimosifolia*), que contribuíram significativamente para a estética da cidade, posteriormente, outras espécies como *Grevillea robusta*, *Hibiscus tiliaceus*, *Senna siamea*, *Tabebuia pentaphylla* e a nativa *Azelia quanzensis* (chanfuta) reforçaram a arborização (Mathe, 2022).

O estudo da diversidade de árvores em ambientes urbanos permite-nos avaliar a capacidade de uma determinada cidade de se sustentar de forma saudável (Salmond et al., 2016). Ao longo os últimos 30 anos, estudos têm comprovado que a diversidade de espécies em particular aumenta a capacidade do ecossistema resistir à distúrbios biológicos e ecológicos (Dobbs et al., 2014; Riley et al., 2018). Ao contrário, em áreas de arborização urbanas com menor riqueza de espécies são mais suscetíveis a risco de uma mortalidade em massa e perda de cobertura de dossel (estrato de cobertura da copa superior) devido à introdução de pragas e doenças específicas de determinadas espécies ou gêneros (Karnosky, 1979; Steenberg et al., 2013).

Áreas urbanas arborizadas de monoculturas, quando expostas a eventos de invasão normalmente, incorrem em altos custos de manutenção para tratar, remover e/ou substituir árvores doentes, moribundas ou mortas (Almas & Conway, 2016; Chavan et al., 2023). Referir que, maior diversidade também fornece habitat para uma gama de organismos, especialmente espécies nativas em alguns casos, quando estas são bem representadas, podem contribuir para a proteção da biodiversidade local (Berthon et al., 2021).

Observando o Quadro das Nações Unidas referente aos Objectivos do Desenvolvimento Sustentável, apoio à segurança alimentar (ODS 2), para o fornecimento de água potável segura (ODS 6), para a redução das desigualdades (ODS 10), para a melhoria dos habitats urbanos (ODS 11), para o enfrentamento das mudanças climáticas (ODS 13) e uma floresta urbana saudável e diversa contribui para a sustentação e conservação da biodiversidade (ODS 15) (Endreny, 2018 e O'Brien & Wolf, 2010).

Existem alguns parâmetros de diversidade de árvores propostos para medir e monitorar a riqueza de espécies (o número de espécies de árvores diferentes) e a uniformidade (a representação de uma determinada espécie dentro de um número total de indivíduos) em áreas de arborização urbana devidamente delimitadas (Kendal et al., 2014). Por exemplo, o primeiro parâmetro de referência é o 10/20/30 proposto por Frank Santamour (1990), o qual afirma que áreas de arborização urbana quando bem delimitadas não devem compreender mais do que 10% de qualquer espécie específica, 20% de qualquer gênero ou 30% de qualquer família.

Kendal et al. (2014) referiram que Santamour no seu parâmetro tinha como principal objectivo mitigar o risco, embora exista relativamente pouca evidência empírica que apoie esta

abordagem, contudo ela é amplamente usada desde então em planos de manejo de áreas urbanas.

Estudos acadêmicos mais recentes, preferencialmente têm exigido parâmetros de referência mais rígidos, como 5/10/15, para mitigar e reduzir ao máximo os riscos associados a eventos de mortalidade em massa e outros entressores ambientais que podem impactar negativamente o dossel das áreas de arborização urbana (Semeraro et al., 2021). Em Moçambique, não existem ainda estudos desta matéria, principalmente ao nível da arborização urbana escolar, sendo precursor não só a nível do país como também a nível de escolas do ensino público na Cidade da Beira, Província de Sofala, região centro do país.

A análise da estrutura e diversidade das árvores nas escolas é fundamental para entender como os espaços verdes urbanos escolares estão sendo utilizados e mantidos. A diversidade de espécies arbóreas pode indicar a saúde ecológica do ambiente escolar, enquanto a estrutura das árvores pode influenciar o microclima local, a estética e a funcionalidade do espaço escolar. Compreender esses aspectos permite identificar áreas de melhoria e planejar intervenções que promovam um ambiente escolar mais sustentável e agradável (Hassall et al., 2024; Pataki et al., 2021).

Este estudo tem como objectivo avaliar a arborização nas escolas públicas da Cidade da Beira de forma quali-quantitativa, considerando tanto a estrutura e a composição das espécies arbóreas quanto o  $S_e-C$  e o  $S_e-Co_2$ , e relacionando esses aspectos com a percepção da importância das árvores para a comunidade escolar.

Este trabalho está estruturado em cinco capítulos, cada um abordando aspectos essenciais do estudo.

- Capítulo 1: Introdução Geral – Neste capítulo é apresentada uma visão ampla do tema e do contexto da pesquisa. São discutidos o problema central, os objetivos do estudo, e a justificativa para sua realização. Essa introdução serve como uma base para os capítulos seguintes, contextualizando a importância da pesquisa para o entendimento da arborização nas escolas.

- Capítulo 2: Revisão Bibliográfica – Neste capítulo são discutidos os principais tópicos que norteiam e contextualizam o tema em pesquisa, com base na literatura existente.
- Capítulo 3: Análise da Estrutura, Diversidade e S<sub>t</sub>-C das Árvores na Escola – Este capítulo contém a primeira parte da pesquisa, que investiga a composição das árvores nas escolas. São analisadas a estrutura, diversidade de espécies e o S<sub>t</sub>-C, contribuindo para o entendimento do papel das árvores no ambiente escolar e suas implicações para a sustentabilidade e biodiversidade.
- Capítulo 4: Percepções e Práticas com Relação ao Maneio, Prevalência e Benefícios da Arborização no Ambiente Escolar no Município da Beira – O terceiro capítulo consiste na segunda parte do estudo, que explora as percepções e práticas relacionadas à arborização escolar. Este capítulo examina o manejo das árvores, sua tendência e os benefícios percebidos pelos gestores escolares, professores e alunos, destacando os impactos ambientais e educacionais no município da Beira.
- Capítulo 5: Considerações Finais e Recomendações – Neste capítulo, são apresentadas as considerações finais sobre os resultados obtidos nos capítulos anteriores. As principais conclusões do estudo são sintetizadas, ressaltando os pontos-chave e as contribuições para o campo da arborização em contextos urbanos e escolares.

## **1.2 Problema de Pesquisa e Justificação**

Apesar dos avanços nas pesquisas sobre arborização urbana, ainda existem lacunas significativas no entendimento do papel que a arborização desempenha no ambiente escolar e de sua contribuição efectiva para a conscientização ambiental entre os alunos (Carpenter et al., 2009). No entanto, na Cidade da Beira, a segunda maior cidade de Moçambique, o crescimento populacional acelerado, com uma taxa anual de 6,4% em áreas urbanas da África Subsaariana (António et al., 2022; Santos et al., 2022), apresenta desafios significativos para a expansão de áreas verdes.

Este Município é particularmente vulnerável a impactos climáticos devido à sua localização próxima ao nível do mar, tornando-a susceptível a inundações frequentes e à degradação ambiental (Ministério da Administração Estatal, 2013). A expansão urbana e a pressão sobre o uso do solo dificultam a criação de novas áreas verdes, especialmente devido às condições pantanosas da região (Schubert, 2024; Uacane & Ombe, 2016). Essa situação agrava a redução de espaços verdes, o que, por sua vez, afecta o microclima local, elevando as temperaturas,

alterando os regimes de chuva e contribuindo para alagamentos frequentes, com impactos directos sobre a saúde pública e a qualidade de vida dos habitantes (Costa & Colesanti, 2011).

Estudo anterior sobre educação ambiental (EA) efectuado por Conceição et al. (2016), apontou que os alunos da cidade da Beira possuem conhecimento limitado sobre EA (Muacuveia, 2017), e consequentemente sobre a importância da arborização. Na Beira, essa falta de conscientização, combinada com a degradação ambiental em curso, pode comprometer não apenas a qualidade ambiental, mas também a percepção dos alunos sobre a relação entre o ser humano e o meio ambiente. Com isso, surge a necessidade urgente de conhecer a composição arbórea das escolas e avaliar o conhecimento e a percepção da comunidade escolar sobre a arborização e seus benefícios.

### **1.3 Objectivos da Pesquisa**

#### **Objectivo Geral**

Avaliar quali-quantitativamente a arborização e seus benefícios sócio-culturais para a comunidade escolar (directores, professores e alunos) na Cidade de Beira.

#### **Objectivos Específicos**

Para a materialização do estudo foram traçados os seguintes objectivos específicos:

- (i) Caracterizar as espécies arbóreas quanto à sua estrutura e diversidade nas escolas públicas primárias e secundárias;
- (ii) Examinar a percepção dos directores, professores e alunos sobre os benefícios da arborização no ambiente escolar; e
- (iii) Quantificar o  $S_r-C$  nas escolas públicas da Beira.

### **1.4 Questões de Pesquisa**

- i) Qual é a composição florística e diversidade das árvores das escolas públicas a nível do EPs e ESGs da Cidade da Beira?
- ii) Qual é o nível de consciencialização dos alunos, professores e directores sobre os benefícios da arborização nas escolas?
- iii) Quais espécies nativas se encontram nas EPs e ESGs?
- iv) Qual escola sequestra mais  $CO_2$ ?

## CAPÍTULO II: REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1. Arborização Urbana e suas Funções Ecológicas

As árvores actuam como reguladoras do microclima urbano, ajudando a mitigar os efeitos das ilhas de calor nas cidades, essa regulação microclimática pode reduzir significativamente a temperatura em áreas urbanas densamente povoadas, proporcionando maior conforto térmico (Guo et al., 2023). Não obstante, as árvores urbanas desempenham um papel importante na melhoria da qualidade do ar, absorvendo poluentes atmosféricos, como dióxido de enxofre (SO<sub>2</sub>), dióxido de nitrogénio (NO<sub>2</sub>) e ozónio (O<sub>3</sub>), além de capturar partículas em suspensão (PM<sub>2.5</sub> e PM<sub>10</sub>), que são prejudiciais à saúde humana (Duan et al., 2024; Kofel et al., 2024).

Em áreas urbanas, onde há grande emissão de gases de efeito estufa devido à alta densidade de veículos e indústrias, as árvores desempenham um papel fundamental como sumidouros de carbono (Ren et al., 2024). Também retém a água da chuva, contribuindo para a redução do risco de inundações, suas raízes ajudam a estabilizar o solo, prevenindo a erosão, enquanto a copa das árvores age como uma barreira natural, retardando a precipitação e permitindo uma maior infiltração da água no solo (Toosi, 2023). As árvores urbanas reduzem em até 30% o volume de escoamento de água da chuva, promovendo a infiltração no solo e reduzindo a carga sobre os sistemas de drenagem (Kõiv-Vainik et al., 2022).

Apesar dos benefícios evidentes, a arborização urbana enfrenta desafios, como a falta de espaço adequado para o plantio de árvores em áreas urbanas densamente povoadas e os custos associados à manutenção dessas árvores (Cecchetto et al., 2014). Com isso, é necessário um planeamento urbano eficiente e políticas públicas que promovam a arborização e garantam a manutenção das árvores plantadas, de modo a maximizar seus benefícios ambientais (Osako et al., 2016).

### 2.2. Arborização em Ambientes Escolares

A arborização nas escolas, como parte da arborização urbana, oferece uma oportunidade única para integrar a EA com a preservação ecológica (Biondi, 2023; Ferreira et al., 2024). O plantio de árvores nas escolas não só contribui para o equilíbrio ambiental, como também envolve os alunos em práticas sustentáveis, aumentando a conscientização sobre a importância da preservação do meio ambiente (Biondi, 2023). Silva (2022) defende que o envolvimento de

alunos em actividades de plantio de árvores em suas escolas melhora sua percepção sobre a importância dos ecossistemas urbanos e fomenta o comportamento pró-ambiental desde cedo.

De acordo com Bohnert et al. (2022) a arborização em escolas não só embeleza o ambiente, mas também serve como um recurso educacional que fortalece a conscientização sobre questões ambientais. Esses autores destacam que actividades como o plantio de árvores, o monitoramento do crescimento das plantas e a implementação de hortas escolares são formas eficazes de integrar o aprendizado sobre sustentabilidade no currículo escolar. Ao interagirem com árvores e plantas, os alunos desenvolvem habilidades práticas de cuidado com o meio ambiente, como o manejo responsável da vegetação e o uso eficiente dos recursos naturais.

As árvores podem reduzir as temperaturas em áreas sombreadas, tornando o ambiente escolar mais agradável e permitindo que as actividades educacionais ao ar livre sejam realizadas sem desconforto térmico (Akbari et al., 2001). A melhoria do microclima escolar proporcionada pela arborização também está relacionada ao bem-estar físico e psicológico dos alunos, o contacto com a natureza, especialmente em ambientes educacionais, tem um efeito restaurador, ajudando a reduzir o *stress* e a aumentar a concentração dos alunos (Xu et al., 2024).

### **2.3. Aspectos Socioculturais da Arborização nas Escolas**

Segundo Xu et al. (2024) a presença de árvores em escolas está fortemente relacionada à sensação de bem-estar entre alunos e professores, uma vez que elas criam um ambiente mais propício à socialização e ao descanso durante os intervalos. Browning & Rigolon (2019) e Xu et al. (2024), observaram que ambientes escolares com mais vegetação, especialmente árvores, tendem a apresentar maior desempenho por parte dos alunos, o que pode ser atribuído à redução da fadiga mental. Ulrich et al. (1991), argumentam que o simples acto de estar em contacto visual com a natureza, incluindo áreas arborizadas, pode ajudar a restaurar a atenção e reduzir os níveis de ansiedade.

Além dos benefícios psicológicos, a arborização escolar também está associada à promoção da saúde física, que de acordo com Ward Thompson et al. (2012) a presença de árvores e outros elementos naturais no ambiente escolar incentiva a actividade física ao ar livre, uma vez que esses espaços são frequentemente utilizados para recreação e actividades esportivas.

Gómez-Baggethun et al. (2013) ressaltam que as árvores funcionam como filtros naturais para partículas poluentes e gases nocivos, o que melhora a qualidade do ar e reduz a incidência de problemas respiratórios entre os alunos, além de que, a arborização nas escolas pode ter um impacto directo no desempenho académico. Browning & Rigolon (2019) apontam que escolas com áreas verdes bem cuidadas e com árvores tendem a apresentar melhores resultados académicos, uma vez que o ambiente escolar mais acolhedor e confortável contribui para uma maior disposição dos alunos em participar das actividades escolares.

#### **2.4. Diversidade e Estrutura Arbórea em Áreas Urbanas**

A estrutura horizontal de uma floresta ou área arborizada urbana é essencial para determinar como os recursos, como luz e nutrientes são distribuídos de forma equilibrada pelas árvores, os benefícios ecológicos são maximizados, pois há menos competição entre as árvores por recursos, permitindo que uma maior variedade de espécies desenvolvam (Alvey, 2006). A estrutura vertical, por sua vez, refere-se à estratificação das árvores em diferentes alturas, criando uma variedade de camadas dentro do ambiente arborizado, onde a presença de diferentes estratos de vegetação aumenta a biodiversidade, pois cada estrato pode ser habitado por diferentes tipos de fauna, desde aves até insectos, criando um ecossistema mais complexo e resiliente (Mckinney, 2015).

A variação na estrutura vertical e horizontal afecta directamente o ecossistema urbano ao influenciar a maneira como os fluxos de água e energia são processados, em áreas com uma cobertura arbórea mais densa e estratificada, há uma maior capacidade de infiltração de água no solo, o que contribui para a redução do escoamento superficial e a mitigação de inundações urbanas, sem contar que, a presença de árvores altas em conjunto com árvores de médio e pequeno porte cria uma camada protectora que ajuda a dissipar o calor, tornando o ambiente mais habitável em áreas de clima quente (Dowtin et al., 2023).

#### **2.5. Sequestro de Carbono e Quantificação do *Stock* de Carbono em Árvores**

A capacidade das árvores de capturar e armazenar dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) tem sido amplamente estudada, tanto em ecossistemas naturais quanto em áreas urbanas (Nowak et al., 2014). Em ambientes urbanos, onde as emissões de CO<sub>2</sub> são elevadas devido à actividade humana, o plantio e a preservação de árvores desempenham um papel fundamental na compensação das emissões e na promoção da sustentabilidade ambiental (Clerici et al., 2016).

A estimativa do Se-CO<sub>2</sub>, em áreas urbanas, é particularmente relevante pois permite mensurar a contribuição dessas árvores para a compensação das emissões de gases de efeito estufa, fornecendo subsídios para políticas de manejo sustentável (Kinnunen et al., 2022). De acordo com Nowak et al. (2014) as árvores plantadas em ambientes urbanos têm o potencial de sequestrar uma quantidade considerável de carbono ao longo de seu ciclo de vida, desde que sejam devidamente mantidas e monitoradas.

Chave et al. (2014) apresentam equações amplamente utilizadas para estimar a biomassa e o S<sub>T</sub>-C em árvores tropicais, considerando o tamanho da árvore e a densidade da madeira. Outro método amplamente utilizado para a estimativa de carbono em áreas urbanas é o uso de ferramentas de modelagem e *software* de simulação, como o *i-Tree*, que permite calcular a quantidade de carbono sequestrado pelas árvores ao longo do tempo com base em dados específicos da localidade, como clima, tipo de solo e espécies arbóreas.

Tigges & Lakes (2017) defendem que o uso dessas tecnologias facilita o monitoramento contínuo do Se-CO<sub>2</sub> em áreas urbanas e fornecem subsídios para a formulação de políticas públicas voltadas à arborização urbana sustentável.

## **2.6. Educação Ambiental e Sensibilização Sobre a Importância da Arborização**

Segundo Kuo et al. (2018) a presença de árvores em escolas pode ser utilizada como uma ferramenta eficaz de conscientização ambiental, incentivando a aprendizagem prática sobre biodiversidade, preservação e os benefícios que as árvores trazem para o ecossistema. A EA quando aliada à arborização, permite que os alunos compreendam de forma mais prática as questões relacionadas à ecologia, tais como o ciclo de carbono, a conservação da biodiversidade e o papel das árvores na mitigação das mudanças climáticas.

As atividades práticas relacionadas ao plantio e cuidado com árvores podem ser incorporadas em diversas disciplinas, estimulando o envolvimento dos alunos com questões ambientais e criando uma consciência ecológica desde cedo (Rahmania, 2024). Punzalan et al. (2020) indicam que essas práticas não só aumentam o conhecimento dos alunos sobre o meio ambiente, mas também estimulam habilidades colaborativas, uma vez que o cuidado com o ambiente escolar arborizado geralmente envolve trabalho em equipe e cooperação.

## 2.7. Políticas Públicas e Gestão da Arborização em Áreas Urbanas

As políticas de arborização são frequentemente integradas a planos de urbanismo que buscam melhorar a qualidade de vida nas cidades, proporcionando espaços verdes que beneficiam tanto o meio ambiente quanto a saúde pública (Kuser, 2007). Kyprianou et al. (2023) destacam que a inclusão de árvores nas áreas urbanas pode ser parte de estratégias de resiliência climática, ajudando a preparar as comunidades para enfrentar os impactos das mudanças climáticas, como ondas de calor e tempestades intensas. Para o caso da arborização nas escolas, Boca & Saraçlı, (2019) ressaltam que iniciativas que visam a arborização nas escolas não apenas melhoram o ambiente escolar, mas também contribuem para a sensibilização e EA dos alunos, preparando-os para se tornarem cidadãos mais conscientes e activos em relação às questões ambientais.

A manutenção contínua das árvores é essencial para garantir que elas cumpram suas funções ecológicas e sociais, no entanto a falta de recursos financeiros e humanos muitas vezes constitui um desafio à manutenção adequada das árvores, resultando em degradação dos espaços verdes e, conseqüentemente, na diminuição de seus benefícios (Mensah, 2014; e Wolch et al., 2014). Bell & Dymont (2008) sugerem que o envolvimento da comunidade na gestão e manutenção das árvores não apenas promove um senso de pertencimento, mas também educa sobre práticas sustentáveis.

## 2.8. Histórico da Arborização em Moçambique

A arborização em Moçambique tem raízes profundas na relação histórica entre as comunidades e o ambiente natural, passando por diversas fases que refletem as transformações sociais, políticas e ecológicas do país. No período pré-colonial, as populações locais mantinham uma convivência harmônica com a natureza, utilizando árvores nativas como o embondeiro (*Adansonia digitata*) e o mopane (*Colophospermum mopane*) para fins alimentares, medicinais, espirituais e de sombreamento (MINAG, 2006). Nessa fase, a arborização não era uma prática institucionalizada, mas sim um reflexo direto da integração entre cultura e ecologia.

Com a colonização portuguesa, especialmente a partir do século XX, iniciou-se uma arborização mais sistematizada nas cidades, inspirada por modelos europeus de planeamento urbano. A introdução de espécies exóticas como o flamboyant (*Delonix regia*), mangueira (*Mangifera indica*) e Ficus benjamina passou a compor o paisagismo de centros urbanos como

Maputo, Beira e Nampula (Macamo et al., 2023). No entanto, essa arborização era altamente desigual e voltada apenas aos bairros coloniais, deixando as zonas periféricas desprovidas de infraestrutura verde (Maloa, 2016; Masquete & Chande, 2022).

Após a independência em 1975, Moçambique enfrentou uma guerra civil que durou até 1992, comprometendo significativamente a gestão ambiental e os espaços urbanos. Nesse período, muitos jardins públicos e áreas arborizadas foram abandonados, e a arborização deixou de ser prioridade nacional (Araújo, 2003). Com o fim do conflito, iniciou-se uma fase de reconstrução onde a arborização voltou ao debate público, sobretudo por meio de projetos de reflorestamento urbano e rural apoiados por organizações como FAO, WWF e GIZ.

A partir dos anos 2000, a arborização urbana começou a ser usada como ferramenta de educação ambiental, principalmente em escolas, com iniciativas como a criação de hortos escolares e clubes ambientais. Estudos mostram que a participação de professores e estudantes em atividades de plantio contribui significativamente para a conscientização ecológica e para o fortalecimento de práticas sustentáveis (Buce et al., 2023).

Na última década, com o aumento da urbanização e os impactos das mudanças climáticas, a arborização passou a desempenhar um papel ainda mais relevante. Além de contribuir para o embelezamento das cidades, as árvores urbanas têm sido reconhecidas como importantes aliadas na mitigação de eventos extremos, como os ciclones Idai e Kenneth, na regulação térmica, na melhoria da qualidade do ar e na promoção do bem-estar urbano (Hansine, 2023). Municípios como Maputo e Lichinga têm procurado incorporar espécies nativas nos projetos de arborização, visando maior adaptação ecológica e funcionalidade (Masquete & Chande, 2022).

Em Lichinga, por exemplo, um levantamento quali-quantitativo mostrou a predominância de espécies exóticas na arborização urbana, indicando a necessidade de políticas públicas voltadas à valorização da flora nativa (Macamo et al., 2023). Em Maputo, uma pesquisa relacionou as ações de arborização à educação ambiental e ao contexto da emergência climática, destacando a importância de sensibilizar a população urbana sobre os benefícios ecológicos e sociais das árvores (Buce et al., 2023).

No âmbito das políticas públicas, a Política Nacional de Urbanização e Estratégia de Implementação (PNUEI) reforça a importância da arborização urbana como elemento estruturante das infraestruturas verdes. A proposta é integrar árvores e corredores ecológicos ao tecido urbano, promovendo cidades mais sustentáveis, resilientes e socialmente inclusivas (MOP, 2020).

## **2.9. Conhecimento Popular Sobre os Benefícios das Árvores no Contexto Moçambicano**

Em Moçambique, o conhecimento popular sobre os benefícios das árvores está profundamente enraizado nas práticas culturais, agrícolas e espirituais das comunidades. Esse saber tradicional, transmitido oralmente de geração em geração, reconhece as árvores como elementos essenciais para a sobrevivência e o bem-estar das populações, especialmente nas zonas rurais e periurbanas (A. A. Siteo & Guedes, 2015).

Diversas espécies arbóreas são valorizadas não apenas pelo fornecimento de frutos, madeira e sombra, mas também por suas propriedades medicinais. Plantas como o canhueiro (*Sclerocarya birrea*), o embondeiro (*Adansonia digitata*) e a casuarina (*Casuarina equisetifolia*) são amplamente utilizadas pelas comunidades para o tratamento de doenças, mostrando a importância do conhecimento etnobotânico local (Adam et al., 2000; E. Siteo & Van Wyk, 2024).

Nas comunidades rurais, as árvores desempenham papéis ecológicos e socioeconômicos relevantes, como a proteção dos solos contra a erosão, a manutenção da fertilidade do solo e a provisão de recursos naturais para construção, alimentação e energia (Kalaba et al., 2009). Além disso, muitas espécies possuem significado espiritual e são utilizadas em rituais tradicionais, reforçando a ligação simbólica entre as pessoas e a natureza (E. Siteo & Van Wyk, 2024).

Mesmo nas áreas urbanas, como na cidade da Beira, muitas pessoas reconhecem os benefícios das árvores na regulação térmica, melhoria da qualidade do ar e embelezamento das paisagens urbanas (Serra et al., 2013). As árvores também são associadas a experiências afetivas e práticas culturais, como o descanso à sombra e a coleta de frutos em tempos de escassez alimentar.

Contudo, apesar dessa valorização, o avanço da urbanização e o desmatamento crescente têm ameaçado tanto a biodiversidade quanto o conhecimento tradicional associado às espécies arbóreas. Nesse contexto, torna-se fundamental promover ações de educação ambiental que valorizem os saberes locais e incentivem o uso sustentável dos recursos naturais (FAO, 2014; A. A. Siteo & Guedes, 2015).

### CAPÍTULO III: ANÁLISE DA ESTRUTURA, DIVERSIDADE E *STOCK* DE CARBONO DAS ÁRVORES NAS ESCOLAS

#### 3.1. Resumo

A arborização urbana consiste no conjunto de áreas públicas ou privadas com vegetação predominantemente arbórea quer natural ou exótica e inclui árvores de ruas, avenidas, parques públicos e escolares. Em Moçambique, são inexistentes ou raros estudos sobre a arborização urbana escolar, o papel que desempenha na sociedade e no ambiente principalmente a nível das escolas do ensino primário e secundário, sendo este estudo precursor não só a nível do país como também a nível de escolas públicas da Cidade da Beira, Sofala, região centro do país, área sistematicamente afectada por eventos ciclónicos graves. O estudo avaliou a estrutura, diversidade das árvores e analisou *stock* de carbono ( $S_T-C$ ) em 23 do Ensino primário e 10 do ensino secundário geral. No Censo foram medidas  $CAP \geq 5$  cm e altura em m. Determinou-se Riqueza, Shannon ( $H'$ ) e Simpson ( $1-D'$ ), IVI, Volume, Biomassa e  $S_T-C$ . As análises estatísticas foram realizadas no Paste4.03, IBM SPSS Statistics V27 e R-Studio. Registaram-se 91 espécies, 46 famílias e 81 géneros, com 13.08% (74 indivíduos) de hábito herbáceo e 86.19% lenhoso (arbusto e árvores) e apenas 21.83% eram nativas. Nas EPs registaram-se 350 indivíduos, 55 espécies, 50 géneros e 37 famílias, enquanto ESGs foram 220 indivíduos, 66 espécies, 62 géneros e 38 famílias. As EPs demonstram diferenças e maior potencial  $S_T-C$  e  $S_e-CO_2$  em relação às ESGs, resultante da maior densidade e cobertura arbórea nas EPs instituições, como evidenciado pelos valores  $B_{AS}$ ,  $S_T-CO_2$  e  $S_e-CO_2$ . Ambos níveis de educação não diferem entre si quanto à média dos DAPs de acordo com o teste U de Mann-Whitney ( $p = 0.093$ ) e alturas ( $p = 0.321$ ). O estudo revelou diferenças significativas na composição da flora entre EPs e EGSs, reflectindo aspectos ecológicos importantes. O trabalho demonstrou o potencial significativo de  $S_T-C$  e  $S_e-CO_2$  nas EPs e EGSs, e que estas contribuem para conforto térmico, bem-estar do aluno, alimentação e para mitigação das mudanças climáticas. Recomenda-se investir em programas que promovam a arborização e diversidade com plantio de espécies nativas adequadas nas escolas e redução de exóticas para minimizar o feito negativo sobre a diversidade local sob risco de comprometer a dinâmica ecológica do ambiente urbano.

**Palavras-chaves:** Arborização urbana escolar, diversidade, sequestro de carbono, Ensino primário e secundário geral.

### 3.2. Introdução

A arborização urbana desempenha um papel crucial na promoção da qualidade de vida em ambientes densamente habitados, como as cidades. As árvores, além de embelezarem e transformarem os espaços urbanos, trazem inúmeros benefícios ecológicos, sociais e culturais. Esses benefícios vão desde a melhoria da qualidade do ar, a regulação da temperatura, até a promoção do bem-estar físico e psicológico (Xu et al., 2024).

Em especial, as escolas, como espaços de formação e desenvolvimento social, se beneficiam directamente da presença de árvores, pois estes ambientes naturais contribuem tanto para o bem-estar dos alunos e professores quanto para a EA (Conceição et al., 2016). Nas últimas décadas, a arborização escolar tem recebido crescente atenção por seu potencial em melhorar o ambiente escolar, tornando-o mais saudável e agradável. Dessa forma, influenciando a percepção de bem-estar dos alunos e professores, fortalecendo uma conexão entre as pessoas e o meio ambiente que os cerca (Fraga et al., 2021; Moraes et al., 2019).

Na Cidade da Beira, uma das maiores cidades de Moçambique, as condições ambientais e urbanísticas desafiam a manutenção e o manejo de áreas verdes, especialmente em escolas públicas. A arborização dessas escolas pode variar em termos de diversidade, estrutura e benefícios proporcionados à comunidade escolar. No entanto, estudos que avaliem qualitativa e quantitativamente a arborização das escolas públicas da cidade, relacionando-a com aspectos socioeconómicos e culturais, ainda são bastante escassos. A necessidade de compreender como a arborização contribui para o Se-CO<sub>2</sub>, para a melhoria do ambiente escolar e para o bem-estar dos alunos e professores torna-se, portanto, urgente.

Neste contexto, o presente capítulo tem como objectivos, caracterizar as espécies arbóreas quanto à sua estrutura e diversidade nas escolas públicas primárias e secundárias. Referir que os estudos com uma compreensão mais ampla da diversidade de árvores urbanas e padrões de variação espacial nas escolas oferecer evidências necessárias para respaldar referências heurísticas e ajudar os profissionais locais a direccionar melhor os esforços de diversidade de árvores e a importância destas para a melhoria do ambiente escolar.

### 3.2.1 Perguntas de pesquisa

- (i) As escolas públicas da Cidade da Beira no nível do ensino primário e ensino secundário apresentam similaridades na composição e diversidade florística?
- (ii) Existem similaridades na estrutura horizontal e vertical das escolas publicas do ensino primário e secundário na cidade da Beira?
- (iii) As escolas públicas da Cidade da Beira apresentam a relação de 10/20/30 proposto por Frank Santamour (1990)?
- (iv) Escolas do ensino primário contém maior biomassa, armazenam maior quantidade de carbono, participando significativamente no sequestro de carbono comparativamente com as do ensino secundário?

### 3.3. Material e método

#### 3.3.1. Enquadramento Geográfico da Área de Estudo

A cidade da Beira, segunda maior cidade do país, é a capital da província e localiza-se na Baía de Sofala, região centro de Moçambique. Possui uma superfície total estimada em 633 km<sup>2</sup> e faz fronteira a Norte e Oeste com o Distrito de Dondo a Leste com o Oceano Índico e a Sul com o distrito do Búzi (figura 1). A cidade situa-se numa região pantanosa, junto ao estuário do rio Pungue e sobre alinhamentos de dunas costeiras.

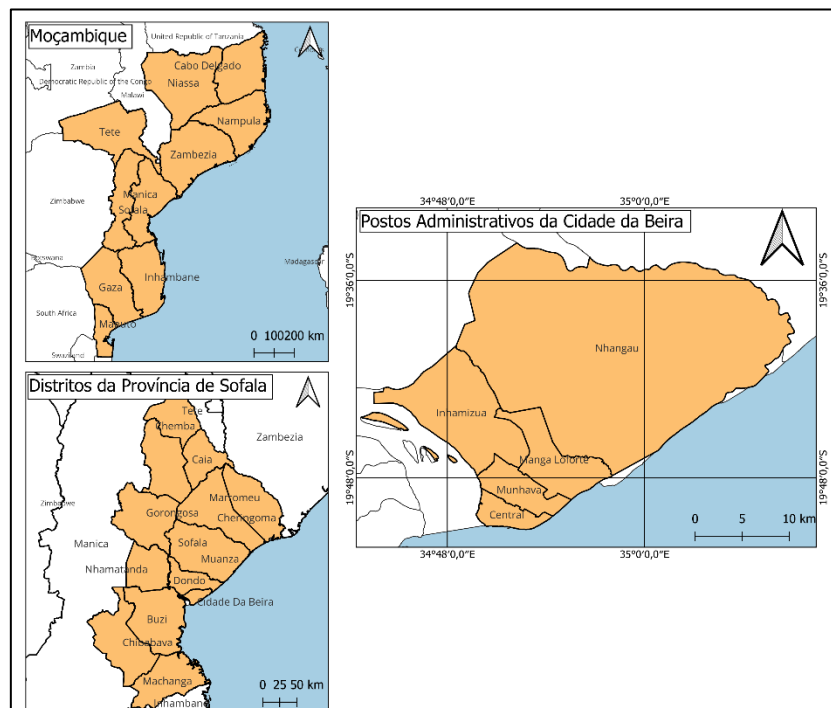


Figura 1: Enquadramento geográfico da área de estudo; Fonte: elaborado pela autora, 2024.

### 3.3.2. Clima

De acordo com a nomenclatura de Köppen e Geiger o clima da Cidade da Beira é classificado como Aw (Tropical de Savana), caracterizado por duas estações, verões quentes e chuvosos e invernos secos. A temperatura média anual observada é 24.7 °C. Todos os anos, ocorre uma precipitação aproximada de 935 mm. Devido à sua proximidade do equador, é bastante difícil delinear com precisão os verões (<https://pt.climate-data.org/africa/mocambique/sofala/beira-3189/climate-table>). A quantidade de precipitação é a mais baixa no mês de Agosto, com apenas 14 mm. A quantidade máxima de precipitação é observada durante o mês de Janeiro, exibindo um valor médio de 207 mm.

### 3.3.3. Hidrologia

A cidade da Beira e arredores explica-se principalmente pela sua localização na planície litoral de inundação, onde convergem influências de natureza oceânica e fluvial (Ministério da Administração Estatal, 2013). Os rios Buzie Púngoé, nascem em regiões montanhosas de Manica e do Zimbabwe, atravessam uma planície fluvial de mais de 400 km de extensão desaguam na Baía de Sofala, contribuindo para a dinâmica da baía resultante da deposição de materiais de predominância silto-argilosos e arenosos (Francisco et al., 2019). Com a exceção da grande vala de drenagem do Chiveve, a maior da região urbana da cidade da Beira não é atravessada por nenhuma linha de água natural, contudo as condições hidrológicas da cidade foram modificadas profundamente pela crescente intervenção humana na cidade.

### 3.3.4. Hidrogeologia

A região da Beira caracteriza-se como planície aluvionar arenosa, que pode conter água subterrânea a pequena profundidade, ao longo dos vales principais e na faixa costeira. Os numerosos lagos e lagoas temporárias ocupam leitos argilosos com estratos aluviais argilosos e arenosos devido à proximidade do lençol freático na superfície do solo. A proximidade com o mar, expõe o lençol freático à fenómenos de intrusão salina tornando salubre e impróprio para uso doméstico ou agrícola (Ramalho & Fernandes, 2018).

### 3.3.5. Relevo e Topografia

A Cidade da Beira encontra-se sobre a planície do litoral, onde as costas altimétricas variam entre 6 e 20 metros de altitude, com um declive médio suave onde predominam alternâncias de depósitos argilosos e arenosos (Matope, 2023).

### 3.3.6. Flora

Apesar de a formação florestal de miombo ser amplamente distribuída em regiões centrais e setentrionais de Moçambique, incluindo áreas do interior da provincia de Sofala, esta fitofisionomia não é característica da Cidade da Beira. O miombo corresponde a florestas abertas, dominadas por espécies dos géneros *Brachystegia*, *Julbernardia* e *Isoberlinia*, ocorrendo predominantemente em altitudes médias e em solos bem drenados (Campbell, 1996; White, 1983).

A cidade da Beira, por sua vez, encontra-se em uma planície costeira, com forte influência estuarina e condições edáficas e hidrológicas distintas, que favorecem o desenvolvimento de formações vegetais como manguezais, savanas litorâneas e vegetação secundária (Hatton et al., 2001). Adicionalmente, o processo de urbanização resultou na introdução de diversas espécies exóticas, configurando uma paisagem modificada. Dessa forma, embora o miombo esteja presente em áreas próximas, não representa a formação florestal predominante no contexto urbano da Beira.

A cadeia de dunas foi o foco inicial da urbanização da Beira nos princípios do ano 1900, hoje a maior parte desta cadeia de dunas é completamente urbanizada com uma estrada costeira que se estende ao longo da crista da duna onde foram plantadas Casuarinas (conhecidas localmente como "Macúti") e em baixo há capim e ervas. Onde é estável, a duna frontal está coberta de vegetação dominada por plantas rasteiras e ervas tais como *Canavalia marítima*, *Cucumis sp.*, *Ipoamea pes-capre*, *Sporobolus virginicus* (espécie de erva) e *Cyperus spp.*

A camada de capim que cobre essas zonas inclui a *Setaria sp.* e várias espécies de *Panicaceae* e *Andropogoneae*. Imensas marras de muchen são típicas destas planícies e são cobertas de espécies como *Euphorbia sp.*, *Euclea sp.*, *Ximenia americana*, *Phoenix reclinata* (palmeira), etc. Estas planícies podem igualmente possuir comunidades de *Euphorbia sp.*, *Salvadora*

*persia*, *Kadaba kirkii*, *Thylacium africanum*, *Epaltes alata* e *Acanthaceae* (Ministério da Administração Estatal, 2013).

### **3.3.7. Fauna**

A fauna da cidade da Beira é caracterizada por uma grande diversidade, reflexo da variedade de ecossistemas presentes, como áreas urbanas, manguezais e zonas costeiras. Entretanto, a caça tem impactado a presença de grandes mamíferos, tornando-os menos comuns na região. Dentro do perímetro urbano, a diversidade de aves é limitada principalmente ao Pardal doméstico (*Passer motitensis*) e ao Corvo Malhado (*Corvus albus*). No entanto, os pântanos ao redor da cidade, os mangais e as áreas sujeitas à influência das marés oferecem um habitat propício para uma variedade de aves, incluindo aves pernaltas e andorinhas-do-mar. Entre as espécies mais comuns, destacam-se o *Euplectes orix* (Red Bishop), a *Egretta garzeta* (Little egret) e a *Chlidonias hybrida* (Whiskered Tern) (Ministério da Administração Estatal, 2013).

### **3.3.8. População e Actividade Económica**

A população da Cidade de Beira é constituída principalmente pelas etnias do povo Sena e Nduu. De acordo com o IV Censo Geral Populacional e Habitacional, a Cidade da Beira é a quarta cidade mais populosa do país, com cerca de 592.090 habitantes (INE, 2019). A Cidade apresentou durante anos, um lento progresso, dada a debilidade da rede de estradas e guerra Civil dos 16 anos, contudo na década de 90, as vias de comunicação da região começaram a desenvolver-se, com o exemplo do Corredor da Beira, o que atraiu investimentos consideráveis para a região.

### **3.3.9. Rede Escolar da Cidade da Beira**

A rede Escolar Pública, o distrito conta com um total de 70 escolas, das quais, 57 Primárias, 10 Secundárias, 2 Institutos de Formação de Professores e 1 Instituto Industrial e comercial (Tabela 1). Ao nível de rede Escolar Privada, estão em funcionamento 53 Instituições de ensino particular, dos quais 9 são comunitárias (Governo do Distrito da Beira, 2023).

Tabela 1: Escolas Públicas do Município da Beira por Postos Administrativos

<b>Postos administrativos</b>				
<b>Escolas Básicas</b>				
<b>Central</b>	<b>Munhava</b>	<b>Manga Loforte</b>	<b>Inhamízia</b>	<b>Nhangau</b>
EP Macúti	EP Muchatazina	EP Ndunda	EP Nova Chamba I	EP de Nhangau

**DIVERSIDADE, ESTRUTURA E BENEFÍCIOS DAS ÁRVORES NAS ESCOLAS PÚBLICAS DA CIDADE DA BEIRA**

EP 7 de Abril	EP Munhava Matope	EP Muabvi II	EP Unidade	EP de Njalane
EP 1 de Junho	EP Vaz	EP Mungassa	EP 3 de Fevereiro Manga	EP Chonja
EP Macurungo	EP Chota	EP Manga Loforte	EP Cerâmica	EP Nhassassa
EP 12 de Outubro	EP Milha 3	EP Josina Machel	EP Massange	EP Nhangoma
EP Palmeiras	EP Macombe	EP Aeroporto	EP Matadouro	EP Nhakamba
EP Matacuane	EP Pioneiros	EP Muabvi I	EP Nova Chamba II	EP Casa Partida
EP Agostinho Neto	EP 25 de Junho		EP Cerâmica Terminal	
EP Eduardo Mondlane	EP Munhava Central		EP Monomotapa	
EP Especial Nº 3	EP Amilcar Cabral		EP 11 de Novembro	
EP Esturro	EP Mulheres Macombe		EP Maguiguane	
EP Heróis Moçambicanos			EP Manga	
EP Deficientes Visuais			EP 1º de Maio	
			EP Antiga Emissora	
			EP Moçambique Industrial	
			EP Inhamizua	
			EP Julius Nyerere	
<b>Escolas Secundárias</b>				
ESG Ponta Gêa	ESG Muchatazina	ESG Marocanha	ESG1 Matadouro	ESG de Nhangau
ESG Estoril			ESG Manga	
ESG Samora M. Machel			ESG 25 de Setembro	
ESG Mateus S. Mutemba				
<b>Outras Instituições de Ensino</b>				
Escola Industrial e Comercial			Instituto de Formação de Professores de Inhamizua - IFP	
			Instituto de Formação de Educadores de Adultos - IFEA	

Fonte: Serviços Distritais de Educação, Juventude e Tecnologia da Beira. (Dados obtidos em Julho de 2024 mediante pedido formal.).

### 3.3.10. Colecta de Dados

Os dados foram colectados entre 8 de Fevereiro à 22 de Maio de 2024, em 33 escolas públicas da Cidade da Beira, sendo 23 EPs (Escolas Primárias) e 10 ESGs (Escolas Secundárias Gerais),

distribuídas pelos 5 Postos Administrativos que compõem a urbe. conforme é demonstrado na figura 2.

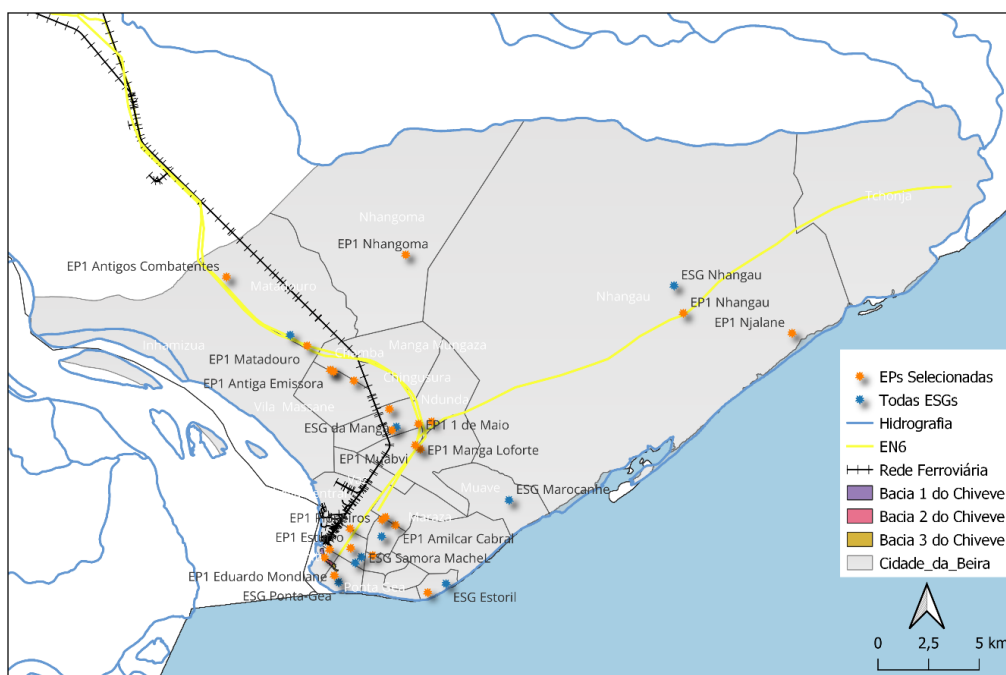


Figura 2: Escolas seleccionadas para pesquisa; Fonte: Elaborado pela autora.

O critério de selecção das escolas foi baseado em amostragem aleatória, de modo que todas as escolas tiveram igual chance de serem incluídas no estudo. Essa abordagem buscou assegurar a representatividade dos dados colectados para cada posto administrativo.

A realização do trabalho de colecta de dados nas escolas seguiu uma série de procedimentos, inicialmente, obteve-se a credencial emitida pela Faculdade de Agronomia e Ciências Florestais (FAEF) (anexo 1), que foi posteriormente apresentada aos Serviços Distritais de Educação do Distrito da Beira.

Após submissão da credencial, os Serviços Distritais da Educação do Distrito da Beira emitiram uma outra credencial (anexo 2) que foi apresentada às escolas visitadas, por sua vez, o Departamento de Planificação disponibilizou o mapa de todas as escolas públicas do distrito. Nas escolas visitadas, a carta foi submetida à direcção escolar, que emitiu um protocolo de recebimento. Esse protocolo incluía um prazo de até três dias para a resposta da direcção. No dia indicado para a resposta, apresentava-se o protocolo devidamente carimbado pela escola e, em seguida, agendava-se o dia para a colecta dos dados.

A colecta dos dados envolveu a realização de entrevistas e do levantamento arbóreo no mesmo dia. As discussões e aplicação de formulários ocorreu, predominantemente, nos dias destinados às reuniões de turma, às quartas-feiras.

### 3.3.11. Dados Quantitativos

Na colecta de dados arbóreos, foram utilizadas fichas de campo para o registo de dados (apêndice A), um bastão de 3m para medição de altura das árvores, o aplicativo GPS *trees* para georreferenciação de cada árvore e arbustos, fita métrica para a medição do perímetro da copa a 1.30 m do solo, e câmara fotográfica para recolha de imagens no terreno. posteriormente, converteu-se o PAP para DAP usando a fórmula de conversão do perímetro de círculo à diâmetro (Eisenlohr et al., 2015).

Para classificar os arbustos por porte aplicaram-se as classes adaptados por De Falce et al., (2019). Os dados de altura total, altura do tronco e DAP foram adaptados de acordo com as classes sugeridas por Macamo et al. (2023).

### 3.3.12. Dados Qualitativos

A metodologia empregada no levantamento arbóreo foi Censo nas escolas visitadas, onde foram medidas com fita métrica todas as árvores a nível de circunferência à altura do peito ( $CAP \geq 5$  cm) em centímetros e altura em metros. Todos os indivíduos foram identificados ao nível de espécie e foram registados dados fotográfico, anotações morfológicas da planta, como: as características de seus órgãos vegetativos (tipo de folha e filotaxia foliar) e reprodutivos (ocorrência de flores e frutos) para facilitar a posterior identificação, com recursos à literatura específica (Gibbs Russell et al., 1990; Palmer & Pitman, 1973; South, 1997). A proveniência das espécies (nativas e exótica) foi mediante consulta de artigos e visita ao portal *Flora of Mozambique*. A avaliação da fitossanidade das espécies arbóreas foi realizada de forma visual, considerando seu aspecto físico, seguindo a proposta dos Santos et al., (2015) e Macamo et al., (2023). Quanto a necessidade de poda as espécies vegetais foram analisadas de acordo a metodologia de Crispim et al., (2017).

### 3.3.13. Análise de Dados

Os dados referentes à arborização foram organizados numa planilha Microsoft Excel 365. Os parâmetros de diversidade (Simpson e Shanon) foram calculados com recurso ao softwares

Past4.03. As demais análises foram efectuadas no IBM SPSS Statistics V27 e R. Para análise da riqueza e diversidade de espécies nas Escolas Primárias (EPs) e Escolas Secundárias Gerais (ESGs) envolveu o uso da rarefacção e a Série de Hill (Melo, 2008). A rarefacção foi usada para padronizar o número de espécies amostradas ( $q=0$ ), permitindo comparar a riqueza entre diferentes grupos. A diversidade foi medida pelos índices de  $H'$  ( $q=1$ ) e  $1-D'$  ( $q=2$ ), que avaliaram a heterogeneidade e a dominância das espécies nas comunidades (Melo, 2008).

Para estimar e comparar a diversidade de espécies entre as escolas utilizou-se uma medida não paramétrica de diversidade, o Índice de Simpson e shanon (Magurran, 2011). Foram calculados também parâmetros fitossociológicos de estrutura horizontal, onde a unidade amostral de medição da dominância e abundância foi a escola. Os parâmetros foram medidos a partir de consulta de McCarthy & Magurran (2004):

Equação 1: Conversão do PAP (Perímetro a Altura do Peito) em DAP

$$DAP = PAP/\pi$$

Em que:

DAP = Diâmetro a Altura do Peito

PAP = Perímetro a Altura do Peito (1,30 m)

$\pi$  = Valor de pi (3,14)

- (i) A abundância absoluta ( $AbA$ ) expressa o número de indivíduos de uma determinada espécie por unidade de área. Abundância relativa ( $AbR$ ) é a proporção do número de indivíduos de uma espécie em relação ao total de indivíduos de todas as espécies.

Equação 2: Abundância Absoluta

$$AbAi = ni;$$

Equação 3: Abundância Relativa

$$AbRi = AbAi / Ni * 100;$$

Em que:

$Abai$  = Abundância absoluta da  $i$ -ésima espécie, número de indivíduos por área;

$ni$  = número de indivíduos da  $i$ -ésima espécie na área;

$AbRi$  = Abundância relativa (%) da  $i$ -ésima espécie;

$Ni$  = Total de indivíduos levantados

- (ii) A dominância absoluta (DA) caracteriza a área basal total de uma espécie por unidade de área. A dominância Relativa (DR) é a proporção da área basal de uma espécie em relação ao total da área basal de todas as espécies.

Equação 4: Dominância Absoluta

$$DoAi = \sum(DAP^2 * \frac{\pi}{400})$$

Em que:

DoAi = dominância absoluta da i-ésima espécie;

ABi = área basal da i-ésima espécie, em m<sup>2</sup>, na área amostrada;

DoRi = dominância relativa (%) da i-ésima espécie;

DoT = dominância total (soma das dominâncias de todas as espécies).

Equação 5: Dominância relativa

$$AB = \sum(DoAi)$$

$$DoRi = DoAi / AB * 100$$

- (iii) A frequência absoluta (FrA) expressa o número de ocorrências de uma determinada espécie nas áreas. A frequência relativa (FrR) é a proporção da frequência de uma espécie em relação à soma das frequências de todas as espécies.

Equação 6: Frequência absoluta  
relativa

$$FAi = (ui/ut) * 100;$$

Em que:

FAi = frequência absoluta da i-ésima espécie na comunidade vegetal;

FRi = frequência relativa da i-ésima espécie na comunidade vegetal;

ui = número de unidades amostrais em que a i-ésima espécie ocorre;

ut = número total de escolas levantadas;

P = Número de espécies levantadas.

Equação 7: Frequência

$$Fri = (FAi / \sum_{i=1}^P FAi) * 100$$

- (i) O Valor de Importância (IV) combinação de densidade relativa, frequência relativa e dominância relativa para avaliar a importância ecológica de uma espécie em uma comunidade.

Equação 8: Índice de Valor de Importância  
Percentual

$$IVi = DRi + DoRi + FRi;$$

Em que:

IVI = Índice Valor de Importância absoluto

VI% = Valor de Importância relativo

DRi = densidade relativa (%) da i-ésima espécie;

FRi = frequência relativa da i-ésima espécie na comunidade vegetal;

DoRi = dominância relativa (%) da i-ésima espécie.

Equação 9: Valor de Importância

$$IVI(\%) = VI/3$$

Para avaliar o estado fitossanitário o teste exacto de Fisher demonstrou ser o ideal para tabelas 2x2 quando as frequências esperadas foram pequenas, isto é, menos de 5. Para se comparar os resultados da necessidade de poda, qualidade da copa e qualidade do tronco entre as categorias de escolas, foi aplicado o teste  $\chi^2$  de Person com correlação de continuidade de Yates, uma vez que, a tabela 2x2 de frequências esperadas apresentou valores razoavelmente maiores que 5.

A estimação do S<sub>t</sub>-C consistiu na aplicação dos seguintes cálculos:

Equação 10: Volume total da árvore

$$V_T = \frac{\pi}{4} \left( \frac{DAP}{100} \right)^2 H * f$$

Onde:

$V_T$  = Volume total da árvore (m<sup>3</sup>)  
DAP = Diâmetro à altura do peito (cm)  
H = Altura total da árvore (m)  
f = factor de forma (0.65)

Equação 11: Biomassa Acima do Solo

$$BAS = V_T \times \delta$$

Em que:

BAS = Biomassa acima do solo (kg)  
 $V_T$  = Volume total da árvore (m<sup>3</sup>)  
 $\delta$  = Densidade da madeira (kg/m<sup>3</sup>)

Equação 12: Stock de carbono

$$C = B_{AS} \times 0.47$$

Onde:

$B_{AS}$  = Biomassa acima do solo (kg)  
0.47 = Factor de conversão de biomassa

Equação 13: Sequestro de carbono

$$CO_2 = C * 3.67$$

Em que:

C = *Stock* de carbono (kg)  
3.67 = factor de conversão para CO<sub>2</sub>

### 3.4. Resultados

#### 3.4.1. Composição Florística e Dominância das Famílias nas EPs e ESGs

No total foram levantados 568 indivíduos, referentes a 91 espécies, 81 gêneros e 46 famílias, onde 13.03% eram de hábito herbáceo, 86.63% lenhoso, 0.35% epífitas, de todas apenas 21.83% eram nativas, das quais 84.58% encontravam-se nas EPs. No geral, as famílias com maior número de espécies foram *Fabaceae* (7), *Arecaceae* (5), *Euphorbiaceae* (5), *Moraceae* (5), *Poaceae* (5) (apêndice B).

Nas EPs foram inventariados 348 indivíduos 9, distribuídos em 54 espécies e 37 famílias, das quais 85.19% eram exóticas (tabela 02). Neste nível de ensino, as famílias com maior número de indivíduos por espécies foram a *Fabaceae* (112), *Anacardiaceae* (99) e *Moringaceae* (28). As famílias com maior número de espécies foram a *Fabaceae* (4), *Moraceae* (4), *Arecaceae*

**DIVERSIDADE, ESTRUTURA E BENEFÍCIOS DAS ÁRVORES NAS ESCOLAS  
PÚBLICAS DA CIDADE DA BEIRA**

(3) *Begoniaceae* (3), *Crassulaceae* (3), *Euphorbiaceae* (3), *Anacardiaceae* (2), *Annonaceae* (2), *Asparagaceae* (2) e *Musaceae* (2).

Tabela 2: Lista florística das espécies de plantas levantadas nas EPs

Nº	Especie	Familia	Habito/Tipo	Origem
1	<i>Adansonia digitata</i>	Malvaceae	Árvore	Nativa
2	<i>Aloe vera</i>	Asphodelaceae	Suculenta/Herbácea	Exótica
3	<i>Anacardium occidentale</i>	Anacardiaceae	Árvore	Exótica
4	<i>Annona reticulata</i>	Annonaceae	Árvore	Exótica
5	<i>Annona squamosa</i>	Annonaceae	Árvore	Exótica
6	<i>Begonia palmata</i>	Begoniaceae	Herbácea	Exótica
7	<i>Borassus aethiopum</i>	Arecaceae	Árvore	Exótica
8	<i>Bougainvillea glabra</i>	Nyctaginaceae	Trepadeira	Exótica
9	<i>Carica papaya</i>	Begoniaceae	Árvore	Exótica
10	<i>Cerbera manghas</i>	Apocynaceae	Árvore	Exótica
11	<i>Citrus limon</i>	Rutaceae	Árvore	Exótica
12	<i>Citrus reticulata</i>	Rutaceae	Árvore	Exótica
13	<i>Crassula ovata</i>	Crassulaceae	Suculenta	Exótica
14	<i>Crassula volkensii</i>	Crassulaceae	Suculenta	Exótica
15	<i>Crinum asiaticum</i>	Amaryllidaceae	Herbácea	Exótica
16	<i>Croton</i>	Euphorbiaceae	Arbusto/Árvore	Exótica
17	<i>Curatella americana</i>	Dilleniaceae	Árvore	Exótica
18	<i>Delonix regia</i>	Fabaceae	Árvore	Exótica
19	<i>Dracaena trifasciata</i>	Asparagaceae	Herbácea	Nativa
20	<i>Dypsis lutescens</i>	Arecaceae	Árvore	Exótica
21	<i>Echeveria elegans</i>	Crassulaceae	Suculenta	Exótica
22	<i>Episcia cupreata</i>	Gesneriaceae	Herbácea	Exótica
23	<i>Eucalyptus sp</i>	Musaceae	Árvore	Exótica
24	<i>Euphorbia elegans</i>	Euphorbiaceae	Suculenta	Exótica
25	<i>Ficus benjamina</i>	Moraceae	Árvore	Exótica
26	<i>Ficus elastica</i>	Moraceae	Árvore	Exótica
27	<i>Ficus sycomorus</i>	Moraceae	Árvore	Nativa
28	<i>Justicia gendarussa</i>	Acanthaceae	Arbusto	Exótica
29	<i>Kirkia sp</i>	Kirkiaceae	Árvore	Nativa
30	<i>Lathyrus odoratus</i>	Fabaceae	Trepadeira	Exótica
31	<i>Lonchocarpus sericeus</i>	Fabaceae	Árvore	Exótica
32	<i>Mangifera indica</i>	Anacardiaceae	Árvore	Exótica
33	<i>Manilkara obovata</i>	Sapotaceae	Árvore	Exótica
34	<i>Moringa oleifera</i>	Moringaceae	Árvore	Exótica
35	<i>Morus nigra</i>	Moraceae	Árvore	Exótica
36	<i>Musa sp</i>	Musaceae	Herbácea	Exótica
37	<i>Ocimum tenuiflorum</i>	Lamiaceae	Herbácea	Exótica
38	<i>Oxalis triangularis</i>	Oxalidaceae	Herbácea	Exótica
39	<i>Paspalum denticulatum</i>	Poaceae	Gramínea	Exótica
40	<i>Philodendron tortum</i>	Araceae	Herbácea	Exótica

**DIVERSIDADE, ESTRUTURA E BENEFÍCIOS DAS ÁRVORES NAS ESCOLAS PÚBLICAS DA CIDADE DA BEIRA**

41	<i>Pinus elliottii</i>	Pinaceae	Árvore	Exótica
42	<i>Polyscias paniculata</i>	Arecaceae	Árvore	Exótica
43	<i>Populus sp</i>	Salicaceae	Árvore	Exótica
44	<i>Psidium guajava</i>	Myrtaceae	Árvore	Exótica
45	<i>Punica granatum</i>	Lythraceae	Arbusto/Árvore	Exótica
46	<i>Ricinus communis</i>	Euphorbiaceae	Arbusto	Nativa
47	<i>Sansevieria zeylanica</i>	Asparagaceae	Herbácea	Nativa
48	<i>Sedum sp</i>	Begoniaceae	Suculenta	Exótica
49	<i>Senna siamea</i>	Fabaceae	Árvore	Exótica
50	<i>Stenotaphrum secundatum</i>	Poaceae	Gramínea	Exótica
51	<i>Strychnos spinosa</i>	Loganiaceae	Árvore	Nativa
52	<i>Terminalia catappa</i>	Combretaceae	Árvore	Exótica
53	<i>Trichilia emetica</i>	Meliaceae	Árvore	Nativa
54	<i>Zizyphus mauritiana</i>	Rhamnaceae	Árvore	Exótica

Nas ESGs foram inventariados 220 indivíduos, distribuídos em 66 espécies e 39 famílias, das quais apenas 12.12% eram nativas (tabela 03). Neste nível de ensino, as famílias com maior número de indivíduos foram a *Fabaceae* (86), *Moraceae* (22), *Rhamnaceae* (13), *Moringaceae* (12), *Rutaceae* (9), *Poaceae* (8), *Arecaceae* (5) e *Myrtaceae* (5). As famílias com maior número de espécies foram a *Fabaceae* (6), *Poaceae* (6), *Arecaceae* (4), *Asparagaceae* (4), *Moraceae* (4), *Apocynaceae* (3), *Bogoniaceae* (3), *Malvaceae* (3), *Amaryllidaceae* (2) e *Anacardiaceae* (2).

Tabela 3: Lista florística das espécies de plantas levantadas nas ESGs

Nº	Especie	Familia	Habito/Tipo	Origem
1	<i>Acalypha wilkesiana</i>	Euphorbiaceae	Arbusto	Exótica
2	<i>Adansonia digitata</i>	Malvaceae	Árvore	Nativa
3	<i>Allamanda cathartica</i>	Apocynaceae	Arbusto/Trepadeira	Exótica
4	<i>Alsophila manniana</i>	Cyatheaceae	Samambaia arbórea	Nativa
5	<i>Anacardium occidentale</i>	Anacardiaceae	Árvore	Exótica
6	<i>Anadenanthera colubrina</i>	Fabaceae	Árvore	Exótica
7	<i>Begonia palmata</i>	Begoniaceae	Herbácea	Exótica
8	<i>Bougainvillea glabra</i>	Nyctaginaceae	Trepadeira	Exótica
9	<i>Carica papaya</i>	Begoniaceae	Árvore	Exótica
10	<i>Chlorophytum comosum</i>	Asparagaceae	Herbácea	Nativa
11	<i>Cissus</i>	Vitaceae	Trepadeira	Exótica
12	<i>Citrus limon</i>	Rutaceae	Árvore	Exótica
13	<i>Citrus sinensis</i>	Rutaceae	Árvore	Exótica
14	<i>Clitoria fairchildiana</i>	Fabaceae	Árvore	Exótica
15	<i>Cocos nucifera</i>	Arecaceae	Árvore	Exótica
16	<i>Crinum asiaticum</i>	Amaryllidaceae	Herbácea	Exótica
17	<i>Crinum latifolium</i>	Amaryllidaceae	Herbácea	Exótica
18	<i>Cymbopogon</i>	Poaceae	Gramínea	Exótica

**DIVERSIDADE, ESTRUTURA E BENEFÍCIOS DAS ÁRVORES NAS ESCOLAS  
PÚBLICAS DA CIDADE DA BEIRA**

19	<i>Dalbergia boehmii</i>	Fabaceae	Arbusto/Árvore	Nativa
20	<i>Daphne laureola</i>	Thymelaeaceae	Arbusto	Exótica
21	<i>Delonix regia</i>	Fabaceae	Árvore	Exótica
22	<i>Dracaena trifasciata</i>	Asparagaceae	Herbácea	Nativa
23	<i>Dypsis lutescens</i>	Arecaceae	Árvore	Exótica
24	<i>Elaeis guineensis</i>	Arecaceae	Árvore	Nativa
25	<i>Epipremnum aureum</i>	Araceae	Trepadeira	Exótica
26	<i>Episcia cupreata</i>	Gesneriaceae	Herbácea	Exótica
27	<i>Eucalyptus sp</i>	Musaceae	Árvore	Exótica
28	<i>Eugenia brasiliensis</i>	Myrtaceae	Árvore	Exótica
29	<i>Euphorbia tithymaloides</i>	Euphorbiaceae	Arbusto/Suculenta	Exótica
30	<i>Ficus benjamina</i>	Moraceae	Árvore	Exótica
31	<i>Ficus elastica</i>	Moraceae	Árvore	Exótica
32	<i>Ficus variegata</i>	Moraceae	Árvore	Exótica
33	<i>Furcraea foetida</i>	Asparagaceae	Suculenta	Exótica
34	<i>Grammitis sp</i> <i>Graptopetalum</i>	Polypodiaceae	Samambaia	Exótica
35	<i>paraguayense</i>	Begoniaceae	Suculenta	Exótica
36	<i>Helianthus tuberosus</i>	Asteraceae	Herbácea	Exótica
37	<i>Hibiscus moscheutos</i>	Malvaceae	Herbácea	Exótica
38	<i>Lagerstroemia indica</i>	Lythraceae	Árvore	Exótica
39	<i>Lomariopsis marginata</i>	Lomariopsidaceae	Samambaia	Exótica
40	<i>Lonchocarpus sericeus</i>	Fabaceae	Árvore	Exótica
41	<i>Magnolia sp</i>	Magnoliaceae	Árvore	Exótica
42	<i>Malpighia emarginata</i>	Magnoliaceae	Arbusto/Árvore	Exótica
43	<i>Mangifera indica</i>	Anacardiaceae	Árvore	Exótica
44	<i>Melia azedarach</i>	Malvaceae	Árvore	Exótica
45	<i>Moringa oleifera</i>	Moringaceae	Árvore	Exótica
46	<i>Morus nigra</i>	Moraceae	Árvore	Exótica
47	<i>Musa sp</i>	Musaceae	Herbácea	Exótica
48	<i>Oxalis triangularis</i>	Oxalidaceae	Herbácea	Exótica
49	<i>Paspalum denticulatum</i>	Poaceae	Gramínea	Exótica
50	<i>Pennisetum clandestinum</i>	Poaceae	Gramínea	Nativa
51	<i>Persea americana</i>	Lauraceae	Árvore	Exótica
52	<i>Phalaenopsis sp</i>	Orchidaceae	Epífita/Herbácea	Exótica
53	<i>Philodendron tortum</i>	Araceae	Herbácea	Exótica
54	<i>Plumeria rubra</i>	Apocynaceae	Arbusto/Árvore	Exótica
55	<i>Polypogon monspeliensis</i>	Poaceae	Gramínea	Exótica
56	<i>Polyscias paniculata</i>	Arecaceae	Árvore	Exótica
57	<i>Primula denticulata</i>	Primulaceae	Herbácea	Exótica
58	<i>Psidium guajava</i>	Myrtaceae	Árvore	Exótica
59	<i>Punica granatum</i>	Lythraceae	Arbusto/Árvore	Exótica
60	<i>Sacoglottis sp</i>	Humiriaceae	Árvore	Exótica
61	<i>Sansevieria zeylanica</i>	Asparagaceae	Herbácea	Nativa
62	<i>Senna siamea</i>	Fabaceae	Árvore	Exótica

63	<i>Stenotaphrum secundatum</i>	Poaceae	Gramínea	Exótica
64	<i>Tetrastigma sp</i>	Vitaceae	Trepadeira	Exótica
65	<i>Thevetia peruviana</i>	Apocynaceae	Arbusto/Árvore	Exótica
66	<i>Zizyphus mauritiana</i>	Rhamnaceae	Árvore	Exótica

As EPs com maior riqueza de espécies foram: a EP 25 de Junho (22), EP Julius Nyerere (16) e EP Amilcar Cabral (11), e as com menor riqueza de espécies foram EP Antiga Emissora, EP Manga, EP Mulheres Macombe e EP Ndunda, todas com apenas uma espécie em cada. As ESGs com maior riqueza de espécies são a ESG Estoril (15), ESG Samora Machel (9) e ESG Ponta-Gêa (9), e as com menor riqueza de espécies ESG Nhangau (3) e ESG Marocanha (1). Os coeficientes de similaridade entre EPs e ESGs foram para  $J' = 0.318$  e  $S' = 0.483$ , indicando uma baixa a moderada similaridade entre as escolas.

### 3.4.2. Diversidade de Espécies

As EPs apresentaram maior número de indivíduos arbóreos, as ESGs indicaram maior valor numérico de diversidade medido pelos índices de Simpson ( $1-D' = 0.903$ ) e Shannon ( $H' = 2.722$ ), o que significa que a distribuição das espécies nessas escolas é mais uniforme, sugerindo um ambiente mais equilibrado em relação à distribuição das espécies por número de indivíduos.

De acordo com a figura 3, os valores numéricos revelam que a ESGs tem uma riqueza maior (66 espécies) e que difere das EPs com valor inferior na riqueza (54 espécies), e segundo a *Interpolation and extrapolation* de espécies através da análise da diversidade de Hill, a comparação entre riqueza resultou em diferenças estatisticamente significativas (sem interceptação dos níveis de confiança) para a interpolação assim como extrapolação da riqueza de espécies ( $q = 0$ ).

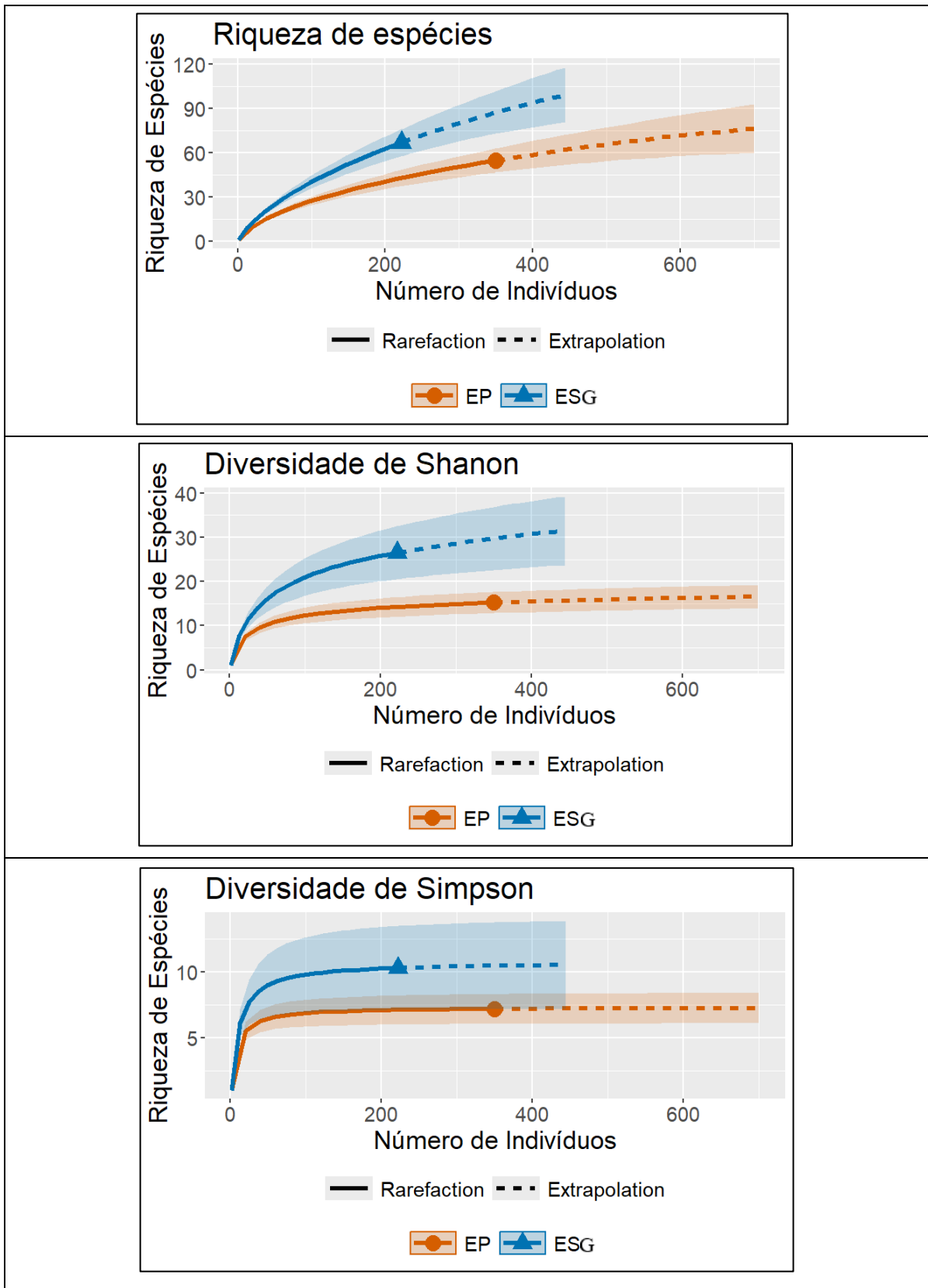


Figura 3: Perfil de diversidade de espécies das escolas primárias e secundárias

### 3.4.3. Estrutura Horizontal da Arborização nas Escolas Públicas da Cidade da Beira

De acordo com a tabela 3, os resultados da análise horizontal das espécies, as árvores e arbustos com DAP  $\geq 5$  cm nas EPs, são referentes a 285 indivíduos. As cinco espécies com maior IVI foram: *Senna siamea* (76.79), *Mangifera indica* (74.31), *Moringa oleifera* (27.01), *Zizyphus mauritania* (19.81) e *Delonix regia* (14.60). Por outro lado, as cinco espécies com menor IVI foram *Borassus aethiopum* (2.24) *Terminalia catappa* (2.11), *Strychnos spinosa* (1.89), *Anacardium occidentale* (1.75) e *Pinus elliottii* (1.75).

Tabela 4: Estrutura horizontal das espécies lenhosas com DAP  $\geq 5$  das EPs. AbA = Abundância Absoluta; AbR = Abundância Relativa; DoA = Dominância Absoluta; DoR = Dominância Relativa; FrA = Frequência Absoluta; FrR = Frequência Relativa, IVI = Índice de Valor de Importância; VI% = Valor de Importância Relativa

	Espécies	AbA	AbR	DoA	DoR	FrA	FrR	IVI	IV%	Origem
1	<i>Senna siamea</i>	79	27.72	14.47	32.41	52.17	16.67	76.79	25.6	Exótica
2	<i>Mangifera indica</i>	92	32.28	9.46	21.2	65.22	20.83	74.31	24.77	Exótica
3	<i>Moringa oleifera</i>	28	9.82	3.95	8.85	26.09	8.33	27.01	9	Exótica
4	<i>Zizyphus mauritania</i>	14	4.91	3.55	7.96	21.74	6.94	19.81	6.6	Exótica
5	<i>Delonix regia</i>	17	5.96	1.99	4.47	13.04	4.17	14.6	4.87	Exótica
6	<i>Psidium guajava</i>	4	1.4	4.33	9.69	8.7	2.78	13.87	4.62	Exótica
7	<i>Lonchocarpus sericeus</i>	10	3.51	0.94	2.1	13.04	4.17	9.77	3.26	Exótica
8	<i>Citrus limon</i>	7	2.46	0.24	0.53	17.39	5.56	8.55	2.85	Nativa
9	<i>Eucalyptus</i> sp.	4	1.4	0.49	1.09	17.39	5.56	8.05	2.68	Exótica
10	<i>Ficus sycomorus</i>	1	0.35	1.99	4.47	4.35	1.39	6.21	2.07	Nativa
11	<i>Annona squamosa</i>	3	1.05	0.21	0.46	13.04	4.17	5.68	1.89	Exótica
12	<i>Adansonia digitata</i>	4	1.4	1.23	2.76	4.35	1.39	5.55	1.85	Nativa
13	<i>Trichilia emetica</i>	2	0.7	0.72	1.62	8.7	2.78	5.1	1.7	Nativa
14	<i>Dyopsis lutescens</i>	5	1.75	0.03	0.06	8.7	2.78	4.59	1.53	Exótica
15	<i>Citrus reticulata</i>	7	2.46	0.16	0.37	4.35	1.39	4.21	1.4	Exótica
16	<i>Morus nigra</i>	2	0.7	0.2	0.45	8.7	2.78	3.93	1.31	Exótica
18	<i>Curatella americana</i>	1	0.35	0.22	0.5	4.35	1.39	2.24	0.75	Exótica
17	<i>Borassus aethiopum</i>	1	0.35	0.22	0.5	4.35	1.39	2.24	0.75	Nativa
19	<i>Terminalia catappa</i>	1	0.35	0.17	0.37	4.35	1.39	2.11	0.7	Exótica
20	<i>Strychnos spinosa</i>	1	0.35	0.07	0.15	4.35	1.39	1.89	0.63	Nativa
22	<i>Anacardium occidentale</i>	1	0.35	0	0.01	4.35	1.39	1.75	0.58	Exótica
21	<i>Pinus elliottii</i>	1	0.35	0	0.01	4.35	1.39	1.75	0.58	Exótica
	Total geral	285	100	44.646	100	313	100	300	100	

**DIVERSIDADE, ESTRUTURA E BENEFÍCIOS DAS ÁRVORES NAS ESCOLAS PÚBLICAS DA CIDADE DA BEIRA**

Segundo a tabela 5, a análise horizontal das espécies com DAP  $\geq$  5 cm na ESGs, referindo-se a 131 indivíduos. As cinco espécies com o maior Índice de IVI foram: *Senna siamea* (109.18), *Mangifera indica* (29.35); *Moringa oleifera* (26.19), *Zizyphus mauritania* (25.61), e *Lonchocarpus sericeus* (17.84). Por outro lado, as cinco espécies com o menor IVI foram: *Eugenia brasiliensis* (2.74), *Persea americana* (2.75), *Anadenanthera colubrina* (2.75), *Dyopsis lutescens* (2.96) e *Sacoglottis* sp. (3.29).

Tabela 5: Estrutura horizontal das espécies lenhosas de DAP  $\geq$  5 cm das ESGs. AbA = Abundância Absoluta; AbR = Abundância Relativa; DoA = Dominância Absoluta; DoR = Dominância Relativa; FrA = Frequência Absoluta; FrR = Frequência Relativa, IVI = Índice de Valor de Importância; VI% = Valor de Importância Relativa

	Espécies	AbA	AbR	DoA	DoR	FrA	FrR	IVI	IV%	Origem
1	<i>Senna siamea</i>	60	45.8	8.4	45.74	90	17.65	109.18	36.39	Exótica
2	<i>Mangifera indica</i>	10	7.63	1.83	9.95	60	11.76	29.35	9.78	Exótica
3	<i>Moringa oleifera</i>	11	8.4	2.19	11.91	30	5.88	26.19	8.73	Exótica
4	<i>Zizyphus mauritania</i>	10	7.63	1.14	6.21	60	11.76	25.61	8.54	Exótica
5	<i>Lonchocarpus sericeus</i>	10	7.63	0.79	4.32	30	5.88	17.84	5.95	Exótica
6	<i>Delonix regia</i>	7	5.34	1.2	6.53	30	5.88	17.75	5.92	Exótica
7	<i>Citrus limon</i>	4	3.05	0.15	0.8	30	5.88	9.74	3.25	Exótica
8	<i>Adansonia digitata</i>	1	0.76	0.81	4.44	10	1.96	7.16	2.39	Nativa
9	<i>Citrus sinensis</i>	2	1.53	0.22	1.19	20	3.92	6.64	2.21	Exótica
10	<i>Eucalyptus</i> sp.	2	1.53	0.06	0.33	20	3.92	5.78	1.93	Exótica
11	<i>Cocos nucifera</i>	1	0.76	0.28	1.53	10	1.96	4.26	1.42	Exótica
12	<i>Melia Azedarach</i>	1	0.76	0.23	1.26	10	1.96	3.98	1.33	Exótica
13	<i>Morus nigra</i>	1	0.76	0.23	1.24	10	1.96	3.96	1.32	Exótica
14	<i>Malpighia emargita</i>	1	0.76	0.21	1.14	10	1.96	3.86	1.29	Exótica
15	<i>Musa</i> sp.	1	0.76	0.19	1.05	10	1.96	3.78	1.26	Exótica
16	<i>Ficus benjamina</i>	2	1.53	0.04	0.2	10	1.96	3.69	1.23	Exótica
17	<i>Psidium guajava</i>	1	0.76	0.12	0.67	10	1.96	3.39	1.13	Exótica
18	<i>Anacardium occidentale</i>	1	0.76	0.11	0.62	10	1.96	3.35	1.12	Exótica
19	<i>Sacoglottis</i> sp.	1	0.76	0.1	0.57	10	1.96	3.29	1.1	Exótica
20	<i>Dyopsis lutescens</i>	1	0.76	0.04	0.23	10	1.96	2.96	0.99	Exótica
21	<i>Anadenanthera colubrina</i>	1	0.76	0.01	0.03	10	1.96	2.75	0.92	Exótica
22	<i>Persea americana</i>	1	0.76	0	0.02	10	1.96	2.75	0.92	Exótica
23	<i>Eugenia brasiliensis</i>	1	0.76	0	0.02	10	1.96	2.74	0.91	Exótica
	Total geral	131	100	18.4	100	510	100	300	100	

Os resultados do teste U de Mann-Whitney indicam que os valores obtidos nas variáveis AbA ( $p = 0.093$ ), DoA ( $p = 0.143$ ), IVI ( $p = 0.964$ ), não diferiram significativas entre os níveis de

ensino. No entanto, para FrA ( $p = 0.012$ ), foi observada uma diferença significativa, sugerindo que a frequência das árvores varia entre as EPs e ESGs.

#### 3.4.4. Distribuição Diamétrica e Altura

A média do diâmetro à altura do peito (DAP) foi de 36.34 cm para as EPs e 36.73 cm para as ESGs. Em relação à altura total das árvores, a média foi de 8.51 m nas EPs e 8.91 m nas ESGs. Os resultados do teste U de Mann-Whitney indicaram que não há diferenças estatisticamente significativas entre os dois grupos quanto ao DAP ( $p = 0.093$ ) e à altura total ( $p = 0.321$ ), uma vez que os valores de significância ( $p$ ) são superiores ao nível de 0.05. Esses resultados sugerem que, com base nessas variáveis, as EPs e ESGs apresentam características estruturais semelhantes.

A EP Matadouro destacou-se com a maior média de DAP, com 64.30 cm, seguida pela EP Pioneiros com 61.94 cm. Em relação às alturas totais das árvores, a EP Julius Nyerere se sobressaiu com a maior média, de 13.50 m, seguida de perto pela ESGs Matadouro (13.67 m) e pela EP Antiga Emissora (12.30 m). Por outro lado, escolas como a EP Matacuane e a EP Njalane apresentaram médias intermediárias de DAP (47.65 cm e 46.42 cm, respectivamente) e alturas totais relativamente altas, de 10.53 m e 11.79 m. Finalmente, escolas como a EP Manga Loforte e a EP Nhangoma apresentaram DAPs menores (20.77 cm e 19.68 cm, respectivamente), mas com alturas moderadas de 7.94 m e 9.22 m.

A Figura 4 apresenta a distribuição das alturas das árvores nas escolas avaliadas. Observa-se que, nas EPs, há uma maior concentração de árvores de pequeno porte, com alturas entre 0 e 5 metros. Na classe de 5 a 10 metros, também se verifica uma predominância de árvores das EPs, representando exemplares de porte médio. Mesmo nas classes superiores, como a de 10 a 15 metros, as EPs continuam a apresentar maior número de árvores em relação às ESGs. No entanto, os resultados do teste qui-quadrado de Pearson ( $p = 0.508$ ) indicaram que não há diferenças estatisticamente significativas na distribuição da altura das árvores entre os dois tipos de escola, uma vez que o valor de  $p$  é superior ao nível de significância de 0.05.

A Figura 5 apresenta a distribuição do diâmetro à altura do peito (DAP) das árvores nas EPs e ESGs, utilizando classes de 5 cm. Observa-se que as EPs possuem maior número de árvores em praticamente todas as classes de diâmetro, especialmente nas classes superiores. A classe

acima de 50 cm, no entanto, se destaca nas ESGs. Nas classes menores, como de 5 a 10 cm e de 10 a 15 cm, os números são mais equilibrados entre os dois grupos, com diferenças mais acentuadas a partir da classe de 20 a 25 cm. O teste qui-quadrado de Pearson ( $p = 0.009$ ) indicou diferença estatisticamente significativa na distribuição dos diâmetros entre EPs e ESGs, sugerindo que o nível de ensino influencia a estrutura da arborização.

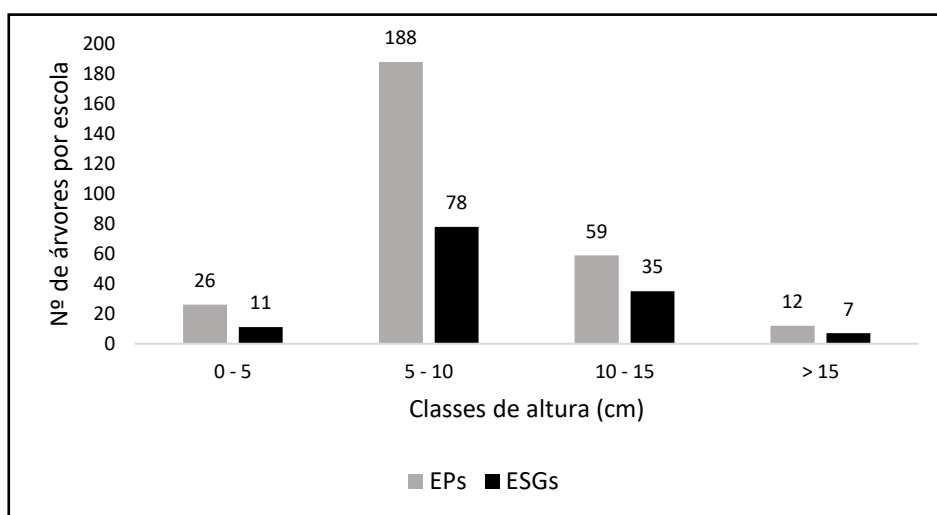


Figura 4: classes de altura das árvores em função do número de indivíduos

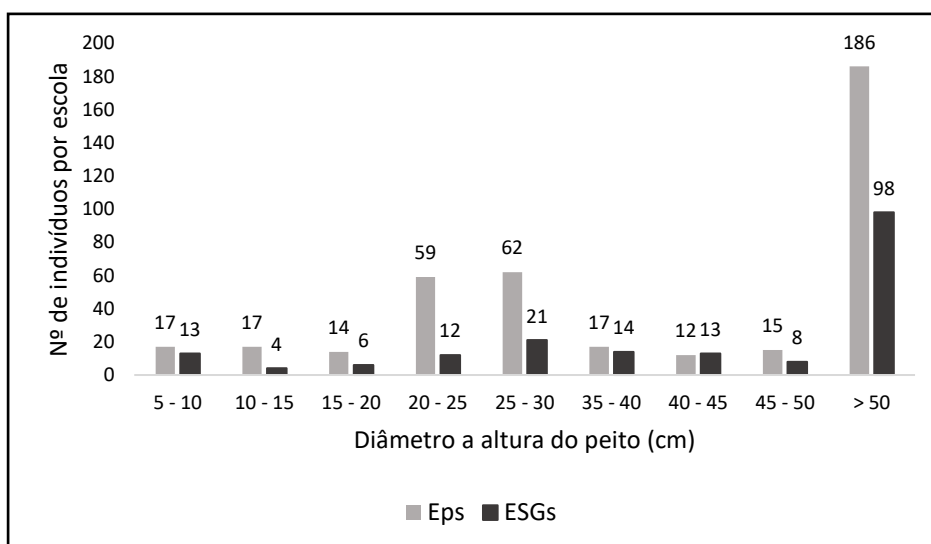


Figura 5: classes diamétricas das árvores em função do número de indivíduos

### 3.4.5. Estado fitossanitário

Em relação ao estado do tronco (Figura 6), a maioria das árvores foi classificada como saudável em ambas as categorias de escola: 79.3% nas EPs e 80.2% nas ESGs. A incidência de árvores com sinais de ataque foi ligeiramente maior nas EPs (20.7%) do que nas ESGs (19.8%). No entanto, o teste qui-quadrado de Pearson apresentou um valor de  $p=0.9443$ , indicando que não há diferença estatisticamente significativa na proporção de árvores saudáveis e atacadas entre os dois tipos de escola.

Quanto à qualidade da copa (Figura 7), 71.6% das árvores nas EPs foram classificadas como em bom estado, em comparação com 66.4% nas ESGs. A proporção de árvores em estado inferior foi menor nas EPs (6%) do que nas ESGs (10.0%), enquanto a distribuição de árvores em estado regular foi semelhante entre as duas categorias (22.5% nas EPs e 24% nas ESGs). O teste qui-quadrado de Pearson resultou em um valor de  $p=0.309$ , superior ao nível de significância de 0.05, indicando que as diferenças observadas na qualidade da copa entre os dois tipos de escola não são estatisticamente significativas.

A análise do estado fitossanitário das árvores (Figura 8) nas EPs e ESGs revela que, nas EPs, 82.1% das árvores encontram-se em boas condições, 15.1% em estado regular e apenas 2.8% em estado ruim. Por outro lado, nas ESGs, a proporção de árvores saudáveis é menor (74.8%), com 25.2% apresentando condições regulares e nenhuma árvore classificada em estado ruim. O teste exato de Fisher resultou em um valor de  $p=0.008$ , indicando uma diferença estatisticamente significativa entre as distribuições fitossanitárias das árvores nos dois níveis de ensino.

Finalmente, no que diz respeito à necessidade de poda (Figura 9), 62.1% das árvores nas EPs não requerem intervenção, enquanto 37.9% necessitam de poda. Nas ESGs, observa-se uma situação inversa: apenas 33.6% das árvores estão em boas condições, ao passo que 66.4% demandam intervenção, o que indica uma maior necessidade de manejo nessas instituições. O teste qui-quadrado de Pearson apresentou um valor de  $p = 1,108 \times 10^{-7}$ , evidenciando uma associação estatisticamente significativa entre o tipo de escola e a necessidade de poda das árvores.

**DIVERSIDADE, ESTRUTURA E BENEFÍCIOS DAS ÁRVORES NAS ESCOLAS PÚBLICAS DA CIDADE DA BEIRA**

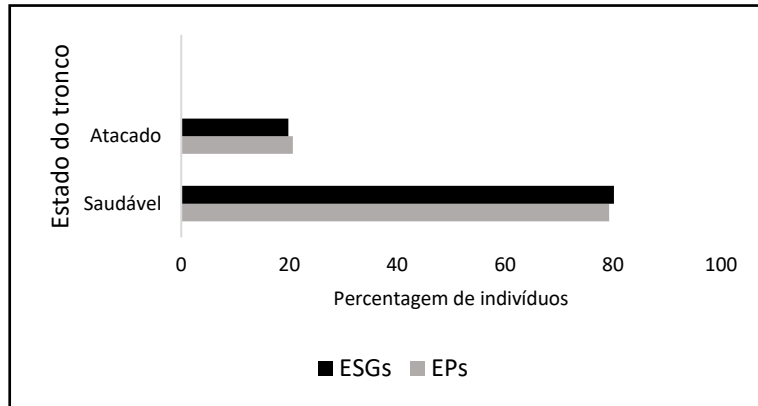


Figura 6: Estado do tronco em função da percentagem de indivíduos

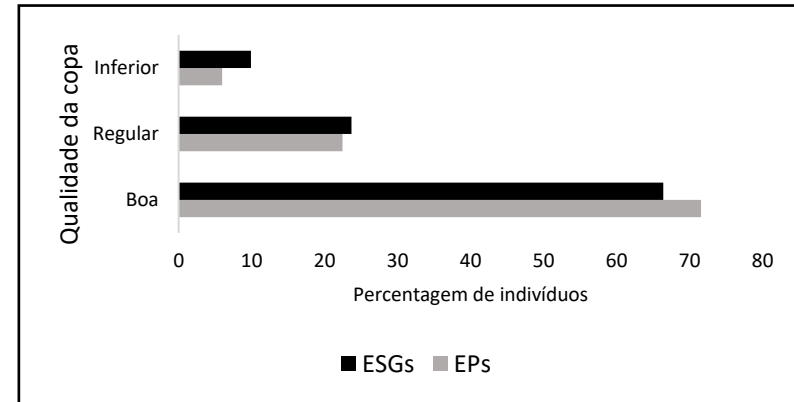


Figura 7: Qualidade da copa em função da percentagem de indivíduos

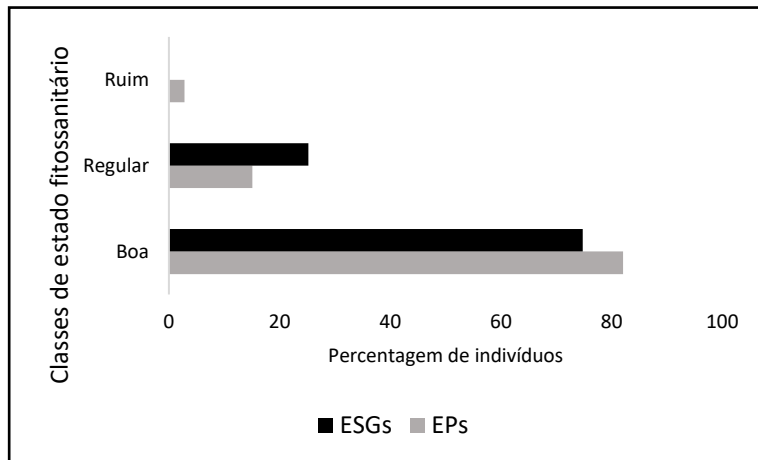


Figura 8: Estado fitossanitário em função da percentagem de indivíduos

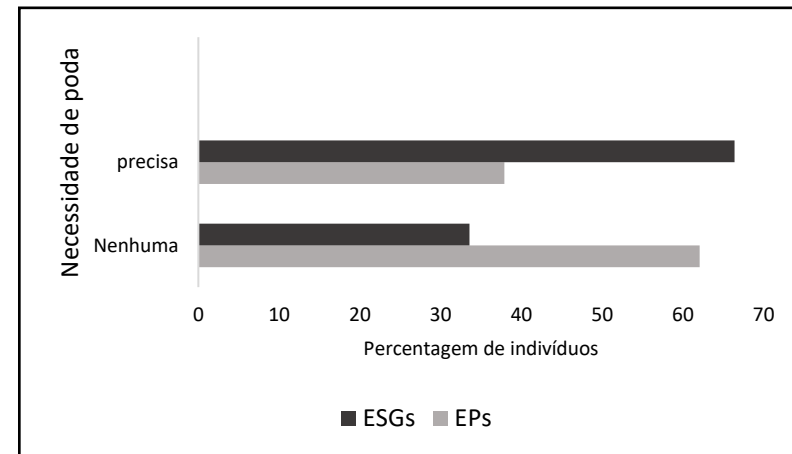


Figura 9: Necessidade de poda em função da percentagem de indivíduos

### 3.4.6. *Stock* de Carbono e Sequestro de CO<sub>2</sub>

De acordo com a tabela 5, entre as espécies mais proeminentes, *Senna siamea* se destaca com a maior dominância, alcançando 22.87, e é também a mais abundante, com 139 indivíduos. Esta espécie apresenta uma B<sub>AS</sub> de 56,566.05 kg, consolidando-se como a líder em S<sub>t-C</sub>, com 26,586.04 kg, e em Se-CO<sub>2</sub>, totalizando 97,570.78 kg. Seu volume do tronco (V<sub>t</sub>) é de 20.53 m<sup>3</sup>, enquanto o V<sub>T</sub> atinge 89.79 m<sup>3</sup>, complementado por uma extensa A<sub>C</sub> de 942 m<sup>2</sup>. A *Mangifera indica* também se sobressai, ocupando a segunda posição em várias métricas relevantes, apresentando uma dominância de 11.29 e uma abundância de 102 indivíduos, sua B<sub>AS</sub> é de 28,275.01 kg, com um S<sub>t-C</sub> de 13,289.25 kg, contribuindo com impressionantes 48,771.57 kg de Se-CO<sub>2</sub>, o V<sub>t</sub> é de 10.15 m<sup>3</sup>, e seu V<sub>T</sub> chega a 51.41 m<sup>3</sup>, com uma A<sub>C</sub> de 746.20 m<sup>2</sup>.

Tabela 6: Resultados da estrutura horizontal da composição florística nas EPs e ESGs. Dom = dominância, AbA = Abundância, B<sub>AS</sub> = Biomassa Acima do Solo, S<sub>t-C</sub> = *Stock* de Carbono, S<sub>e-CO<sub>2</sub></sub> = Sequestro de Dióxido de Carbono, V<sub>t</sub> = Volume do Tronco, V<sub>T</sub> = Volume Total e A<sub>C</sub> = Área da Copa

	Espécies	Dom	AbA	B <sub>AS</sub> (kg)	S <sub>t-C</sub> (kg)	S <sub>e-CO<sub>2</sub></sub> (kg)	V <sub>T</sub> (m <sup>3</sup> )	A <sub>C</sub> (m <sup>2</sup> )
1	<i>Senna siamea</i>	22.87	139	56566.05	26586.04	97570.78	89.79	942.00
2	<i>Mangifera indica</i>	11.29	102	28275.01	13289.25	48771.57	51.41	746.20
3	<i>Moringa oleifera</i>	6.14	39	14039.14	6598.39	24216.11	31.20	295.40
4	<i>Delonix regia</i>	3.19	24	9329.47	4384.85	16092.40	16.66	195.90
5	<i>Zizyphus mauritania</i>	4.69	24	19753.72	9284.25	34073.19	24.69	190.00
6	<i>Lonchocarpus sericeus</i>	1.73	20	4440.46	2087.02	7659.35	5.69	136.20
7	<i>Adansonia digitata</i>	2.05	5	3005.07	1412.38	5183.45	10.73	49.70
8	<i>Citrus limon</i>	0.39	11	664.31	312.23	1145.87	1.11	44.90
9	<i>Eucalyptus</i> sp.	0.55	6	1256.42	590.52	2167.20	1.96	39.50
10	<i>Citrus reticulata</i>	0.16	7	213.97	100.57	369.08	0.48	28.00
11	<i>Psidium guajava</i>	4.45	5	8280.78	3891.97	14283.51	12.74	24.80
12	<i>Morus nigra</i>	0.43	3	1289.86	606.23	2224.87	1.72	22.30
13	<i>Trichilia emetica</i>	0.72	2	2200.98	1034.46	3796.47	2.93	20.50
14	<i>Dyopsis lutescens</i>	0.07	6	75.88	35.66	130.88	0.12	17.20
15	<i>Anadenanthera colubrina</i>	0.01	1	24.71	11.61	42.62	0.04	15.00
16	<i>Citrus sinensis</i>	0.22	2	568.10	267.01	979.92	1.03	13.60
17	<i>Annona squamosa</i>	0.21	3	414.36	194.75	714.74	0.83	13.10
18	<i>Ficus sycomorus</i>	1.99	1	9216.26	4331.64	15897.13	14.18	13.10
19	<i>Persea americana</i>	0.00	1	18.20	8.55	31.39	0.03	13.00
20	<i>Anacardium occidentale</i>	0.12	2	168.26	79.08	290.23	0.40	12.00
21	<i>Cocos nucifera</i>	0.28	1	1455.51	684.09	2510.61	2.91	12.00
22	<i>Eugenia brasiliensis</i>	0.00	1	13.96	6.56	24.08	0.02	11.80
23	<i>Curatella americana</i>	0.22	1	778.99	366.12	1343.67	1.30	11.00

**DIVERSIDADE, ESTRUTURA E BENEFÍCIOS DAS ÁRVORES NAS ESCOLAS PÚBLICAS DA CIDADE DA BEIRA**

24	<i>Pinus Elliottii</i>	0.00	1	9.47	4.45	16.33	0.02	9.00
25	<i>Ficus benjamina</i>	0.04	2	18.01	8.46	31.06	0.03	8.90
26	<i>Terminalia catappa</i>	0.17	1	509.69	239.55	879.16	0.98	7.00
27	<i>Borassus aethiopum</i>	0.22	1	729.05	342.65	1257.54	1.46	6.30
28	<i>Sacoglottis sp.</i>	0.10	1	254.95	119.83	439.76	0.32	6.00
29	<i>Strychnos spinosa</i>	0.07	1	165.49	77.78	285.45	0.21	4.80
30	<i>Musa sp.</i>	0.19	1	324.19	152.37	559.19	0.81	4.20
31	<i>Malpighia emargita</i>	0.21	1	440.76	207.16	760.27	0.63	4.00
32	<i>Melia Azedarach</i>	0.23	1	298.75	140.41	515.32	0.75	0.00
Total Geral		63.01	416	164799.81	77455.91	284263.19	277.17	2917.40

Os resultados do teste de Mann-Whitney indicaram que não houve diferenças estatisticamente significativas entre as EPs e ESGs em nenhuma das variáveis analisadas. Os valores de significância (p) foram superiores a 0.05 para todas as variáveis: biomassa acima do solo – BAS (kg) (p = 0.327), carbono – C (kg) (p = 0.327), dióxido de carbono – CO<sub>2</sub> (kg) (p = 0.327), volume total – VT (m<sup>3</sup>) (p = 0.368) e área de copa – AC (m<sup>2</sup>) (p = 0.248). Esses resultados sugerem que, com base nessas medições, não há evidências de diferenças estatisticamente significativas entre as EPs e ESGs.

Entre as escolas com os maiores S<sub>T-C</sub> e capacidade de S<sub>e-CO<sub>2</sub></sub>, destacam-se: EPs Pioneiros, com um S<sub>T-C</sub> de 14720.47 kg de carbono e 54.024,12 kg de CO<sub>2</sub> sequestrado, impulsionados por uma B<sub>AS</sub> de 31320.15 kg e uma área de copa de 176.90 m<sup>2</sup>, indicando vegetação densa e extensa; EP Nhassassa, com 6.615,14 kg de carbono e 24.277,57 kg de CO<sub>2</sub>, sustentada por uma B<sub>AS</sub> de 14074.77 kg e uma cobertura de copa de 317.70 m<sup>2</sup>, que reflete alta eficiência no S<sub>e-CO<sub>2</sub></sub>; EP Amílcar Cabral, com um total de 7009.43 kg de carbono e 25724.62 kg de CO<sub>2</sub> sequestrado, possui uma B<sub>AS</sub> de 14913.69 kg e A<sub>C</sub> de 91m<sup>2</sup>, reforçando a robustez de sua vegetação; EP 25 de Junho, com 5639.88 kg de carbono e 20698.37 kg de CO<sub>2</sub>, sustentada por uma B<sub>AS</sub> de 11.999,75 kg e A<sub>C</sub> de 90,70 m<sup>2</sup>, evidenciando uma vegetação moderadamente densa e eficiente; e EP Nhangau, que apresenta 3309.91 kg de carbono e 12.147,36 kg de CO<sub>2</sub> sequestrado, com uma B<sub>AS</sub> de 7042.35 kg e ampla área de copa de 429.00 m<sup>2</sup>.

Por outro lado, entre as escolas com menor S<sub>T-C</sub> e S<sub>e-CO<sub>2</sub></sub>, estão: EP Ndunda, com apenas 102.86 kg de carbono e 377.51 kg de CO<sub>2</sub> sequestrado, uma B<sub>AS</sub> de 218.86 kg e área de copa de 6.00 m<sup>2</sup>; EP Esturro, com 42.44 kg de carbono e 155.76 kg de CO<sub>2</sub>, B<sub>AS</sub> de 90.30 kg e A<sub>C</sub> de 10.10 m<sup>2</sup>, indicando baixa densidade arbórea; EP Mubvi, com 190.53 kg de carbono e 699.25 kg de CO<sub>2</sub>, B<sub>AS</sub> de 405.39 kg e A<sub>C</sub> de 21.00 m<sup>2</sup>; EP Antiga Emissora, que registra 298.42

kg de carbono e 1095.20 kg de CO<sub>2</sub>, B<sub>AS</sub> de 634.93 kg e A<sub>C</sub> de 27.70 m<sup>2</sup>; e EP Nova Chamba I, com 717.99 kg de carbono e 2635.02 kg de CO<sub>2</sub>, B<sub>AS</sub> de 1527.64 kg e A<sub>C</sub> de 31 m<sup>2</sup>. Esses resultados indicam que as EPs contribuem mais para o  $S_e\text{-CO}_2$ .

### 3.5. Discussão

#### 3.5.1. Composição Florística e Dominância das Famílias nas EPs e ESGs

No que se refere as famílias com maior representação, a prevalência da família *Fabaceae* sobre as demais resulta da importância que representa no continente africano, principalmente a nível da África Austral e ao longo da costa oriental, pois além de riqueza e diversidade ecológica de espécies, possui uma importância económica para a população (Smýkal et al., 2015). As famílias *Anacardiaceae* e *Moringaceae*, predominantes em ambas as escolas, reforçam a ideia de que certas espécies se adaptam melhor às condições locais, contribuindo para a fertilidade do solo e a saúde do ecossistema das escolas.

Entretanto, ao analisar a diferença entre as EPs e ESGs, é relevante considerar factores adicionais, é possível que as ESGs apresentem maior diversidade de espécies devido a uma selecção mais criteriosa, talvez reflexo de maior conhecimento por parte dos gestores escolares sobre os impactos ambientais e os benefícios das árvores (Aronson et al., 2017). Por outro lado, as EPs, ao priorizarem espaços amplos para actividades recreativas das crianças, podem optar por espécies específicas que proporcionem maior cobertura de sombra em áreas abertas, mas que também sejam compatíveis com a necessidade de manutenção mínima e segurança (Sivarajah et al., 2018; Suryani et al., 2019).

Outra questão relevante levantada pelos dados nas escolas é a alta presença de espécies exóticas, essa tendência reflete características comuns de arborização em áreas urbanas, onde frequentemente se priorizam plantas com rápido crescimento, baixa manutenção e resistência a pragas (Calviño et al., 2023). Contudo, é importante notar que as EPs apresentaram maior número de espécies exóticas em comparação às ESGs, o que pode ser explicado pela história da arborização urbana e pelo uso de espécies amplamente plantadas durante o período colonial. Tais espécies, muitas vezes escolhidas pela sua utilidade e adaptabilidade ao clima e solo locais, permanecem até hoje nos pátios escolares, mantendo a relação histórica com a arborização urbana da região.

Adicionalmente, a literatura ressalta os impactos negativos do uso excessivo de espécies exóticas sobre a biodiversidade local, devido à competição com espécies nativas e alterações na dinâmica ecológica urbana (Brandao, 2023; Cordero et al., 2023; D'Antonio & Meyerson, 2002). Apesar disso, a predominância dessas espécies pode estar relacionada à sua funcionalidade, como a facilidade de manejo e os benefícios estéticos e ecológicos que oferecem. Esses factores tornam o uso de espécies exóticas uma prática comum, mas que deve ser balanceada com estratégias que favoreçam a biodiversidade local.

A baixa similaridade entre os níveis de ensino, conforme indicado pelo coeficiente de Jaccard (0.319), revela que a gestão da biodiversidade deve considerar as necessidades específicas de cada nível de ensino. Este facto resulta da diferença na composição florística em 25 espécies não comuns nas EPs e 37 nas ESGs. Haddad et al. (2015), apontam que a diversidade biológica ajuda a mitigar o impacto de doenças, uma vez que a perda de uma espécie não necessariamente compromete o ecossistema como um todo.

De acordo com Dornelas et al. (2023) e McCarthy & Magurran (2004), a composição florística é um factor importante para entender a estrutura e a funcionalidade dos ecossistemas. Essa variação pode impactar na dinâmica, estabilidade e resiliência ecológica das áreas de arborização escolar, sugerindo desta forma que ESGs, com maior diversidade, podem ter maior capacidade de adaptação a mudanças ambientais, conforme discutido por Peterson et al., (1998) em suas teorias sobre resiliência ecológica.

### **3.5.2. Diversidade e Resiliência das Espécies Arbóreas nas Escolas de Beira**

A análise da diversidade de espécies de árvores nas escolas de Beira revela importantes aspectos sobre a composição da arborização urbana. Com base nos IVIs das Espécies de Plantio e das Espécies de Suporte à Diversidade, podemos observar a predominância de poucas espécies nas escolas da cidade. As espécie *Senna siamea*, *Mangifera indica* e *Moringa oleifera* destacaram-se com os maiores IVIs, tanto nas EPs bem como nas ESGs. Essa concentração em poucas espécies pode aumentar os riscos associados à falta de resiliência ecológica, especialmente em cenários de eventos climáticos adversos, como ciclones.

A recomendação de Santamour (1990), com o parâmetro 10/20/30, propõe que no manejo da arborização urbana se busque uma maior diversificação das espécies, com um máximo de 10%

de uma única espécie, 20% de duas espécies e 30% de três espécies principais. Embora este parâmetro tenha sido amplamente adotado, estudos recentes sugerem a necessidade de parâmetros mais rigorosos, como 5/10/15, para reduzir os riscos de mortalidade e melhorar a resiliência das áreas arborizadas urbanas, como sugerido por Galle et al. (2021).

As espécies como *Eucalyptus* sp., *Cocos nucifera* e *Citrus sinensis*, que apresentam IVI menores, demonstram que, apesar de sua contribuição significativa para a composição da arborização, há uma oportunidade para incrementar a diversidade e a distribuição das espécies, considerando tanto suas funções ecológicas quanto sua resistência a eventos adversos. Dessa forma, é fundamental adotar parâmetros de manejo mais restritos e ajustados à realidade ecológica da cidade da Beira, buscando maior diversificação e equilíbrio entre as espécies. Isso não apenas favorece a resiliência dos ecossistemas urbanos, mas também garante a longevidade da arborização escolar, especialmente em áreas susceptíveis a stresses ambientais.

Charrua et al., (2021) referiram que a região centro do país, a qual Sofala faz parte, é uma das principais províncias que faz fronteira com a área de ciclones activos do sudoeste do Oceano Índico e é sistematicamente afectada por riscos climáticos, e a vegetação arbórea contribui significativamente para reduzir o impacto dos ciclones. No entanto, escolas com menos diversidade enfrentariam maiores dificuldades na recuperação caso fossem atingidas por uma doença ou evento ambiental adverso. A conservação da biodiversidade em áreas urbanas é essencial (Gajbe & Badiye, 2023; Perry & Cox, 2024), o que é reforçado pelas diferenças na composição de espécies nas escolas.

No que se refere aos encargos de replantio, em situação de ocorrência de eventos adversos, escolas com maior diversidade enfrentariam custos mais altos, já que mais espécies diferentes precisariam ser substituídas. Ao mesmo tempo, como aponta Correia & Lopes, (2023), a presença de uma rica biodiversidade pode facilitar a adaptação de algumas espécies, reduzindo o impacto do replantio.

### **3.5.3. Importância Ecológica das Árvores nas Escolas**

As espécies de maior IVI desempenham papéis distintos no contexto da arborização urbana e no ambiente escolar. A *Mangifera indica*, com um dos maior IVI nas EPs, é amplamente

apreciada pelos frutos e pela sombra que proporciona (de Abreu-Harbich et al., 2015). Sua popularidade é histórica, e é frequentemente encontrada em áreas urbanas (Singh et al., 2020).

A *Senna siamea*, predominante em ambas as categorias de escolas, segundo de Abreu-Harbich et al., (2015) é muito utilizada pela sua capacidade de gerar sombra e melhorar a fertilidade do solo. Essa espécie é encontrada em várias cidades do mundo (Thu et al., 2024), particularmente em Moçambique, possivelmente reflete as preferências herdadas do período colonial e sua eficácia em ambientes urbanos. A *Moringa oleifera* é altamente valorizada por suas múltiplas utilizações medicinais e como fonte alimentar, o que pode explicar sua presença em escolas (Gopalakrishnan et al., 2016; Moyo et al., 2011; Rockwood et al., 2013).

A *Zizyphus mauritania* e *Delonix regia* também são comuns, ambas oferecendo sombra e contribuindo para a ornamentação urbana, com a segunda sendo especialmente notável pela beleza de suas flores e ampla utilização em arborização urbana (Bastos et al., 2016; Havalдар et al., 2024; Maruza et al., 2017). A *Lonchocarpus sericeus*, uma espécie nativa no país, que de acordo com Akpamou et al., (2024) é resistente e de rápido crescimento, sendo encontrada em ambas as categorias de escolas, demonstra sua adaptabilidade e relevância em espaços urbanos.

A *Citrus limon* e *Psidium guajava*, ambas frutíferas, são apreciadas por seus frutos comestíveis, e sua presença nas escolas reflete sua utilidade tanto para sombra quanto para a alimentação (Klimek-szczykutowicz et al., 2020; Naseer et al., 2018). A *Eucalyptus sp.*, apesar das controvérsias relacionadas ao seu impacto ambiental, é frequentemente plantado devido ao rápido crescimento e sua utilidade em solos marginais (Bertola, 2013). A *Adansonia digitata*, é uma espécie valiosa pela sua resistência à seca e valor cultural, mesmo que menos comum em áreas urbanas (Dogara & Al-Zahrani, 2024; M. Sidibe, 2002).

Portanto, essas espécies são escolhidas tanto por suas características utilitárias quanto por sua adaptabilidade às condições locais. O histórico de arborização, as condições de solo, e as preferências culturais influenciam fortemente as escolhas, com várias espécies sendo plantadas pela sombra e frutos que oferecem, além de contribuírem para a melhoria do ambiente urbano.

Aronson et al. (2014) e Theodorou (2022) defendem que a diversidade em áreas urbanas é o reflexo directo das políticas regidas pelas instituições que administram as áreas verdes da

cidade, que no caso da cidade da Beira, é tutelado pelo Departamento de Edificações, Parques e Jardins do Município da Beira. Porém, a decisão e escolha das espécies para arborização urbana escolar foi da responsabilidade da direcção das escolas. Este facto provavelmente no passado tenha influenciado na diversidade de espécies de plantas registadas tanto na EPs e ESGs, na medida em que reflectem um cenário de arborização de jardim urbano típico, com a maioria das espécies existentes existentes nas escolas iguais as presentes nas ruas, avenidas e moradias dos indivíduos da Cidade da Beira. Esta coincidência provavelmente se deve numa primeira fase a herança colonial deixada pelos portugueses que para sentir-se próximo de Portugal introduziram espécies de sua cultura nas ruas e escolas (Rishbeth, 2004), e na segunda fase (pós independência) diferentes indivíduos que se tornaram gestores (directores) das escolas trouxeram seus gostos, preferências, estilos de vida, atitudes e base de conhecimento divergentes.

#### 3.5.4. Importância das Espécies Nativas

As espécies nativas de Moçambique, encontradas durante o levantamento arbóreo nas escolas publicas da Cidade da Beira, como *Borassus aethiopum*, *Crassula ovata*, *Alsophila manniana*, *Croton*, *Dalbergia boehmii*, *Kirkia sp.*, *Strychnos spinosa*, *Adansonia digitata*, *Trichilia emetica*, *Ficus sycomorus* e *Pennisetum clandestinum*, desempenham papéis essenciais tanto em aspectos ecológicos quanto econômicos e culturais. Essas plantas contribuem significativamente para a manutenção da biodiversidade local, fornecem recursos importantes para as comunidades e estão adaptadas ao ambiente tropical de Moçambique.

A *Borassus aethiopum*, conhecida como palmeira-de-borássus, é crucial na estabilização do solo e no fornecimento de alimentos, como seus frutos e seiva, utilizados em várias práticas culturais e de consumo local. A palmeira também tem valor na construção e no artesanato, com suas folhas e troncos sendo amplamente aproveitados (Zongo et al., 2018). Já a *Crassula ovata*, é muito cultivada como planta ornamental, além de ser utilizada em medicina tradicional para tratar diversas condições, sendo uma importante fonte de recursos para as comunidades (Muiruri & Mwangi, 2016).

A *Alsophila manniana* é nativa das florestas úmidas, contribui para a conservação da umidade e qualidade do solo, além de indicar ambientes de boa qualidade ambiental (Al., 2018; Karichu et al., 2024). Espécies do gênero *Croton* possuem usos medicinais tradicionais, sendo aplicadas

no tratamento de doenças respiratórias e digestivas, e também são fontes de néctar para polinizadores (Tahir et al., 2020). A *Dalbergia boehmii*, uma árvore de madeira de alta qualidade, tem importância econômica, sendo utilizada na fabricação de móveis e utensílios, além de contribuir para a fertilidade do solo devido à sua capacidade de fixar nitrogênio (Cruz, 2002).

Espécies como *Kirkia sp.* e *Strychnos spinosa* são importantes tanto medicinalmente quanto ecologicamente. *Kirkia sp.* é usada na medicina tradicional, especialmente no tratamento de doenças da pele e digestivas, e também ajuda na regeneração de áreas degradadas (Frost et al., 2011). A *Strychnos spinosa* tem frutos e raízes que desempenham papéis importantes no tratamento de picadas de serpentes e outras condições, além de ser útil na regeneração do solo (Gilbert et al., 2010).

A *Adansonia digitata*, é uma das árvores mais icônicas da África. Com sua capacidade de armazenar grandes quantidades de água, ela ajuda na regulação do microclima e fornece alimentos altamente nutritivos através de seus frutos, ricos em vitamina C (Asogwa et al., 2021). A *Trichilia emetica* possui propriedades medicinais, sendo utilizada no tratamento de problemas digestivos, e tem um papel importante na regeneração das florestas tropicais de Moçambique (Senkoro et al., 2014). A *Ficus sycomorus* é uma árvore associada a várias tradições culturais, cujas folhas e frutos são usados para fins medicinais, especialmente no tratamento de doenças respiratórias e digestivas, além de ser importante para a fauna local (Hossain, 2019).

Por fim, o *Pennisetum clandestinum*, é amplamente utilizado na agricultura e pecuária para controle da erosão e recuperação de solos degradados. Sua resistência e capacidade de formar uma cobertura densa tornam-no ideal para proteger solos vulneráveis à degradação (Alvarez-García et al., 2024).

Essas espécies não só são vitais para a preservação ambiental e a promoção da saúde pública, mas também desempenham papéis centrais nas práticas culturais e na economia local, oferecendo recursos essenciais para as comunidades de Moçambique. A compreensão de suas múltiplas funções e o uso sustentável dessas plantas são fundamentais para garantir sua conservação e maximizar seus benefícios para as populações locais.

### 3.5.5. *Stock* de Carbono e Sequestro de CO<sub>2</sub> nas Escolas

A análise do  $S_e\text{-CO}_2$  nas escolas é fundamental para compreender o papel que as instituições de ensino desempenham na mitigação das mudanças climáticas. De acordo com Tang et al. (2016) estudos indicam que a vegetação urbana, como em áreas escolares, pode actuar como um importante reservatório de carbono. Os resultados demonstraram que as EPs, possuem uma maior área verde ou uma vegetação mais densa em comparação com as ESGs, corroborando a ideia de que áreas com mais vegetação têm-se maior potencial de armazenamento de carbono (Pereira et al., 2020).

Comparando os níveis de ensino, as EPs apresentam maior biomassa e área basal, sugerindo árvores mais saudáveis, enquanto a ESGs, com maior densidade de árvores, podem enfrentar competição que afecta o crescimento e a saúde das mesmas. Nowak & Crane (2002) enfatizam que a densidade populacional de árvores urbanas pode influenciar directamente na saúde das espécies e sua capacidade de  $S_e\text{-CO}_2$ , indicando a importância de uma gestão eficaz das áreas arborizadas para maximizar os benefícios ambientais.

A média de  $B_{AS}$  nas EPs (5203.16 kg) maior que as ESGs (4512.70 kg) sugere a presença de árvores mais desenvolvidas, o que está directamente relacionado ao potencial ambiental e ecológico das áreas verdes (Brockerhoff et al., 2013). A biomassa das árvores está correlacionada com o  $S_e\text{-CO}_2$ , um factor crítico para a mitigação das mudanças climáticas (Loguercio et al., 2024), este achado destaca a importância de promover a arborização e o plantio de espécies adequadas nas escolas, visando maximizar a mitigação das emissões de CO<sub>2</sub> (IPCC, 2015).

Estudos como o de Clerici et al. (2016), Dadhich et al. (2023) e Pregitzer et al., (2021) mostram que árvores com grande área basal e biomassa significativa, como a *Mangifera indica*, desempenham um papel crítico na criação de microclimas e na manutenção da biodiversidade em áreas urbanas. Espécies como *Eugenia brasiliensis* e *Pinus elliottii*, apesar de menores abundâncias, demonstram potencial significactivo para o  $S_e\text{-CO}_2$ , corroborando as observações de Ketterings et al. (2001) e Tian et al. (2023), que discutem como espécies com menor biomassa ainda podem contribuir consideravelmente para o  $S_e\text{-CO}_2$ , especialmente em florestas secundárias e urbanas.

É essencial promover a conscientização sobre a importância do  $S_e-CO_2$ , incentivando a participação da comunidade escolar em actividades de plantio e manutenção de áreas verdes (Punzalan et al., 2020). portanto, a análise do  $S_e-CO_2$  nas escolas fornece uma visão valiosa sobre como diferentes níveis de ensino contribuem para a mitigação das mudanças climáticas. A adopção de práticas de manejo ambiental adequadas pode não apenas aumentar o  $S_t-C$ , mas também potencializar o  $S_e-CO_2$ , contribuindo assim para um ambiente escolar mais sustentável.

### 3.5.6. Distribuição Diamétrica, Altura e Estado Fitossanitário das Árvores

Observa-se diferenças notáveis na arborização entre as EPs e ESGs. A maior quantidade de árvores nas EPs, especialmente nas classes de diâmetro superiores a 50 cm, sugere um investimento consciente em arborização, possivelmente para promover um ambiente escolar mais saudável e sustentável. Essa tendência de maior arborização nas EPs pode ser atribuída a políticas de EA que incentivam a plantação de árvores maiores, que oferecem mais sombra e benefícios ecológicos (Moraes et al., 2019).

Entretanto, a similaridade nos diâmetros menores (5 a 10 cm) indica que, embora haja um esforço em arborizar, a diversidade e o crescimento inicial das árvores são relativamente homogêneos entre os dois níveis de ensino (Ferreira et al., 2024). O facto do teste  $X^2$  de Person para as classes de altura não mostrar diferenças significativas sugere que, embora haja variações na idade das árvores, essas não se traduzem em um padrão desigual de altura entre as escolas. Essa situação pode refletir práticas de manejo semelhantes, independentemente do nível de ensino (Moraes et al., 2019). Por outro lado, o teste  $X^2$  de Person evidenciou uma diferença significativa na distribuição dos diâmetros, reforçando a ideia de que o nível de ensino influencia directamente nessa característica.

As árvores nas escolas EPs estão, em geral, em melhor estado fitossanitário do que aquelas nas ESGs. A diferença significativa encontrada pelo teste exacto de Fisher sugere que práticas de manutenção mais rigorosas nas EPs podem contribuir para essa condição superior. Ferreira et al. (2024), referiram em seu estudo que a adopção de práticas rigorosas de arborização pode reflectir em uma melhor condição fitossanitária das árvores.

Em relação à necessidade de poda, a maioria das árvores nas ESGs requerem uma poda leve, indicando possíveis deficiências nas práticas de manejo. O teste  $X^2$  de Person reforça a

associação significativa entre o nível de ensino e a necessidade de poda, sugerindo que as ESGs devem reavaliar suas práticas de cuidado com as árvores. Barbosa (2019) também destaca a importância de práticas adequadas de poda para evitar o crescimento desordenado e melhorar a qualidade das árvores. Quanto à qualidade da copa, a maioria das árvores nas EPs apresenta copas de boa qualidade em comparação com as ESGs. Embora as EPs mostrem uma leve vantagem, o valor de  $p$  (0.3088) sugeriu que, apesar da qualidade da copa nas ESGs serem ligeiramente inferiores, não existe uma associação entre a qualidade da copa e o nível de ensino.

### 3.6. Conclusão

- (i) A caracterização das escolas da Cidade da Beira revelou variações na estrutura e diversidade arbórea. As ESGs apresentaram uma maior riqueza de espécies e uma diversidade arbórea superior às EPs. Essa diferença pode ser atribuída as práticas de manejo e plantio que incentivam a biodiversidade nas ESGs, evidenciando seu papel na conservação ambiental.
- (ii) Os parâmetros da estrutura horizontal (AbA, DoA e IVI) e vertical (DAP e HT) demonstraram serem similares entre os níveis de ensino, com exceção da FrA.
- (iii) A predominância das espécies *Senna siamea* e *Mangifera indica* em excesso, indica um desequilíbrio na distribuição das espécies em ambos níveis de ensino. Sugerindo que as árvores nas escolas da cidade da Beira não estão distribuídas de acordo com a proporção recomendada de 10/20/30 de Frank Santamour.
- (iv) As espécies nativas como *Borassus aethiopum*, *Adansonia digitata*, *Trichilia emetica*, *Ficus sycomorus* e *Dalbergia boehmii* demonstram grande representatividade ecológica e cultural nas escolas da Cidade da Beira. Elas atuam na conservação do solo, fornecimento de alimentos, medicina tradicional e regeneração ambiental. Sua presença reflete a riqueza da flora local e a conexão com saberes tradicionais. Preservá-las é essencial para o equilíbrio ambiental e o bem-estar .
- (v) Embora as EPs contenham maior  $B_{AS}$ , armazenassem maiores quantidades de Carbono e sequestrassem mais  $CO_2$  em comparação com as ESGs, estatisticamente não se constatou variação significativa.

## CAPÍTULO IV: PERCEPÇÕES E PRÁTICAS COM RELAÇÃO AO MANEIO E BENEFÍCIOS DA ARBORIZAÇÃO NO AMBIENTE ESCOLAR NO MUNICÍPIO DA BEIRA

### 4.1. Resumo

Este estudo analisou a importância das árvores nas escolas da cidade da Beira, considerando a percepção de directores, professores e alunos sobre práticas de manejo, prevalência e benefícios da arborização. A pesquisa envolveu 34 escolas (24 primárias e 10 secundárias), com participação de 88 professores, 34 directores e 34 grupos de alunos. Os dados foram colectados por entrevistas (directores), questionários (professores) e discussões em grupo (alunos). A maioria dos directores era do sexo masculino e possuía formação superior. Já entre os professores, havia equilíbrio de género, com predominância da faixa etária entre 30 e 50 anos.

Em relação ao manejo, 75% das escolas primárias relataram não ter plano formal, dependendo de cuidadores informais. Nas ESGs, 60% possuíam algum plano, geralmente ligado à presença de jardineiros. As percepções sobre os cuidados variaram conforme a classe: professores da 6ª classe relataram maior frequência de cuidados, enquanto os da 10ª e 12ª indicaram práticas mais esporádicas ( $p = 0.001$ ). Entre os alunos, 40.9% consideraram que há manejo regular, especialmente na 12ª classe, enquanto os mais jovens apontaram maior irregularidade ou ausência de cuidados.

Quanto à tendência do número de árvores, directores das ESGs foram mais optimistas, destacando iniciativas de plantio, enquanto os de escolas primárias citaram limitações de espaço e danos do ciclone Idai. Professores e alunos, em sua maioria, perceberam estabilidade ou aumento no número de árvores. Os benefícios mais reconhecidos foram sombra, conforto térmico, embelezamento, qualidade do ar e uso educativo. Conclui-se que há maior estrutura de manejo nas escolas secundárias, embora ainda existam desafios no planeamento e gestão arbórea, especialmente no ensino primário.

**Palavras-chave:** Arborização escolar, Percepção ambiental, Manejo de árvores, Benefícios das árvores, Sustentabilidade escolar.

### 7.1. Introdução

No contexto escolar, a presença de árvores não só proporciona benefícios ecológicos, como também contribui para o desenvolvimento cognitivo, social e emocional dos alunos (Akbari et

al., 2001; Dadvand et al., 2015). O contacto frequente com áreas verdes pode melhorar a concentração, reduzir o *stress* e fortalecer habilidades de socialização entre os alunos, Esses ambientes promovem uma experiência de aprendizado mais integrada à natureza, incentivando comportamentos colaborativos e de cuidado com o meio ambiente (Chawla, 2009; Lindgren, 2009). Dessa forma, a arborização nas escolas não só favorece a saúde física dos alunos, mas também enriquece o ambiente educacional, ajudando a construir uma consciência ecológica que pode perdurar ao longo da vida.

Em áreas urbanas densamente povoadas, como o município da Beira, as árvores desempenham um papel vital na mitigação do efeito de ilhas de calor, melhorando o microclima e promovendo o conforto térmico em espaços que, de outra forma, estariam sujeitos a temperaturas elevadas e à poluição atmosférica (Akbari et al., 2001; Nuruzzaman, 2015). Dessa forma, a arborização escolar não é apenas uma questão estética, mas também uma estratégia para promover a saúde e o bem-estar dos usuários desses espaços.

As áreas verdes nas escolas contribuem para a redução da poluição do ar, uma vez que as árvores capturam partículas de poeira e outros poluentes atmosféricos (Nowak et al., 2006). Além disso, essas áreas proporcionam refúgio para a fauna local e actuam como micro-habitats, permitindo que os alunos tenham contacto com elementos da biodiversidade, o que fortalece a conexão com a natureza e incentiva práticas de conservação (Chawla, 2009). Lindgren (2009) destaca que o contacto com a natureza é essencial para o desenvolvimento das crianças e adolescentes, uma vez que aumenta a atenção, reduz o *stress* e estimula o aprendizado.

A análise das percepções da comunidade escolar sobre a arborização é fundamental para o entendimento da valorização e do cuidado com esses espaços verdes. O envolvimento de alunos, professores e directores é um factor determinante para a manutenção e protecção das áreas arborizadas, pois as atitudes e o conhecimento desses grupos impactam directamente nas práticas de conservação (Kweon et al., 2017; Ulrich, 1984). Chawla & Derr (2012); Tidball & Krasny (2010); Wells & Evans (2003) afirmam que, em escolas onde há uma maior conscientização ambiental, a arborização é tratada como um patrimônio comum, sendo incorporada às práticas pedagógicas e ao currículo escolar. Assim, compreender a percepção da comunidade escolar sobre os benefícios e a importância da arborização torna-se essencial

para adoptar políticas públicas e acções educativas que integrem a sustentabilidade à formação escolar.

Embora a arborização urbana seja amplamente discutida, são raros os estudos que avaliam as condições e a distribuição das árvores nos ambientes escolares. Essa análise torna-se ainda mais relevante em Beira, uma cidade vulnerável a eventos climáticos extremos e a problemas de infraestrutura urbana, onde as árvores nas escolas podem actuar como barreiras naturais e melhorar a resiliência dos espaços escolares (FAO, 2021).

Diante desse contexto, o presente estudo tem como objectivo: (i) examinar a percepção dos directores, professores e alunos sobre os benefícios da arborização no ambiente escolar. Ao final, espera-se que este trabalho contribua na identificação de lacunas no entendimento sobre a arborização escolar, promovendo um ambiente escolar mais sustentável, resiliente e saudável.

### **7.1.1. Questões de pesquisa**

- (i) Como é feita a gestão das árvores nas escolas?
- (ii) Qual é a tendência do número de árvores nas escolas?
- (iii) Quais os benefícios das árvores nas escolas?
- (iv) Qual é o nível de participação dos alunos, professores e directores no plantio de árvores nas escolas?

## **7.2. Material e métodos**

### **7.2.1. População e Amostra**

O estudo realizou-se na Cidade da Beira, na região centro do país, concretamente na província de Sofala. Abarcou 34 das 70 escolas públicas da urbe, nesta temática de pesquisa acrescentou-se a EP Unidade. A amostra foi composta por 88 professores, distribuídos entre diferentes categorias de ensino: 48 actuavam em Escolas Primárias (EPs1), 20 em Escolas Secundárias do 1º Grau (ESGs1), e 20 em Escolas Secundárias do 2º Grau (ESGs2). A selecção dos professores foi feita aleatoriamente, considerando a disponibilidade para responder ao questionário, e priorizou-se a inclusão de dois professores por classe (6ª, 10ª e 12ª classe).

Os professores que lecionavam na 6ª classe eram responsáveis por todas disciplinas, enquanto os das 10ª e 12ª classes leccionavam disciplinas específicas, como Agropecuária, Biologia, Geografia e Química. Além dos professores, foram entrevistados 34 directores, na ausência de

algum director, o responsável substituto foi entrevistado. Para complementar a colecta de dados, foram realizadas discussões em grupo com alunos, incluindo 10 alunos de cada classe, sendo 5 de cada sexo, totalizando 34 grupos de discussão.

### **7.2.2. Justificativa Para a Escolha das Classes**

A selecção das classes 6<sup>a</sup>, 10<sup>a</sup> e 12<sup>a</sup> como grupos de estudo no âmbito da pesquisa, está alinhada a critérios estratégicos e metodológicos que visam garantir a abrangência e a profundidade de análise do tema. A seguir, se apresenta as justificativas detalhadas para essa escolha:

Quadro 1: Justificativa para a escolha das classes

Justificativa	Estratégia
Representatividade dos Níveis de Ensino	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 6<sup>a</sup> classe (Ensino Primário): Refere-se ao último ano do ensino primário, sendo uma etapa em que os alunos começam a consolidar conceitos fundamentais sobre o meio ambiente. Essa classe permite avaliar como a arborização é percebida em uma fase inicial da formação escolar, quando os alunos têm maior proximidade com actividades práticas.</li> <li>• 10<sup>a</sup> classe (Ensino Secundário do 1<sup>o</sup> Ciclo): Este é um ponto de transição entre o ensino primário e níveis mais avançados de aprendizagem. Os alunos dessa classe têm maturidade suficiente para refletir criticamente sobre a arborização, tanto no âmbito prático quanto teórico.</li> <li>• 12<sup>a</sup> classe (Ensino Secundário do 2<sup>o</sup> Ciclo): A última etapa do ensino secundário permite acessar percepções de alunos que estão se preparando para ingressar no ensino superior ou no mercado de trabalho, com capacidade de avaliar os benefícios da arborização com base em uma perspectiva mais ampla.</li> </ul>
Faixa Etária e Maturidade Cognitiva	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 6<sup>a</sup> classe: Alunos geralmente possuem entre 11 e 13 anos, estando em um estágio de maior interação prática com o ambiente escolar e sensíveis à EA.</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 10<sup>a</sup> classe: Alunos com idades entre 15 e 17 anos, aptos a compreender a arborização no contexto de sustentabilidade e como parte de um sistema mais complexo de benefícios sociais e ecológicos.</li> <li>• 12<sup>a</sup> classe: Jovens entre 17 e 19 anos, que já desenvolveram senso crítico e podem relacionar práticas escolares de arborização com questões globais, como mudanças climáticas e desenvolvimento sustentável.</li> </ul>
Potencial para Estratégias Futuras	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Planear actividades práticas e teóricas adaptadas à idade e ao nível de conhecimento dos alunos.</li> <li>• Desenvolver materiais pedagógicos que abordem o manejo de árvores e os benefícios da arborização de forma progressiva e contínua.</li> </ul>

### 7.2.3. Colecta de Dados

A colecta de dados ocorreu entre 8 de fevereiro e 22 de maio de 2024, em 34 escolas públicas da cidade da Beira, sendo 24 Escolas Primárias (EPs) e 10 Escolas Secundárias (ESGs), distribuídas pelos cinco Postos Administrativos da cidade, conforme mostrado na Tabela 1.

Os dados foram obtidos por meio de entrevistas abertas realizadas com os directores das escolas (apêndice D) e um questionário físico estruturado aplicado aos professores (apêndice E). As discussões em grupo com os alunos seguiram um roteiro com perguntas abertas e fechadas (apêndice F) previamente elaborado para garantir flexibilidade nas respostas e promover uma discussão colectiva sobre temas relacionados à arborização.

O questionário dos professores foi autoadministrado, isto é, cada professor recebeu um formulário e o respondeu individualmente. As entrevistas com os directores foram gravadas com um gravador de áudio, enquanto o entrevistador também registava as respostas por escrito. Durante as discussões em grupo, cada aluno compartilhava sua opinião sobre as perguntas apresentadas. As perguntas abordaram as percepções e práticas sobre o manejo, prevalência e benefícios da arborização no ambiente escolar.

#### 7.2.4. Análise de Dados

A análise das entrevistas foi conduzida por meio da técnica de análise de conteúdo, uma abordagem que permite categorizar e interpretar dados textuais para identificar padrões e temas centrais na informação colectada (Bardin, 2011).

Para os inquéritos, os dados dos formulários físicos foram transferidos para uma planilha de Excel, formando uma base de dados organizada. No processamento das respostas dos questionários, utilizou-se IBM SPSS Statistics V27, amplamente empregado em pesquisas sociais por sua capacidade de realizar análises descritivas e inferenciais que facilitam a interpretação dos resultados (Field, 2013). Para investigar associações entre variáveis categóricas, aplicou-se o teste exacto de Fisher, especialmente adequado em casos com frequências reduzidas, pois proporciona maior precisão ao calcular a probabilidade exacta de associação entre variáveis (Agresti, 2018).

O processo de análise das discussões em grupo, seguiu uma abordagem colectiva. Primeiramente, as respostas foram agrupadas em categorias conforme as ideias principais que emergiram das discussões. Esse método permitiu a colecta de percepções diversificadas, já que os membros do grupo expressam suas opiniões e constroem respostas colectivamente (Morgan, 1996). Na última etapa, totalizou-se quantos grupos mencionaram cada categoria, buscando refletir a perspectiva colectiva de cada grupo de alunos. Em vez de listar respostas individuais, as opiniões foram sintetizadas para destacar as percepções predominantes, o que possibilita uma visão representativa e ajustada ao contexto dos debates em grupo (Kitzinger, 1994).

### 7.3. Resultados

#### 7.3.1. Perfil dos Directores e Professores

Os dados do perfil dos directores das escolas (ver tabela 6), sugerem um grupo predominantemente masculino e de meia-idade (64.7%), com menor representação de pessoas jovens e idosas, director geral da escola (55.9%) foi a função mais comum e o grupo é amplamente composto por pessoas com formação superior (74.1%).

Tabela 7: Perfil sócio-demográfico dos directores entrevistados

Estrutura etária e distribuição de sexo	Faixas etárias	Masculino	Feminino	Total
Jovem	18 - 29	0	0	0

**DIVERSIDADE, ESTRUTURA E BENEFÍCIOS DAS ÁRVORES NAS ESCOLAS  
PÚBLICAS DA CIDADE DA BEIRA**

Meia-idade	30 - 39	5	1	6
	40 - 50	12	4	16
Idoso	51 - 60	5	5	10
	61+	2	0	2
Total		24	10	34
<b>Função</b>				
Director				19
Director Pedagógico				14
Chefe da secretaria				1
Total				34
<b>Desempenho Educacional</b>				
Técnico básico				1
Técnico médio				1
Técnico superior				32
Total				34

Quanto ao perfil demográfico dos professores inquiridos (ver tabela 7), a predominância foi a faixa etária meia-idade (30-50 anos), que representa a maior parte do grupo analisado, correspondendo a aproximadamente 76% do total. O número de mulheres (53.4%) foi ligeiramente maior do que o dos homens (46.6%), indicando uma distribuição de gênero um pouco mais equilibrada, mas com uma leve predominância feminina.

A maioria dos professores possui nível superior (59.1%), está na faixa de 11 a 20 anos de experiência (52.3%) e leciona todas as disciplinas (54.5%), especificamente entre os professores da ESG, as disciplinas de Agro-pecuária e Biologia foram as mais destacadas (12.5% respectivamente).

Tabela 8: Perfil sócio-demográfico dos professores inquiridos

Estrutura etária e distribuição de sexo	Faixas etárias	Masculino	Feminino	Total
Jovem	18 - 29	5	7	12
	30 - 39	18	15	33
Meia-idade	40 - 50	14	20	34

**DIVERSIDADE, ESTRUTURA E BENEFÍCIOS DAS ÁRVORES NAS ESCOLAS PÚBLICAS DA CIDADE DA BEIRA**

Idoso	51 - 60	4	5	9
	61+	0	0	0
Total		41	47	88
<hr/>				
Nível de escolaridade				
<hr/>				
Formação de professores				36
Superior				52
Total				88
<hr/>				
Tempo de profissão				
<hr/>				
0 - 10				24
11 - 20				46
21 - 30				13
30 +				5
Total				88
<hr/>				
Professores das disciplinas leccionadas				
<hr/>				
Agro-pecuária				11
Biologia				11
Geografia				10
Química				8
Todas				48
Total				88
<hr/>				

### 7.3.2. Maneio das Árvores nas Escolas

A maioria dos directores de EPs, 75%, mencionou que não possuem um plano de maneio formal para as árvores. As razões incluem a falta de um documento estruturado e a dependência de cuidadores informais, como guardas, professores e alunos, para a manutenção das árvores. Por exemplo, um director afirmou: "*O guarda é quem cuida das árvores da escola.*" Além disso, alguns directores relataram a prática de plantar árvores anualmente, mas sem um plano formal: "*Uma vez ao ano, realizamos o plantio de novas árvores.*" Apenas 25% dos directores indicaram que existem iniciativas relacionadas ao maneio das árvores, embora muitas vezes em carácter informal. Um deles afirmou que "*temos um plano de maneio simples, mas que funciona bem.*" Outro director destacou que o lema da escola é "*manter o que existe e plantar mais,*" sugerindo uma preocupação com a sustentabilidade, mesmo sem um plano estruturado.

Entre os directores das ESGs, 60% afirmaram que possuem um plano de manejo. Um director mencionou: "*Sim, existe desde 2018,*" indicando um compromisso com a gestão das árvores. Outro director destacou que "*temos um jardineiro que também é o zelador da escola, ele é o responsável por tudo,*" o que implica na existência de uma estrutura organizacional para o cuidado das árvores. 40% dos directores relataram que suas escolas não têm um plano de manejo formal. Um director afirmou que "*a escola é muito pequena e não temos muitas árvores,*" o que pode ter contribuído para a falta de um plano estruturado.

A figura 10 apresenta as percepções dos professores sobre os cuidados com as árvores nas escolas, na opção "raramente", a maior frequência de respostas nesta categoria vem das 10<sup>a</sup> (50%) e 12<sup>a</sup> classes (55%), sugerindo que esses alunos percebem o cuidado com as árvores como uma prática menos frequente na escola. A categoria "Ocasionalmente" a 10<sup>a</sup> classe tem a maior proporção com 40%. A 6<sup>a</sup> classe é a única a apresentar uma contagem alta na categoria "frequentemente", com 35.4%, isso sugere que os alunos mais jovens percebem uma maior frequência de cuidado com as árvores, comparado aos alunos mais velhos. "muito frequentemente" foi escolhida por apenas 2.1% de alunos da 6<sup>a</sup> classe, e não recebeu respostas nas demais classes, indicando que o cuidado intenso é percebido como raro em geral.

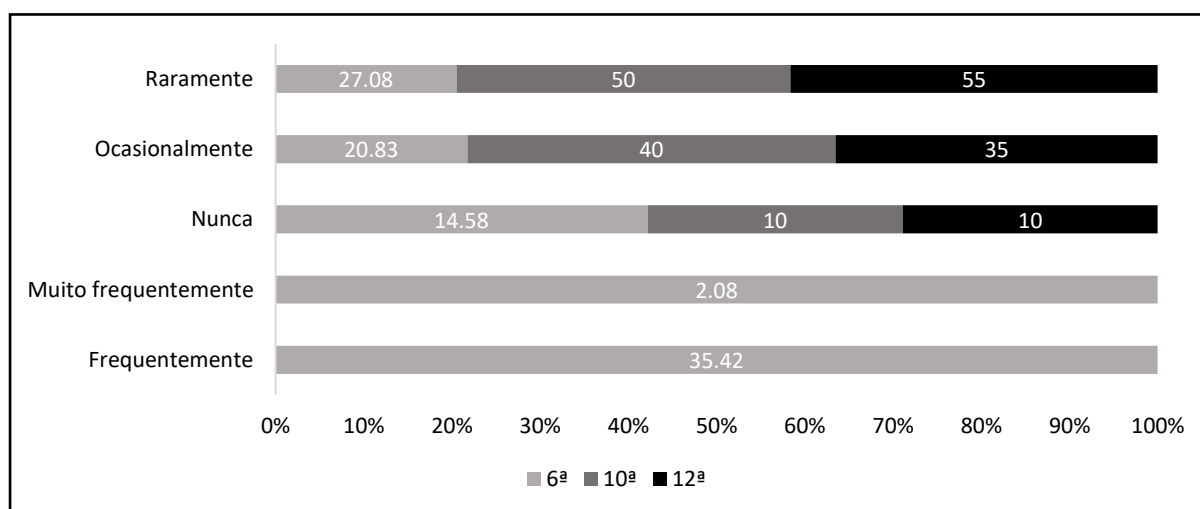


Figura 10: Percepção dos professores em relação ao manejo das árvores nas escolas

Os resultados do Teste Exato de Fisher, o valor de significância de 0.001 é muito inferior ao nível de significância comum de 0.05, indicando que há uma relação significativa entre as respostas dos professores sobre os cuidados com as árvores e as classes que lecionam. Isso

sugere que a percepção sobre os cuidados varia de acordo com a classe em que os professores leccionam.

Durante as discussões em grupo com alunos da 6<sup>a</sup>, 10<sup>a</sup> e 12<sup>a</sup> classes, foi feita a pergunta: "Há manejo das árvores na escola?" Os alunos compartilharam suas percepções sobre essa questão importante para a gestão ambiental do ambiente escolar. Um total de 18 grupos (40.9%) respondeu que "sim, há manejo regular" das árvores na escola. Essa resposta foi mais comum entre os alunos da 12<sup>a</sup> classe, com 70% dos grupos afirmando que existe um manejo sistemático e bem definido. Um aluno da 12<sup>a</sup> classe comentou: *"As árvores são podadas regularmente e são bem cuidadas, o que ajuda a mantê-las saudáveis."* Na 10<sup>a</sup> classe, 60% dos grupos também relataram a presença de manejo regular, enquanto apenas 20.8% dos grupos da 6<sup>a</sup> classe compartilhavam essa percepção.

Por outro lado, 13 grupos (29.5%) indicaram que *"sim, mas não sempre"* existe manejo das árvores. Essa resposta foi mais prevalente entre os alunos da 6<sup>a</sup> classe, com 41.7% dos grupos mencionando que o manejo é feito, mas sem consistência. Um aluno destacou: *"Às vezes cuidam das árvores, mas não sempre, e algumas precisam de mais atenção."* Na 10<sup>a</sup> classe, apenas 20% dos grupos notaram esse manejo irregular, e apenas 10% da 12<sup>a</sup> classe concordaram.

Além disso, 13 grupos (29.5%) relataram que *"não, não há manejo"* das árvores na escola. Essa percepção foi expressa especialmente entre os alunos da 6<sup>a</sup> classe, onde 37.5% dos grupos afirmaram que as árvores não recebem cuidados adequados. Um aluno mencionou: *"As árvores estão sempre desorganizadas e não vemos ninguém cuidando delas."* Na 10<sup>a</sup> e 12<sup>a</sup> classes, essa resposta foi menos comum, com 20% de ambos os grupos afirmando que não há manejo.

### **7.3.3. Tendência do Número de Árvores nas Escolas**

A análise das respostas dos directores das escolas básicas e secundárias sobre a tendência do número de árvores nas instituições revela percepções variadas, refletindo tanto preocupações quanto iniciativas positivas.

Entre os 24 directores das EPs entrevistados, 54% acredita que a tendência é de aumento do número de árvores. Muitos destacam o compromisso com o plantio, como no caso de um director que mencionou que, *"no início do ano, plantamos 6 mudas e estão a ser bem*

*cuidadas*". No entanto, também há preocupações expressas por 38% dos directores que alertam que a tendência pode ser *"diminuir, por causa de questões culturais e do comportamento de pessoas que usam a escola como caminho, além do impacto do ciclone IDAI"*. Além disso, um director destacou que a falta de espaço limita a capacidade de expansão da arborização, uma preocupação válida para 8% dos entrevistados.

Por outro lado, os directores das ESGs apresentaram uma visão mais optimista e unificada em relação ao aumento do número de árvores. Aproximadamente 70% dos directores indicaram que a tendência é de aumento. Um director mencionou que *"a tendência é aumentar sempre"*, enquanto outro destacou que, *"este ano plantamos 30 mudas e nosso objetivo é que se tornem árvores adultas"*. Apesar de 30% dos directores reconhecerem limitações de espaço e a necessidade de manter o número de árvores, a maioria expressa um compromisso firme com a arborização escolar.

A figura 11 apresenta os resultados da percepção dos professores quanto a tendência do número de árvores nas respectivas escolas. A maioria dos professores acredita que o número de árvores na escola é manter, com 52.3% do total, sendo a escolha predominante em todas as classes: 50% na 10<sup>a</sup>, 45% na 12<sup>a</sup>, e 56.3% na 6<sup>a</sup> classe. A segunda percepção mais comum do número de árvores é aumentar, com 42% do total. A 12<sup>a</sup> classe (55%) e a 10<sup>a</sup> classe (50%) têm uma proporção ligeiramente maior de professores que consideram haver um aumento de árvores em comparação à 6<sup>a</sup> classe (33.3%). Apenas 5.7% acreditam que a tendência no número de árvores é diminuir, todos da 6<sup>a</sup> classe, representando 10.4% dessa classe. O Teste Exato de Fisher foi aplicado para avaliar a relação entre a tendência do número de árvores nas escolas e as diferentes classes (10<sup>a</sup>, 12<sup>a</sup> e 6<sup>a</sup>). A significância exacta foi de 0.225. Este valor indica que não há evidência suficiente para rejeitar a hipótese nula de que não há diferença significativa nas respostas entre as diferentes classes em relação à tendência do número de árvores nas escolas.

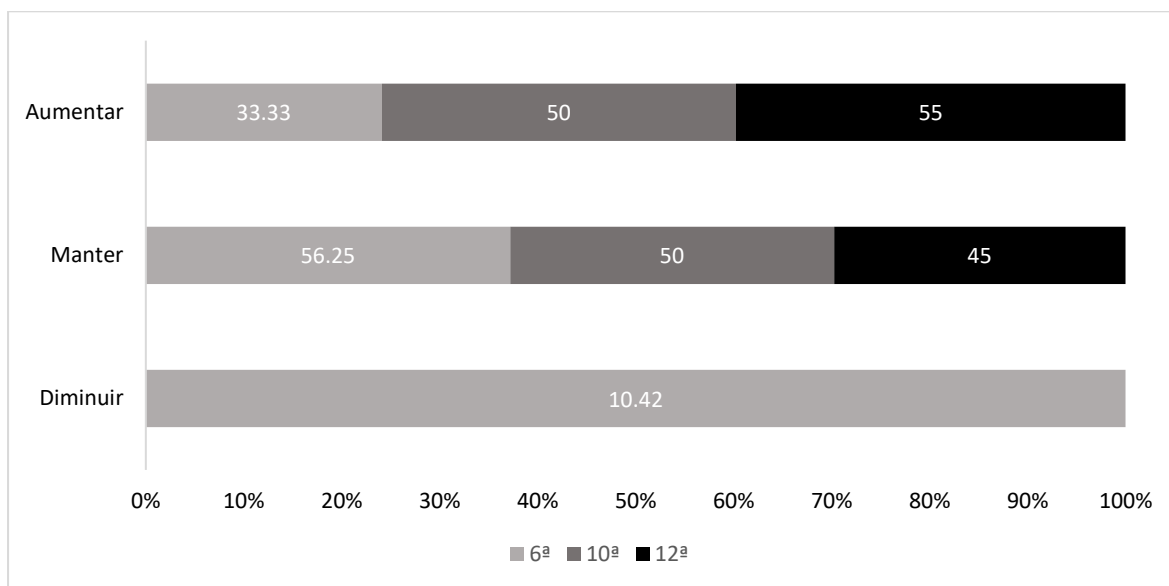


Figura 11: Percepção dos professores com relação a tendência do número de árvores nas escolas

Nas discussões em grupo realizadas com alunos da 6ª, 10ª e 12ª classes, foi perguntado: "Qual é a tendência do número de árvores na escola?" As percepções dos alunos sobre essa questão revelam diferentes visões sobre a tendência do número de árvores no ambiente escolar.

Um total de 26 grupos de alunos (59.1%) respondeu que o número de árvores está aumentando. Essa percepção foi mais predominante entre os alunos da 6ª classe, onde 62.5% dos grupos afirmaram que as árvores estão se multiplicando. Um aluno da 6ª classe comentou: "*Temos plantado muitas árvores novas, especialmente durante as datas comemorativas*". Os alunos da 10ª classe também mostraram otimismo, com 50% dos grupos compartilhando essa visão, enquanto a 12ª classe teve 60% dos grupos afirmando que o número de árvores está aumentando.

Por outro lado, 13 grupos (29.5%) indicaram que a tendência do número de árvores está manter. Nesta categoria, a 6ª classe foi a que mais respondeu dessa forma, com 29.2% dos grupos dizendo que a quantidade de árvores se manteve ao longo do tempo. Um aluno da 10ª classe mencionou: "*Não vemos muitas mudanças; as árvores que temos estão sempre lá, mas não estamos plantando mais.*" A 12ª classe apresentou uma visão similar, com 30% dos grupos indicando que a quantidade de árvores se mantém constante.

Além disso, 5 grupos (11.4%) relataram que o número de árvores é diminuindo. Essa percepção foi mais expressiva entre a 10ª classe, com 20% dos grupos afirmando que o número de árvores

está em queda. Um aluno da 10<sup>a</sup> classe afirmou: *"Algumas árvores foram cortadas para dar espaço a novas construções, e isso é preocupante."* Na 6<sup>a</sup> classe, apenas 8.3% dos grupos relataram essa percepção, enquanto na 12<sup>a</sup> classe, apenas 10% dos grupos compartilhavam essa visão.

Nenhum grupo expressou incerteza sobre a tendência do número de árvores, indicando que todos os participantes tinham uma opinião clara sobre a situação actual.

#### **7.3.4. Percepções Sobre os Benefícios das Árvores na Escola**

Os resultados das entrevistas realizadas com os directores das EPs e ESGs revelam uma percepção amplamente positiva sobre os benefícios das árvores no ambiente escolar. Entre os directores das EPs, 70.8% (17 de 24) destacou a importância das árvores em oferecer sombra, melhorando a qualidade do ambiente para os alunos. Por exemplo, muitos mencionaram que *"as árvores proporcionam um espaço agradável para actividades recreativas"*, além de contribuírem para *"a purificação do ar e a conservação do solo"*. Além disso, 45.8% (11 de 24) também associaram a presença de árvores a oportunidades educativas, enfatizando que *"elas servem como locais para aulas, principalmente Educação Física"*.

No que diz respeito aos directores das ESGs, 70% (7 de 10) reconheceram que *"as árvores não apenas embelezam o espaço escolar, mas também contribuem para a redução da temperatura"*, tornando o ambiente mais confortável. Outros directores, 40% (4 de 10), ressaltaram a importância das árvores como *"barreiras, que ajudam a reduzir o contacto do aluno com o que acontece no externo da escola"*, o que pode ser particularmente benéfico para a concentração dos alunos. Além disso, 60% (6 de 10) dos directores das ESG enfatizaram que *"as árvores são um recurso valioso para projectos de educação ambiental"*, ajudando a cultivar uma consciência ecológica entre os alunos.

A figura 12 mostra as percepções dos professores das diferentes classes da 6<sup>a</sup>, 10<sup>a</sup> e 12<sup>a</sup>. A análise dos dados indicou que os professores da 6<sup>a</sup> classe valorizam mais os benefícios ambientais e de saúde proporcionados pela arborização, com destaque para a melhoria do meio ambiente e da qualidade do ar na escola, representando 62.5% das respostas. Em comparação, os professores da 10<sup>a</sup> e 12<sup>a</sup> classes demonstraram uma percepção mais voltada para a redução de riscos ambientais, como inundações e erosão, com 45% e 40%. A proteção da fauna e flora

foi o benefício menos citado, com apenas 4 respostas no total, sendo 0% na 10<sup>a</sup> classe, 5% na 12<sup>a</sup> classe e 6,3% na 6<sup>a</sup> classe. os resultados do Teste Exato de Fisher ( $p > 0.05$ ) revelam que as percepções sobre os benefícios das árvores nas escolas são significativas e variam entre as classes, refletindo diferentes níveis de conscientização e compreensão sobre o impacto ambiental das árvores.

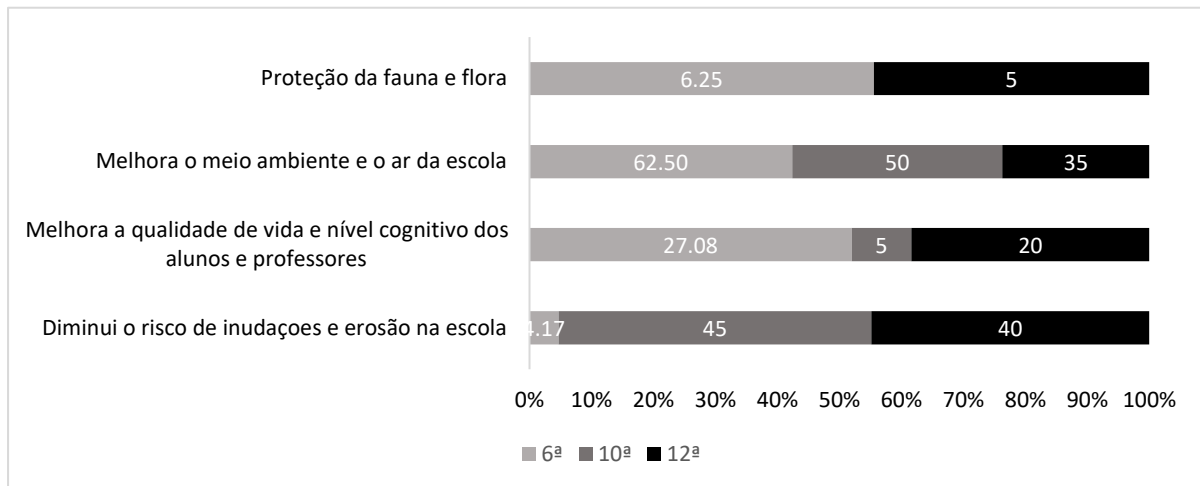


Figura 12: Percepção dos professores sobre os benefícios da arborização nas escolas

Durante as discussões em grupo com os alunos da 6<sup>a</sup>, 10<sup>a</sup> e 12<sup>a</sup> classes, foram questionados sobre os benefícios as árvores presentes nas respectivas escolas. Os alunos identificaram vários aspectos positivos relacionados à presença das árvores no ambiente escolar. O benefício mais citado foi a sombra, essa percepção foi especialmente comum entre os alunos da 6<sup>a</sup> classe, com 37.5% (9 de 24), enquanto 50% (5 de 10) dos grupos da 10<sup>a</sup> classe e 40% (4 de 10) da 12<sup>a</sup> classe mencionaram o mesmo. Um aluno da 6<sup>a</sup> classe comentou: *"nós usamos as árvores para nos proteger do sol durante o intervalo e também quando estamos nas aulas de Educação Física."*

Outro benefício frequentemente mencionado foi a produção de frutas, os alunos da 6<sup>a</sup> classe foram os que mais valorizaram esse aspecto, com 29,2% dos grupos apontando as frutas como um recurso importante nas escolas. Um aluno observou: *"as árvores da escola nos dão frutas, que às vezes comemos"*. Nas classes superiores, a menção desse benefício foi menos frequente, com apenas 20% dos grupos da 12<sup>a</sup> classe fazendo essa observação, não houve menção desse benefício por parte dos alunos da 10<sup>a</sup> classe em nenhum dos grupos.

Na 6ª classe, 25% dos grupos mencionaram que as árvores oferecem um espaço tranquilo para descansar ou brincar. Um dos alunos afirmou: *"gosto de sentar debaixo das árvores para descansar depois das aulas ou para brincar com meus amigos no intervalo."* Já na 12ª classe, essa função das árvores foi mencionada por 30% dos grupos, que também identificaram esse benefício como parte do uso recreativo do espaço escolar durante o intervalo.

Outro uso relevante das árvores foi o material didático nas actividades escolares. Esse uso foi mais destacado por 30% na 6ª classe, onde os alunos relataram que as árvores são utilizadas em actividades educativas, como o estudo das plantas e do meio ambiente, um aluno mencionou que as árvores são um recurso nas aulas práticas: *"Já usamos as árvores nas aulas de Ciências Naturais para entender como as plantas crescem."*

Além disso, 13.6% dos grupos mencionaram que as árvores melhoram a estética e o ambiente escolar, tornando o espaço mais agradável e bonito. Esse benefício foi destacado por alunos de diferentes classes, como um aluno da 10ª classe que comentou: *"A escola fica mais bonita com as árvores, e isso nos faz sentir mais confortáveis."* Alguns alunos também reconheceram o papel das árvores na melhoria do microclima e da qualidade do ar, citado por 11.4% do total dos grupos. Um aluno da 10ª classe afirmou: *"As árvores deixam o ar mais fresco, e a escola parece mais agradável por causa disso."* Por fim, 4.5% de todos os grupos mencionaram que as árvores oferecem proteção contra o vento e a chuva, destacando a importância das árvores na redução dos efeitos das condições climáticas adversas, como relatado por um aluno da 6ª classe *"Quando está ventando muito ou chovendo, a gente se protege em baixo das árvores."*

### **7.3.5. Participação em Actividades de Plantio na Escola**

Das 24 respostas colectadas dos directores das EPs, observa-se que a maioria (62.5%) realiza actividades de plantio de forma regular. Um director mencionou que *"promovemos actividades de plantio uma vez por semestre,"* enquanto outro destacou que *"os alunos plantam mudas no dia do meio ambiente."* Além disso, 25% dos directores afirmaram que as actividades de plantio acontecem apenas em ocasiões especiais, como indicado por um director que disse: *"Participamos de campanhas locais de plantio de árvores."* Por outro lado, 12.5% dos directores indicaram que ainda não realizam actividades de plantio, com um director afirmando que *"do momento ainda não existe um projeto estruturado para isso"*.

Entre os 10 directores das ESGs, a prática da actividade de plantio é positiva, com 80% relatando a actividade. Um director destacou que *"realizamos plantios anuais com a participação dos alunos,"* e outro mencionou que *"as aulas práticas de agropecuária incluem actividades de plantio."* Além disso, 20% dos directores indicaram que não têm actividades de plantio programadas, com um deles afirmando que *"a escola é muito pequena e não temos muitas árvores."*

A análise dos dados sobre a participação dos professores em actividades de plantio na escola no último ano revela padrões interessantes entre as diferentes classes da 10<sup>a</sup>, 12<sup>a</sup> e 6<sup>a</sup> (ver a figura 13). Um total de 30 professores (34.1%) não têm certeza ou não se recordam de ter participado de actividades de plantio na escola. Esta categoria é mais comum entre as classes 10<sup>a</sup> e 12<sup>a</sup>, com 55% em cada uma. A 6<sup>a</sup> classe apresenta uma percentagem menor, com apenas 16.7%. Um total de 58 professores (65.9%) confirmou a participação em actividades de plantio, com a 6<sup>a</sup> classe apresentando a maior taxa de participação, com 83.3%. As classes 10<sup>a</sup> e 12<sup>a</sup> têm uma taxa de participação menor, com 45% cada. Os resultados do Teste Exato de Fisher ( $p = 0.001$ ) para as respostas dos professores sobre a participação em actividades de plantio na escola demonstram uma associação estatisticamente significativa entre as respostas dos professores e a participação em actividades de plantio nas diferentes classes (10<sup>a</sup>, 12<sup>a</sup> e 6<sup>a</sup>).

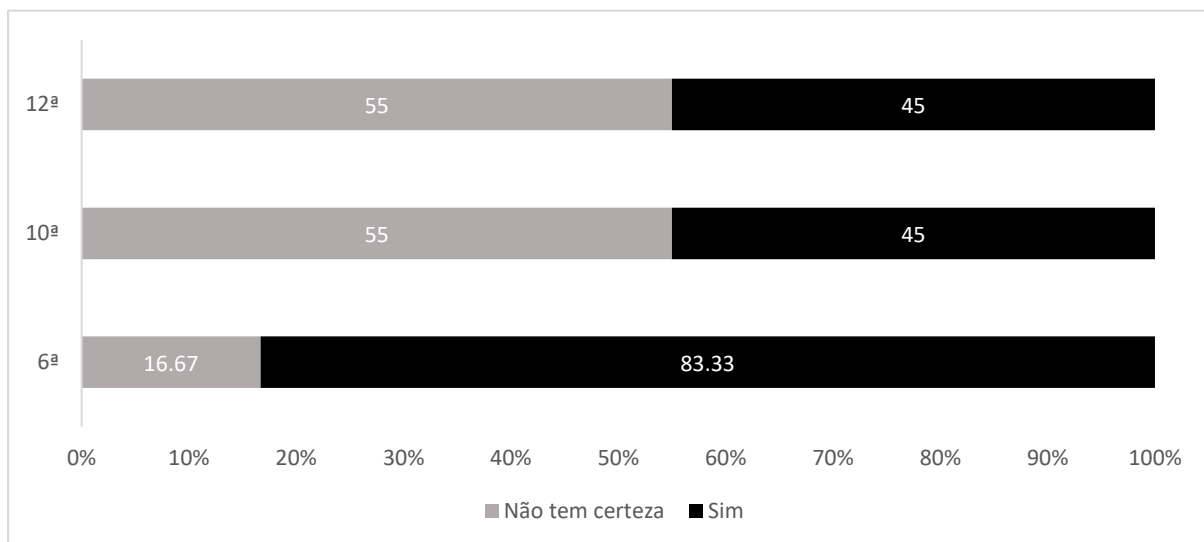


Figura 13: Participação dos professores em actividades de plantio

Durante as discussões em grupo realizadas com alunos da 6<sup>a</sup>, 10<sup>a</sup> e 12<sup>a</sup> classes, foi feita a pergunta: "Vocês tem participado de actividades de plantio na escola?". Um total de 32 grupos

(72.7%) respondeu que "sim," confirmando sua participação em actividades de plantio. A 6ª classe destacou-se com 75% dos grupos afirmando que participaram de acções de plantio. Um aluno da 6ª classe comentou: *"Participamos de várias actividades, especialmente durante o dia do meio ambiente, no ano passado."* A 10ª classe também mostrou um bom envolvimento, com 60% dos grupos relatando participação. Um aluno da 10ª classe acrescentou: *"Temos uma equipe de alunos que sempre se envolve em actividades de plantio."* Na 12ª classe, 80% dos grupos indicaram que estiveram envolvidos, evidenciando um forte engajamento. Um aluno da 12ª classe expressou: *"Sempre que há uma actividade de plantio, faço questão de participar."*

Por outro lado, 12 grupos (27,3%) afirmaram que "não" participaram de actividades de plantio. Na 6ª classe, 25% dos grupos relataram não ter participado. Um aluno da 6ª classe disse: *"Eu gostaria de participar, mas não sabia que havia essa actividades."* Na 10ª classe, 40% dos grupos afirmaram não ter participado de nenhuma actividade de plantio, com um aluno mencionando: *"Às vezes, as actividades não são bem divulgadas."* Já na 12ª classe, apenas 20% dos grupos relataram não ter participado, indicando um engajamento maior em comparação com as outras classes.

#### 7.4. Discussão

##### 7.4.1. Maneio das Árvores nas Escolas

A percepção dos directores e alunos sobre o maneio das árvores nas escolas varia significativamente, evidenciando diferenças entre escolas primárias (EPs) e secundárias (ESGs), bem como entre as diferentes classes de ensino. A maioria dos directores de EPs (75%) afirmou não possuir um plano formal de maneio, apontando para uma abordagem mais informal de cuidado das árvores, que envolve frequentemente o apoio de cuidadores informais, como guardas e alunos. O sugere que, em muitos casos, a sustentabilidade ambiental no ambiente escolar ainda é limitada pela falta de um plano de maneio estruturado, o que também é observado em outras instituições educacionais com recursos limitados (Sales et al., 2023).

Em contrapartida, 60% dos directores de ESGs indicaram que possuem um plano de maneio, sugerindo um compromisso mais formal com a gestão das árvores. O desenvolvimento de planos de maneio em escolas é essencial para garantir a conservação das áreas verdes e promover uma EA eficaz Browning & Rigolon (2019). A presença de um jardineiro ou zelador responsável pelo cuidado das árvores em algumas ESGs ilustra uma estrutura organizacional

mais robusta, o que pode refletir uma maior conscientização ambiental e compromisso com práticas sustentáveis (Papadopoulou et al., 2020).

A percepção dos professores e alunos sobre a frequência do cuidado das árvores também varia entre as classes. Para os alunos mais novos, há uma percepção de maior cuidado com as árvores, o que pode estar relacionado a um maior interesse ou envolvimento nas actividades ambientais promovidas na escola. Veselinovska & Osogovska (2012) ressaltam que o envolvimento dos alunos em actividades de conservação pode influenciar positivamente sua percepção sobre o cuidado ambiental.

As discussões em grupo com os alunos também trouxeram à tona percepções variadas sobre o manejo. Alunos da 12<sup>a</sup> classe, por exemplo, mostraram uma visão mais positiva. Esse contraste sugere que os alunos mais velhos talvez tenham mais acesso à informação sobre as práticas de manejo, ou que, com o tempo, os alunos desenvolvem uma visão mais crítica sobre as necessidades de cuidados ambientais (E. Silva et al., 2022).

Esses achados corroboram a importância de desenvolver programas de EA que enfatizem não só a importância da arborização, mas também a necessidade de manutenção regular e sustentável das árvores. Tais programas podem ser mais eficazes se incluírem alunos de diferentes faixas etárias, promovendo uma conscientização ecológica desde os primeiros anos de escolaridade (Andrade & Garcia, 2023).

#### **7.4.2. Tendência do Número de Árvores nas Escolas**

A análise sobre a tendência do número de árvores nas escolas, considerando as percepções de directores, professores e alunos, revela diferentes perspectivas que refletem tanto preocupações quanto iniciativas positivas em relação à arborização. Os directores das ESGs, por exemplo, demonstraram uma visão optimista. Segundo Claggett (2021), a presença de árvores nas escolas contribui para um ambiente mais saudável e agradável, proporcionando benefícios psicológicos e sociais aos alunos e funcionários, além de servir como uma ferramenta pedagógica para a EA.

Por outro lado, directores das EPs expressaram preocupações que podem limitar a continuidade e expansão da arborização, para eles a tendência pode ser de diminuição do número de árvores devido a factores culturais e ao uso das escolas como caminho de passagem, além dos impactos

causados pelo ciclone Idai. Ernestina et al. (2017), discutem que, em áreas urbanas, a redução da cobertura vegetal pode ser influenciada por questões de vandalismo, falta de manutenção e espaço limitado, desafios também identificados pelos directores que citaram a ausência de áreas adequadas para novas plantações. Essas limitações destacam a necessidade de políticas de conservação e conscientização para garantir a sustentabilidade da arborização nas escolas, reforçando o valor ecológico e educacional das árvores.

A perspectiva dos professores, que em sua maioria acredita que o número de árvores nas escolas está se mantendo estável, também reflete os desafios de expandir a arborização. De acordo com Ávila & Pancher (2015), a manutenção da cobertura arbórea é essencial para o equilíbrio ambiental, mas obstáculos como o espaço restrito em áreas densamente urbanizadas dificultam a ampliação desse recurso. Cecchetto et al. (2014), observam que, em muitos contextos urbanos, a percepção de estabilidade na arborização pode ser comum, mesmo quando há iniciativas de plantio, devido ao crescimento lento e gradual das árvores, o que pode não resultar em mudanças visíveis no ambiente escolar a curto prazo.

As percepções dos alunos, por sua vez, sugerem um efeito positivo das actividades de plantio realizadas em datas comemorativas, especialmente entre os alunos da 6ª classe, que relataram que o número de árvores está aumentando. Para Silva et al. (2022), actividades práticas como o plantio de árvores em ambientes escolares estimulam os alunos com temas de sustentabilidade e promovem uma percepção positiva sobre a importância das árvores. Ardoin et al. (2020) também destacam que alunos mais jovens tendem a responder de maneira mais optimista a práticas ambientais, pois essas actividades concretas reforçam o aprendizado e incentivam atitudes proambientais.

### **7.4.3. Percepções Sobre os Benefícios das Árvores nas Escolas**

Os resultados obtidos revelam uma percepção positiva sobre os benefícios das árvores no ambiente escolar, tanto por parte dos directores, professores e alunos. Por exemplo, as árvores têm sido reconhecidas como elementos que contribuem significativamente para a melhoria da qualidade do ar e da saúde mental dos alunos (Matsuoka & Kaplan, 2008). No presente estudo, a maioria dos directores das EPs mencionaram a sombra como um benefício crucial, que não só proporciona conforto físico, mas também favorece a realização de actividades recreativas

ao ar livre. Tal observação é apoiada por (Ulrich, 1983), que argumenta que o acesso à natureza está associado à redução do stress e ao aumento do bem-estar psicológico.

Adicionalmente, os directores das EP associaram a presença das árvores a oportunidades educativas, enfatizando que elas servem como espaços para aulas, especialmente em Educação Física. Isso está em linha com a pesquisa de Kuo et al. (1998), os quais sugerem que ambientes escolares ricos em natureza não apenas aumentam o interesse dos alunos, mas também melhoram os resultados académicos. No contexto das ESGs, os directores da EP reconhecem a capacidade das árvores de embelezar o espaço escolar e de reduzir a temperatura, corroborando a literatura que aponta as áreas verdes como mitigadoras do efeito de ilhas de calor urbano (Bowler et al., 2010; Niemelä, 1999).

Os professores da 6ª classe valorizam mais os benefícios ambientais e de saúde proporcionados pela arborização, este facto pode refletir o nível de conscientização e EA, como sugerido por Bogner & Wiseman (2006), ao observarem que alunos mais jovens tendem a estar mais sintonizados com questões ambientais, devido a uma maior exposição a programas educacionais focados na sustentabilidade.

As discussões em grupo com os alunos revelaram uma apreciação significativa pela sombra e pela produção de frutas, especialmente entre os alunos da 6ª classe, que destacaram esses aspectos como fundamentais para o ambiente escolar. A sombra é reconhecida não apenas como um recurso de conforto, mas também como um espaço para interação social e actividades recreativas, corroborando o trabalho de (Moore & Wong (1997), que aponta para a importância do espaço verde na promoção de práticas sociais entre os alunos.

Além disso, o uso das árvores como material didáctico, isto é meio expositivo, em actividades escolares é uma observação relevante. Isso indica que a arborização nas escolas não só proporciona benefícios directos ao ambiente físico, mas também serve como um recurso educactivo valioso, alinhando-se com as práticas de ensino activo e a EA. Como afirmam Seniciato & Cavassan (2004) o aprendizado prático em ambientes naturais pode fortalecer a compreensão dos alunos sobre a ecologia e a importância da conservação.

Os alunos também destacaram a importância das árvores para a estética e o ambiente escolar, enfatizando que um ambiente escolar agradável pode ter um impacto positivo no seu bem-estar e no desempenho acadêmico. Esta visão é apoiada por uma série de estudos que indicam que ambientes escolares visualmente agradáveis promovem a motivação e a satisfação dos alunos (Victor et al., 2021).

#### **7.4.4. Participação em Actividades de Plantio nas Escola**

Os resultados das actividades de plantio nas escolas mostram uma ampla participação e uma conscientização crescente sobre a importância do verde no ambiente escolar, embora ainda existam desafios em termos de estrutura e participação, especialmente em alguns níveis. Segundo Chawla (1999), práticas como o plantio de árvores em escolas não apenas melhoram o ambiente físico, mas também promovem valores ecológicos, pois incentivam a conscientização ambiental desde cedo. A regularidade das actividades de plantio nas escolas básicas, onde directores indicaram a realização de tais actividades, evidencia o reconhecimento do valor dessas práticas, alinhando-se com o que autores como Tilbury & Wortman (2004) e a UNESCO, (2020) mencionam sobre o efeito positivo de iniciativas ambientais na construção de uma cultura escolar mais sustentável.

No entanto, é evidente que a presença dessas actividades é mais limitada em certas escolas e em ocasiões especiais, o que corrobora com o estudo de Hungerford & Volk, (1990), Tilbury (1995) e UNESCO (2017), que destacam a importância de incorporar práticas ambientais de forma estruturada e contínua no currículo escolar. A participação dos professores também revelou variações significativas, com os professores da 6ª classe demonstrando maior envolvimento, Ernst & Monroe (2004) sugerem que o envolvimento de professores em actividades de sustentabilidade aumenta quando há uma percepção do valor educacional nessas práticas.

Quanto à participação dos alunos, o alto nível de envolvimento reflete a eficácia de eventos e campanhas ambientais em captar o interesse estudantil, especialmente entre os alunos da 6ª e da 12ª classes. Autores como Almeida e Ferreira (2020) defendem que actividades práticas, como o plantio, tornam a aprendizagem mais significativa para os alunos, fortalecendo o vínculo com o meio ambiente. Os comentários dos alunos, relatando entusiasmo e vontade de participar, corroboram com as argumentos de Viana et al. (2024), que argumentam

experiências práticas como fundamentais para consolidar uma EA activa. No entanto, a menor participação observada na 10ª classe, onde os alunos afirmaram não ter participado, sugere que a comunicação e a divulgação das actividades de plantio podem ser aprimoradas, conforme recomenda Maciel (2013), ao afirmar que a visibilidade e clareza das actividades ambientais nas escolas são essenciais para maximizar a adesão.

Portanto, as actividades de plantio nas escolas são bem recebidas e amplamente apoiadas, mas sua efectividade poderia ser potencializada com acções de incentivo contínuo e melhoria na comunicação, especialmente em níveis mais avançados, onde a participação tende a ser menor. As evidências apontam para a importância de políticas escolares que integrem permanentemente a EA em todas as classes, promovendo uma cultura de sustentabilidade (Conceição et al., 2016).

## **7.5. Conclusão**

- (i) A gestão das árvores nas escolas é heterogênea. Nas EPs, predomina a ausência de planos formais, com esforços esporádicos e informais. Nas ESGs, a gestão tende a ser mais estruturada, com maior presença de planos formais e práticas organizadas, refletindo maior comprometimento com a sustentabilidade ambiental.
- (ii) Embora predomine a percepção de aumento no número de árvores nas escolas, especialmente nas ESGs e entre directores e alunos das EPs, factores como espaço limitado, comportamentos culturais e eventos climáticos são apontados como desafios para a manutenção e expansão da arborização.
- (iii) Nas EPs, o foco das árvores é nos benefícios directos e tangíveis, como sombra, brincadeiras, descanso e frutas. Há uma valorização maior das funções recreativas e práticas imediatas. Nas EGSs, a ênfase é nos benefícios relacionados ao conforto térmico, à estética e ao impacto educativo, com uma visão mais voltada para a sustentabilidade e o papel das árvores na promoção de um ambiente de aprendizado mais eficiente e sustentável. Em ambos os níveis, as árvores contribuem significativamente para melhorar a qualidade do ambiente escolar, mas suas funções são percebidas e utilizadas de maneira diferenciada conforme as prioridades e a maturidade dos alunos.
- (iv) De forma geral, há uma participação positiva no plantio de árvores entre directores, professores e alunos. No entanto, persistem desafios específicos, como a falta de

estrutura em algumas escolas, menor participação de professores e alunos em níveis intermediários (10ª classe), e limitações na divulgação das actividades.

## CAPÍTULO V. CONSIDERAÇÕES FINAIS DO TRABALHO E RECOMENDAÇÕES

A análise realizada sobre a estrutura, diversidade e  $S_t-C$  das árvores nas escolas públicas do município da Beira evidencia a relevância das áreas verdes escolares para a promoção da sustentabilidade e a melhoria do ambiente escolar. As espécies identificadas, além de contribuírem esteticamente, são essenciais para a oferta de sombra e para o bem-estar da comunidade escolar. Contudo, a presença de um maior número de espécies nativas, com potencial de  $S_e-CO_2$  mais elevado, poderia ampliar a contribuição para a biodiversidade local e auxiliar na mitigação das mudanças climáticas, uma vez que, espécies nativas possuem maior adaptação ao ecossistema local e promovem a diversidade de organismos associados, o que aumenta a resiliência dos ambientes urbanos.

A análise da estrutura horizontal e vertical das árvores revelou uma distribuição que, embora funcional para as necessidades das escolas, poderia ser mais estrategicamente planeada. A estrutura actual, com árvores de altura mediana, poderia ser complementada com espécies de maior porte para otimizar o uso do espaço e, conseqüentemente, a capacidade de armazenamento de carbono. Essa reorganização permitiria, por exemplo, uma cobertura arbórea mais eficiente em áreas de recreação, proporcionando um ambiente mais confortável durante o período lectivo. A inclusão de árvores com copas amplas pode ser uma estratégia para aumentar a área de sombreamento, trazendo benefícios duplos no âmbito ambiental e educacional. Recomenda-se a promoção de políticas e acções educativas voltadas à conservação e ao uso sustentável das espécies nativas nas escolas, incentivando o plantio, a valorização dos saberes locais e a integração dessas árvores nos projectos pedagógicos e de gestão ambiental escolar

As percepções e práticas com relação ao manejo e benefícios da arborização escolar refletem a importância crucial das árvores no contexto educacional, visto que estas proporcionam uma estética agradável e promovem um espaço mais saudável, reduzindo o *stress* e melhorando o desempenho académico. A presença de árvores nas escolas pode ser um factor determinante para o desenvolvimento de atitudes proambientais da comunidade escolar, uma vez que estimula a conexão com o meio ambiente. Os relatos de directores, professores e alunos apontam para um reconhecimento do valor da arborização, embora desafios como a limitação

de espaço e a necessidade de manutenção das árvores sejam barreiras frequentemente mencionadas. As actividades de plantio realizadas nas escolas destacam o envolvimento positivo dos alunos, especialmente entre os mais jovens, em iniciativas de sustentabilidade prática. Essas actividades fortalecem o vínculo dos alunos com o meio ambiente e incentivam uma postura activa na conservação da natureza.

Para expandir o impacto e a relevância de futuras pesquisas recomenda-se um conjunto de abordagens integradas que possam contribuir para a compreensão e o manejo sustentável dos espaços arbóreos nas escolas: (i) realizar análises comparativas entre o desempenho de espécies nativas e exóticas para avaliar o potencial de  $S_e-CO_2$  e os impactos na biodiversidade local; (ii) avaliar o desempenho da integração de actividades de plantio no currículo escolar e o papel das campanhas de conscientização ambiental que ajudam a desenvolver uma cultura de conservação ambiental; e (iii) investigar o impacto das árvores e áreas verdes nas escolas sobre a saúde mental, redução do *stress*, aumento da concentração e melhoria do rendimento escolar nos alunos.

Em suma, a arborização nas escolas do município da Beira, emerge como um recurso fundamental para a promoção de uma educação voltada à sustentabilidade e para a melhoria do ambiente escolar.

## CAPÍTULO VI: REFERÊNCIAS

- Adam, Cousins, & Monana. (2000). The economic value of land and natural resources to rural livelihoods: case studies from South Africa. *At the Crossroads: Land and Agrarian Reform in South Africa into the 21st Century. Papers from a Conference Held at Alpha Training Centre, Broederstroom, Pretoria, South Africa*, 111–128.
- Agresti, A. (2018). *Statistical Methods for the Social Sciences (5th ed.)*. Pearson.
- Akbari, H. (2002). Shade trees reduce building energy use and CO<sub>2</sub> emissions from power plants. *Environmental Pollution*, 116(SUPPL. 1). [https://doi.org/10.1016/S0269-7491\(01\)00264-0](https://doi.org/10.1016/S0269-7491(01)00264-0)
- Akbari, H., Pomerantz, M., & Taha, H. (2001). Cool surfaces and shade trees to reduce energy use and improve air quality in urban areas. *Solar Energy*, 70(3), 295–310. [https://doi.org/10.1016/S0038-092X\(00\)00089-X](https://doi.org/10.1016/S0038-092X(00)00089-X)
- Akpamou, K. G., Pilabina, S., Egbelou, H., Sewonou, K. R., Walz, Y., Luiselli, L., Segniagbeto, G. H., Dendi, D., & Kokou, K. (2024). Assessing the Provisioning of Ecosystem Services Provided by the Relics Forest in Togo's Mono Biosphere Reserve. *Conservation*, 4(3), 486–504. <https://doi.org/10.3390/conservation4030030>
- Al., R. Y. &. (2018). *World Ferns: Checklist of Ferns and Lycophytes of the World. Species 2000 & ITIS Catalogue of Life Naturalis, Leiden, the Netherlands*.
- Allen, C. R., Angeler, D. G., Moulton, M. P., & Holling, C. S. (2015). The importance of scaling for detecting community patterns: Success and failure in assemblages of introduced species. *Diversity*, 7(3), 229–241. <https://doi.org/10.3390/d7030229>
- Almas, A. D., & Conway, T. M. (2016). The role of native species in urban forest planning and practice: A case study of Carolinian Canada. *Urban Forestry and Urban Greening*, 17, 54–62. <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2016.01.015>
- Alvarez-García, W. Y., Diaz Herrera, A., Becerra, Y., Vallejos-Fernández, L. A., Florián, R., Carrasco-Chilón, W., Cervantes-Peralta, M., Quilcate, C., & Muñoz-Vilchez, Y. (2024). Sustainability Potential of Kikuyu Grass (*Pennisetum clandestinum*) in Livestock Farming of Peru's Highland Regions. *Sustainability (Switzerland)*, 16(24). <https://doi.org/10.3390/su162411021>
- ALVES, P. L.; FORMIGA, K. T. M.; TRALDI, M. A. B. (2019). *Interferências de espécies arbóreas na interceptação das águas pluviais urbanas*.
- Alvey, A. A. (2006). Promoting and preserving biodiversity in the urban forest. *Urban Forestry and Urban Greening*, 5(4), 195–201. <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2006.09.003>
- Andrade, E. da S., & Garcia, P. H. M. (2023). Educação ambiental nos anos iniciais do ensino fundamental: desafios para a formação comprometida com o meio ambiente. *Revista de Tecnologia & Gestão Sustentável*, 2(7), 111–126. <https://doi.org/10.17271/rtgs.v2i7.4641>
- Anne E. Magurran, B. J. M. (2011). *Biological Diversity: Frontiers in Measurement and Assessment*.
- António, B. C., Miguel, A. C., Jone, I., Raimundo, J., Sebastião, M., Govanhica, R., Gotine, A. R. M., Costa, V. M. da, & Victor, A. (2022). Análise Demográfica da População na

- Província de Sofala e Acesso aos Serviços de Saúde, Moçambique. *Research, Society and Development*, 11(15), e107111536504. <https://doi.org/10.33448/rsd-v11i15.36504>
- Araújo, M. G. M. de. (2003). Os Espaços Urbanos Em Moçambique. *Espaço e Tempo*, 14, 165–182.
- Aronson, M. F. J., La Sorte, F. A., Nilon, C. H., Katti, M., Goddard, M. A., Lepczyk, C. A., Warren, P. S., Williams, N. S. G., Cilliers, S., Clarkson, B., Dobbs, C., Dolan, R., Hedblom, M., Klotz, S., Kooijmans, J. L., Kühn, I., Macgregor-Fors, I., McDonnell, M., Mörtberg, U., ... Winter, M. (2014). A global analysis of the impacts of urbanization on bird and plant diversity reveals key anthropogenic drivers. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 281(1780). <https://doi.org/10.1098/rspb.2013.3330>
- Aronson, M. F. J., Lepczyk, C. A., Evans, K. L., Goddard, M. A., Lerman, S. B., MacIvor, J. S., Nilon, C. H., & Vargo, T. (2017). Biodiversity in the city: key challenges for urban green space management. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 15(4), 189–196. <https://doi.org/10.1002/fee.1480>
- Asogwa, I. S., Ibrahim, A. N., & Agbaka, J. I. (2021). African baobab: Its role in enhancing nutrition, health, and the environment. *Trees, Forests and People*, 3. <https://doi.org/10.1016/j.tfp.2020.100043>
- Ávila, M. R. de, & Panher, A. M. (2015). Estudo Das Áreas Verdes Urbanas Como Indicador De Qualidade Ambiental No Município De Americana-Sp. *Revista Brasileira de Cartografia*, 67(3), 527–544. <https://doi.org/10.14393/rbcv67n3-44648>
- B.M., C. (1996). The Miombo in transition: woodlands and welfare in Africa. *The Miombo in Transition: Woodlands and Welfare in Africa*. <https://doi.org/10.17528/cifor/000465>
- Barbosa, L. C. de S. (2019). PÓS-SEMINAL DE *Delonix regia* ( Bojer ex Hook .) Raf. PÓS-SEMINAL DE *Delonix regia* ( Bojer ex Hook .) Raf. ( Fabaceae : Caesalpinoideae ).
- Bardin, L. (2011). *Análise de conteúdo*.
- Bastos, V. J., Neves, L. C., da Silva, P. M. C., Shahab, M., Colombo, R. C., & Roberto, S. R. (2016). Harvest point determination of indian jujube fruit (*Ziziphus mauritiana* L.) based on physicochemical and functional parameters. *Scientia Horticulturae*, 213, 392–402. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2016.10.030>
- Bell, A. C., & Dymont, J. E. (2008). Grounds for health: The intersection of green school grounds and health-promoting schools. *Environmental Education Research*, 14(1), 77–90. <https://doi.org/10.1080/13504620701843426>
- Berthon, K., Thomas, F., & Bekessy, S. (2021). The role of ‘nativeness’ in urban greening to support animal biodiversity. *Landscape and Urban Planning*, 205(October 2020), 103959. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2020.103959>
- Bertola, A. (2013). Eucalipto - 100 anos de Brasil - “Falem mal, mas continuem falando de mim!” *Setor de Inventário Florestal*, 91.
- Biondi, D. (2023). *Arborização Urbana Aplicada a Educação Ambiental nas Escolas*.
- Boca, G. D., & Saraçlı, S. (2019). Environmental education and student’s perception, for sustainability. *Sustainability (Switzerland)*, 11(6). <https://doi.org/10.3390/su11061553>
- Bogner, F. X., & Wiseman, M. (2006). Adolescents’ attitudes towards nature and environment: Quantifying the 2-MEV model. *Environmentalist*, 26(4), 247–254.

<https://doi.org/10.1007/s10669-006-8660-9>

- Bohnert, A. M., Nicholson, L. M., Mertz, L., Bates, C. R., & Gerstein, D. E. (2022). Green schoolyard renovations in low-income urban neighborhoods: Benefits to students, schools, and the surrounding community. *American Journal of Community Psychology*, 69(3–4), 463–473. <https://doi.org/10.1002/ajcp.12559>
- Bowler, D. E., Buyung-Ali, L., Knight, T. M., & Pullin, A. S. (2010). Urban greening to cool towns and cities: A systematic review of the empirical evidence. *Landscape and Urban Planning*, 97(3), 147–155. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2010.05.006>
- Brandao, R. (2023). *Exóticas e invasoras desafio para a biodiversidad*. December.
- Brockerhoff, E. G., Jactel, H., Parrotta, J. A., & Ferraz, S. F. B. (2013). Role of eucalypt and other planted forests in biodiversity conservation and the provision of biodiversity-related ecosystem services. *Forest Ecology and Management*, 301(February 2019), 43–50. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2012.09.018>
- Browning, M. H. E. M., & Rigolon, A. (2019). School green space and its impact on academic performance: A systematic literature review. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 16(3). <https://doi.org/10.3390/ijerph16030429>
- Buce, C. A., Cossa, E. F. R., Kataoka, A. M., & Giloni-Lima, P. C. (2023). Arborização urbana como estratégia de educação ambiental no contexto de emergência climática no município da cidade de Maputo. *REMEA - Revista Eletrônica Do Mestrado Em Educação Ambiental*, 40(3), 97–116. <https://doi.org/10.14295/remea.v40i3.15716>
- Calviño, A. A., Tavella, J., Beccacece, H. M., Estallo, E. L., Fabián, D., Moreno, M. L., Salvo, A., & Fenoglio, M. S. (2023). The native - exotic plant choice in green roof design: Using a multicriteria decision framework to select plant tolerant species that foster beneficial arthropods. *Ecological Engineering*, 187. <https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2022.106871>
- Carpenter, S. R., Mooney, H. A., Agard, J., Capistrano, D., Defries, R. S., Diaz, S., Dietz, T., Duraiappah, A. K., Oteng-Yeboah, A., Pereira, H. M., Perrings, C., Reid, W. V., Sarukhan, J., Scholes, R. J., & Whyte, A. (2009). Science for managing ecosystem services: Beyond the Millennium Ecosystem Assessment. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 106(5), 1305–1312. <https://doi.org/10.1073/pnas.0808772106>
- CECCHETTO, Carise Taciane; CHRISTMANN, Samara Simon; OLIVEIRA, T. D. de. (2014). 4 Arborização Urbana: Importância E Benefícios No Planejamento Ambiental Das Cidades. *Xvi*, 13. <https://www2.ufrb.edu.br/petmataatlantica/images/PDFs/ARTIGO---ARBORIZACAO-URBANA-IMPORTANCIA-E-BENEFICIOS-NO-PLANEJAMENTO-AMBIENTAL-DAS-CIDADES-1.PDF>
- Charrua, A. B., Padmanaban, R., Cabral, P., Bandeira, S., & Romeiras, M. M. (2021). Impacts of the tropical cyclone idai in mozambique: A multi-temporal landsat satellite imagery analysis. *Remote Sensing*, 13(2), 1–17. <https://doi.org/10.3390/rs13020201>
- Chavan, A., Muley, E., & Naphade, S. (2023). *The Effect of Urbanization, Monoculture and Invasive Species on Biodiversity: A Comprehensive Analysis*. September.

- Chave, J., Réjou-Méchain, M., Búrquez, A., Chidumayo, E., Colgan, M. S., Delitti, W. B. C., Duque, A., Eid, T., Fearnside, P. M., Goodman, R. C., Henry, M., Martínez-Yrizar, A., Mugasha, W. A., Muller-Landau, H. C., Mencuccini, M., Nelson, B. W., Ngomanda, A., Nogueira, E. M., Ortiz-Malavassi, E., ... Vieilledent, G. (2014). Improved allometric models to estimate the aboveground biomass of tropical trees. *Global Change Biology*, 20(10), 3177–3190. <https://doi.org/10.1111/gcb.12629>
- Chawla, L. (1999). Life paths into effective environmental action. *Journal of Environmental Education*. <https://doi.org/10.1080/00958969909598628>.
- Chawla, L. (2009). Growing up green: becoming an agent of care for the natural world. *The Journal of Developmental Processes*, 4(1), 6–23.
- Chawla, L., & Derr, V. (2012). The Development of Conservation Behaviors in Childhood and Youth. *The Oxford Handbook of Environmental and Conservation Psychology*, 527–555. <https://doi.org/10.1093/oxfordhb/9780199733026.013.0028>
- Claggett, M. (2021). *Trees and Schools : Growing the Connection A Resource Guide for Chesapeake Communities*. August, 1–30.
- Clerici, N., Rubiano, K., Abd-elrahman, A., Manuel, J., Hoestettler, P., & Escobedo, F. J. (2016). *Estimating Aboveground Biomass and Carbon Stocks in Periurban Andean Secondary Forests Using Very High Resolution Imagery*. <https://doi.org/10.3390/f7070138>
- Conceição, A. W. da, Camuendo, A. P. L., Jane, A. R. M.-, Albino, A., Gopa, J., & Siteo, P. (2016). *Oportunidades para ensinar e aprender Educação Ambiental no 1º Ciclo do Ensino Secundário Geral em Moçambique* (Issue 1).
- Cordero, S., Gálvez, F., & Fontúrbel, F. E. (2023). Ecological Impacts of Exotic Species on Native Seed Dispersal Systems: A Systematic Review. *Plants*, 12(2). <https://doi.org/10.3390/plants12020261>
- Correia, A. M., & Lopes, L. F. (2023). Revisiting Biodiversity and Ecosystem Functioning through the Lens of Complex Adaptive Systems. *Diversity*, 15(8), 1–22. <https://doi.org/10.3390/d15080895>
- Costa, R. G. S., & Colesanti, M. M. (2011). A contribuição da percepção ambiental nos estudos das áreas verdes. *RA'E GA - O Espaço Geográfico Em Análise*, 22, 238–251. <https://doi.org/10.5380/raega.v22i0.21774>
- Crispim, D. L., Meneses, J. A. D. de, Abreu Vieira, A. S. de, Araújo, L. M. de, Cruz, J. da S., & Silva, J. I. S. (2017). Levantamento quali-quantitativo da arborização urbana da cidade de Baixio – CE. *Revista Principia - Divulgação Científica e Tecnológica Do IFPB*, 1(36), 99. <https://doi.org/10.18265/1517-03062015v1n36p99-106>
- Cruz, M. (2002). *The impact of plant products harvesting on Derre Miombo woodlands, Mozambique*. <https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&AuthType=cookie,ip,shib&db=awn&AN=NX0153701&site=ehost-live>
- D'Antonio, C., & Meyerson, L. A. (2002). Exotic plant species as problems and solutions in ecological restoration: A synthesis. *Restoration Ecology*, 10(4), 703–713. <https://doi.org/10.1046/j.1526-100X.2002.01051.x>
- Dadhich, P., Malav, A., Jaiswal, P., Dadhich, P., Malav, A., Jaiswal, P., & Sequestration, C.

- (2023). *Carbon Sequestration Potential of Trees in Urban Vegetation Islands : A Case Study To cite this version : HAL Id : hal-04274294 Carbon Sequestration Potential of Trees in Urban Vegetation Islands : A Case Study.*  
<https://doi.org/10.9734/IJECC/2023/v13i113401>
- Dadvand, P., Nieuwenhuijsen, M. J., Esnaola, M., Forn, J., Basagaña, X., Alvarez-Pedrerol, M., Rivas, I., López-Vicente, M., De Pascual, M. C., Su, J., Jerrett, M., Querol, X., & Sunyer, J. (2015). Green spaces and cognitive development in primary schoolchildren. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 112(26), 7937–7942. <https://doi.org/10.1073/pnas.1503402112>
- de Abreu-Harbach, L. V., Labaki, L. C., & Matzarakis, A. (2015). Effect of tree planting design and tree species on human thermal comfort in the tropics. *Landscape and Urban Planning*, 138, 99–109. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2015.02.008>
- De Oliveira Falce, B., Dalcolmo de Almeida Leão, B., Moraes de Souza, D., & Benda de Oliveira, F. (2019). Análise Da Distribuição Espacial De Árvores E Arbustos Quanto Ao Porte, À Taxonomia E À Utilização Através De Sistema De Informação Geográfica. *Revista Da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana*, 7(1), 23. <https://doi.org/10.5380/revsbau.v7i1.66603>
- Dobbs, C., Nitschke, C. R., & Kendal, D. (2014). Global drivers and tradeoffs of three urban vegetation ecosystem services. *PLoS ONE*, 9(11). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0113000>
- Dogara, A. M., & Al-Zahrani, A. A. (2024). Phytochemistry and pharmacological activities of *Adansonia digitata* L.: A review. *South African Journal of Botany*, 171, 368–388. <https://doi.org/10.1016/j.sajb.2024.06.026>
- Dornelas, M., Chase, J. M., Gotelli, N. J., Magurran, A. E., McGill, B. J., Antão, L. H., Blowes, S. A., Daskalova, G. N., Leung, B., Martins, I. S., Moyes, F., Myers-Smith, I. H., Thomas, C. D., & Vellend, M. (2023). Looking back on biodiversity change: Lessons for the road ahead. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 378(1881), 1–15. <https://doi.org/10.1098/rstb.2022.0199>
- dos Santos, C. Z. A., Ferreira, R. A., Santos, L. R., Santos, L. I., Gomes, S. H., & da Graça, D. A. S. (2015). Qualitative analyzes of the urban trees in the 25 main streets of Aracaju city-SE. *Ciencia Florestal*, 25(3), 751–763. <https://doi.org/10.5902/1980509819678>
- Dowtin, A. L., Cregg, B. C., Nowak, D. J., & Levia, D. F. (2023). Towards optimized runoff reduction by urban tree cover: A review of key physical tree traits, site conditions, and management strategies. *Landscape and Urban Planning*, 239(February), 104849. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2023.104849>
- Duan, X., Gu, H., Lam, S. S., Sonne, C., Lu, W., Li, H., Chen, X., & Peng, W. (2024). Recent progress on phytoremediation of urban air pollution. *Chemosphere*, 349. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2023.140821>
- Eisenlohr, P. V., Felfili, J. M., Melo, M. M. da R. F. de, Andrade, L. A. de, & Meira-Neto, J. A. A. (2015). *Fitossociologia no Brasil: métodos e estudos de casos. Vol.2.* 474.
- Endreny, T. A. (2018). Strategically growing the urban forest will improve our world. *Nature Communications*, 9(1), 10–12. <https://doi.org/10.1038/s41467-018-03622-0>
- Ernestina, T., Duarte, P., Henrique, F., Angeoletto, S., Waldemar, J., Correa, M., Fernando,

- J., Bohrer, C., Vacchiano, M. C., & Leite, L. B. (2017). *O Papel da Cobertura Vegetal nos Ambientes Urbanos e Sua Influência na Qualidade de Vida nas Cidades*. 175–203.
- Ernst, J. A., & Monroe, M. (2004). *The effects of environment - based education on students' critical thinking skills and disposition toward critical thinking*. September 2013, 37–41. <https://doi.org/10.1080/1350462042000291038>
- Estatística, I. N. de. (2019). IV Recenseamento Geral da População e Habitação, 2017 Resultados Definitivos – Moçambique. *Instituto Nacional de Estatística, Maputo-Moçambique*, 16–21.
- FAO. (2014). *State of the world's forests 2014: Enhancing the socioeconomic benefits from forests*.
- FAO. (2021). *Urban and peri-urban forestry: Improving resilience and sustainability in cities*.
- Ferreira, Y., Federal, U., & Carlos, D. S. (2024). *A arborização como ferramenta de Educação Ambiental : estudo de caso em uma escola de educação infantil Afforestation as a tool for Environmental Education : 153–173*.
- Field, A. (2013). *Discovering Statistics Using IBM SPSS Statistics (4th ed.)*. SAGE Publications.
- Fraga, L. de A. G., Riondet-Costa, D. R. T., & Botezelli, L. (2021). Percepção ambiental de alunos de escolas municipais inseridas no bioma Mata Atlântica. *Revista Brasileira de Educação Ambiental (RevBEA)*, 16(3), 439–456. <https://doi.org/10.34024/revbea.2021.v16.11536>
- Francisco, L., Ribeiro, N., & Siteo, A. (2019). Análise de Mudança de Cobertura do Mangal na Baía de Sofala, Moçambique. *Captar*, 8(July 2022), 11.
- Gajbe, P. U., & Badiye, V. H. (2023). Butterfly diversity in an urban area illustrates the significance of green spaces in urban biodiversity conservation. *Arthropods*, 12(2), 111–119. [www.iaees.orgArticle](http://www.iaees.orgArticle)
- Galle, N. J., Halpern, D., Nitoslawski, S., Duarte, F., Ratti, C., & Pilla, F. (2021). Mapping the diversity of street tree inventories across eight cities internationally using open data. *Urban Forestry and Urban Greening*, 61. <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2021.127099>
- Gibbs Russell, G. E., Watson, L., Koekemoer, M., Smook, L., Barker, N. P., Anderson, H. M., & Dallwitz, M. J. (1990). Grasses of Southern Africa: Memoirs of the Botanical Survey of South Africa. *Memoirs of the Botanical Survey of South Africa*, 58.
- Gómez-Baggethun, E., Gren, Å., Barton, D. N., Langemeyer, J., McPhearson, T., O'farrell, P., Andersson, E., Hamstead, Z., & Kremer, P. (2013). Urban ecosystem services. *Urbanization, Biodiversity and Ecosystem Services: Challenges and Opportunities: A Global Assessment*, 175–251. [https://doi.org/10.1007/978-94-007-7088-1\\_11](https://doi.org/10.1007/978-94-007-7088-1_11)
- Gonçalves, L. M., Monteiro, P. H. D. S., Santos, L. S. dos, Maia, N. J. C., & Rosal, L. F. (2019). Arborização Urbana: a Importância do seu Planejamento para Qualidade de Vida nas Cidades. *Ensaio e Ciência: C. Biológicas, Agrárias e Da Saúde*, 22(2), 128. <https://doi.org/10.17921/1415-6938.2018v22n2p128-136>
- Gopalakrishnan, L., Doriya, K., & Kumar, D. S. (2016). Moringa oleifera: A review on nutritive importance and its medicinal application. *Food Science and Human Wellness*,

- 5(2), 49–56. <https://doi.org/10.1016/j.fshw.2016.04.001>
- Governo do Distrito da Beira. (2023). *Balanço Anual do PESOD de 2023*.
- Guo, A., He, T., Yue, W., Xiao, W., Yang, J., Zhang, M., & Li, M. (2023). Contribution of urban trees in reducing land surface temperature: Evidence from china's major cities. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, 125. <https://doi.org/10.1016/j.jag.2023.103570>
- Haddad, N. M., Brudvig, L. A., Clobert, J., Davies, K. F., Gonzalez, A., Holt, R. D., Lovejoy, T. E., Sexton, J. O., Austin, M. P., Collins, C. D., Cook, W. M., Damschen, E. I., Ewers, R. M., Foster, B. L., Jenkins, C. N., King, A. J., Laurance, W. F., Levey, D. J., Margules, C. R., ... Townshend, J. R. (2015). Habitat fragmentation and its lasting impact on Earth's ecosystems. *Science Advances*, 1(2). <https://doi.org/10.1126/sciadv.1500052>
- Hansine, R. J. M. (2023). Urbanização e mudanças climáticas em Moçambique: uma discussão conceptual e crítica para os estudos ambientais. *Revista Meio Ambiente*, 5(5), 1–13. <https://meioambientebrasil.com.br/index.php/MABRA/article/download/438/237>
- Hassall, C., Nisbet, M., Norcliffe, E., & Wang, H. (2024). The Potential Health Benefits of Urban Tree Planting Suggested through Immersive Environments. *Land*, 13(3). <https://doi.org/10.3390/land13030290>
- Hatton, J., Couto, M., & Oglethorpe, J. (2001). *Biodiversity and War: A Case Study of Mozambique. Biodiversity Support Program*. January 2001.
- Havaladar, V. D., Mali, K. K., Mali, S. S., Jadhav, N. Y., Shinde, S. S., & Shinde, A. A. (2024). Phytochemical and pharmacological screening of *Delonix regia*: A brief review. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, 13(4), 234–239. <https://doi.org/10.22271/phyto.2024.v13.i4c.15014>
- Hossain, M. A. (2019). A review on *Ficus sycomorus*: A potential indigenous medicinal plant in Oman. *Journal of King Saud University - Science*, 31(4), 961–965. <https://doi.org/10.1016/j.jksus.2018.07.002>
- Hungerford, H. R., & Volk, T. L. (1990). *Changing Learner Behavior through Environmental Education*.
- Intergovernmental Panel on Climate Change. (2015). Climate Change 2014: Mitigation of Climate Change. *Climate Change 2014: Mitigation of Climate Change*. <https://doi.org/10.1017/cbo9781107415416>
- Jones, B. A. (2021). Planting urban trees to improve quality of life? The life satisfaction impacts of urban afforestation. *Forest Policy and Economics*, 125. <https://doi.org/10.1016/j.forpol.2021.102408>
- Jones, B. A., & McDermott, S. M. (2018). Health Impacts of Invasive Species Through an Altered Natural Environment: Assessing Air Pollution Sinks as a Causal Pathway. *Environmental and Resource Economics*, 71(1), 23–43. <https://doi.org/10.1007/s10640-017-0135-6>
- Kalaba, F. K., Chirwa, P. W., & Prozesky, H. (2009). *The contribution of indigenous fruit trees in sustaining rural livelihoods and conservation of natural resources*. 1(1), 1–6.
- Karichu, M. J., Ngarega, B. K., Jefwa, J. M., Loiselle, B. A., & Sessa, E. B. (2024). Tracing

- the range shifts of African tree ferns: Insights from the last glacial maximum and beyond. *Ecological Informatics*, 84. <https://doi.org/10.1016/j.ecoinf.2024.102896>
- Karnosky, D. F. (1979). Dutch Elm Disease: A Review of the History, Environmental Implications, Control, and Research Needs. *Environmental Conservation*, 6(4), 311–322. <https://doi.org/10.1017/S037689290000357X>
- Kendal, D., Dobbs, C., & Lohr, V. I. (2014). Global patterns of diversity in the urban forest: Is there evidence to support the 10/20/30 rule? *Urban Forestry and Urban Greening*, 13(3), 411–417. <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2014.04.004>
- Ketterings, Q. M., Coe, R., & Noordwijk, M. Van. (2001). *Reducing uncertainty in the use of allometric biomass equations for predicting above-ground tree biomass in mixed secondary forest Reducing uncertainty in the use of allometric biomass equations for predicting above-ground tree biomass in mixed secondary*. 1127(May 2023). [https://doi.org/10.1016/S0378-1127\(00\)00460-6](https://doi.org/10.1016/S0378-1127(00)00460-6)
- Kinnunen, A., Talvitie, I., Ottelin, J., Heinonen, J., & Junnila, S. (2022). Carbon sequestration and storage potential of urban residential environment – A review. *Sustainable Cities and Society*, 84. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2022.104027>
- Kitzinger, J. (1994). The methodology of focus groups: The importance of interaction between research participants. *Sociology of Health & Illness*.
- Klimek-szczykutowicz, M., Szopa, A., & Ekiert, H. (2020). Citrus limon (Lemon) phenomenon—a review of the chemistry, pharmacological properties, applications in the modern pharmaceutical, food, and cosmetics industries, and biotechnological studies. *Plants*, 9(1). <https://doi.org/10.3390/plants9010119>
- Kofel, D., Bourgeois, I., Paganini, R., Pulfer, A., Grossiord, C., & Schmale, J. (2024). Quantifying the impact of urban trees on air quality in Geneva, Switzerland. *Urban Forestry and Urban Greening*, 101. <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2024.128513>
- Kõiv-Vainik, M., Kill, K., Espenberg, M., Uuemaa, E., Teemusk, A., Maddison, M., Palta, M. M., Török, L., Mander, Ü., Scholz, M., & Kasak, K. (2022). Urban stormwater retention capacity of nature-based solutions at different climatic conditions. *Nature-Based Solutions*, 2, 100038. <https://doi.org/10.1016/j.nbsj.2022.100038>
- Kuo, F. E., Bacaicoa, M., & Sullivan, W. C. (1998). Transforming inner-city landscapes: Trees, sense of safety, and preference. *Environment and Behavior*, 30(1), 28–59. <https://doi.org/10.1177/0013916598301002>
- Kuo, M., Browning, M. H. E. M., Sachdeva, S., Lee, K., & Westphal, L. (2018). Might school performance grow on trees? Examining the link between “Greenness” and academic achievement in Urban, high-poverty schools. *Frontiers in Psychology*, 9(SEP). <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2018.01669>
- Kuser, J. E. (2007). Urban and community forestry in the Northeast. *Choice Reviews Online*, 44(10), 44-5647-44-5647. <https://doi.org/10.5860/choice.44-5647>
- Kweon, B. S., Ellis, C. D., Lee, J., & Jacobs, K. (2017). The link between school environments and student academic performance. *Urban Forestry and Urban Greening*, 23, 35–43. <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2017.02.002>
- Kyprianou, I., Artopoulos, G., Bonomolo, A., Brownlee, T., Cachado, R. Á., Camaioni, C., Đokić, V., D’Onofrio, R., Đukanović, Z., Fasola, S., Di Giovanni, C. F., Cocci Grifoni,

- R., Hadjinicolaou, P., Ilardo, G., Jovanović, P., La Grutta, S., Malizia, V., Marchesani, G. E., Ottone, M. F., ... Carlucci, S. (2023). Mitigation and adaptation strategies to offset the impacts of climate change on urban health: A European perspective. *Building and Environment*, 238. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2023.110226>
- Lindgren, C. (2009). Last child in the woods - saving our children from nature-deficit disorder. In *Acta Paediatrica*. <https://doi.org/10.1111/j.1651-2227.2009.01502.x>
- Loguercio, G. A., Simon, A., Winter, A. N., Ivancich, H., Reiter, E. J., Caselli, M., Heinzle, F. G., Leuschner, C., & Walentowski, H. (2024). Carbon density and sequestration in the temperate forests of northern Patagonia, Argentina. *Frontiers in Forests and Global Change*, 7. <https://doi.org/10.3389/ffgc.2024.1373187>
- Lopes, V. N. (2020). *Impacto da Arborização na Paisagem de Ruas*.
- M. Sidibe, J. T. W. (2002). *Baobab, Adansonia Digitata L.*
- Macamo, M. V., Manjate, M. J., Duvane, A. S., & De Andrade, A. C. (2023). Levantamento Quali-Quantitativo Da Arborização Urbana Na Cidade De Lichinga-Niassa, Moçambique. *Revista Da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana*, 18(1), 31. <https://doi.org/10.5380/revsbau.v18i1.88281>
- Maciel, H. K. M. D. (2013). *Educação ambiental para a escola básica: contribuições para o desenvolvimento da cidadania e da sustentabilidade*. <https://doi.org/https://doi.org/10.1590/S1413-24782013000400002>
- Maloa, J. M. (2016). *A URBANIZAÇÃO MOÇAMBICANA Uma proposta de interpretação*.
- Maruza, I. M., Musemwa, L., Mapurazi, S., Matsika, P., Munyati, V. T., & Ndhleve, S. (2017). Future prospects of *Ziziphus mauritiana* in alleviating household food insecurity and illnesses in arid and semi-arid areas: A review. *World Development Perspectives*, 5, 1–6. <https://doi.org/10.1016/j.wdp.2017.01.001>
- Masquete, J. A., & Chande, G. M. C. (2022). Integração da infraestrutura verde no ordenamento da cidade de Lichinga: potencialidades e condicionantes. *Paisagem e Ambiente*, 33(49), e186480. <https://doi.org/10.11606/issn.2359-5361.paam.2022.186480>
- Mathe, F. A. (2022). *ARBORIZAÇÃO URBANA: AVALIAÇÃO DOS RISCOS OCUPACIONAIS EM ACTIVIDADE DE PODA DE ÁRVORES NA CIDADE DE MAPUTO*.
- Matope, M. (2023). ANÁLISE DE RISCOS DA INUNDAÇÃO URBANA NA CIDADE DA BEIRA-MOÇAMBIQUE. *Revista EDUCamazônia -*, XVI, 248–261.
- Matsuoka, R. H., & Kaplan, R. (2008). People needs in the urban landscape: Analysis of Landscape And Urban Planning contributions. *Landscape and Urban Planning*, 84(1), 7–19. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2007.09.009>
- McCarthy, B. C., & Magurran, A. E. (2004). Measuring Biological Diversity. *Journal of the Torrey Botanical Society*, 131(3), 277. <https://doi.org/10.2307/4126959>
- Mckinney, M. L. (2015). *Urbanization , Biodiversity , and Conservation*. 3568(February 2009). [https://doi.org/DOI: 10.1641/0006-3568\(2002\)052\[0883:UBAC\]2.0.CO;2](https://doi.org/DOI: 10.1641/0006-3568(2002)052[0883:UBAC]2.0.CO;2)
- Melo, A. S. (2008). *O que ganhamos “confundindo” riqueza de espécies e equabilidade em um índice de diversidade*. <https://doi.org/https://doi.org/10.1590/S1676-06032008000300001>

- Mensah, C. A. (2014). Urban Green Spaces in Africa: Nature and Challenges. *International Journal of Ecosystem*, 2014(1), 1–11. <https://doi.org/10.5923/j.ije.20140401.01>
- MINAG. (2006). *Estratégia Nacional de Reflorestamento*.
- MINISTÉRIO DA ADMINISTRAÇÃO ESTATAL. (2013). *Projecto Cidades e Mudanças Climáticas*.
- Ministério das Obras Públicas, H. e R. H. (2020). *Política Nacional de Urbanização e Estratégia de Implementação (PNUEI)*.
- Moore, R. C., & Wong, H. H. (1997). *Natural Learning: The Life History of an Environmental Schoolyard: Creating Environments for Rediscovering Nature's Way of Teaching*. 280. <http://eric.ed.gov/?id=ED432122>
- Moraes, L. A., Aguiar, N. M. M. de, Veras, M. D. F., & Santos, L. A. dos. (2019). Arborização X Ea Nas Escolas Estaduais No Município De Canto Do Buriti - Pi: Análise Quali-Quantitativa Na Visão Docente E Discente. *Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental*, 8(1), 99. <https://doi.org/10.19177/rgsa.v8e1201999-126>
- Morgan, D. L. (1996). *Focus Groups as Qualitative Research (2nd ed.)*. SAGE Publication.
- Moyo B, Masika PJ, Hugo A, M. V. (2011). Nutritional characterization of *Moringa (Moringa oleifera Lam.)* leaves. *African J Biotechnol*. 2011;10(60):12925–33. Moyo B, Masika PJ, Hugo A, Muchenje V. Nutritional characterization of *Moringa (Moringa oleifera Lam.)* leaves.
- Muacuveia, R. R. M. (2017). a Inclusão Do Tema “ Áreas Verdes Urbanas ” No Programa De Ensino De Geografia. *Revista Brasileira de Educação Em Geografia*, 161–184.
- Muiruri, M., & Mwangi, W. (2016). Phytochemical and Antimicrobial Activity of (*Crassula ovata*) Jade Plant on Different Strains of Bacteria. *European Journal of Medicinal Plants*, 11(1), 1–12. <https://doi.org/10.9734/ejmp/2016/19753>
- Naseer, S., Hussain, S., Naeem, N., Pervaiz, M., & Rahman, M. (2018). The phytochemistry and medicinal value of *Psidium guajava* (guava). *Clinical Phytoscience*, 4(1). <https://doi.org/10.1186/s40816-018-0093-8>
- Nicole M. Ardoin, Alison W. Bowers, E. G. (2020). *Environmental education outcomes for conservation: A systematic review*. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.biocon.2019.108224>
- Niemelä, J. (1999). Ecology and urban planning. *Biodiversity and Conservation*, 8(1), 119–131. <https://doi.org/10.1023/A:1008817325994>
- Nowak, D. J., & Crane, D. E. (2002). Carbon storage and sequestration by urban trees in the USA. *Environmental Pollution*, 116(3), 381–389. [https://doi.org/10.1016/S0269-7491\(01\)00214-7](https://doi.org/10.1016/S0269-7491(01)00214-7)
- Nowak, D. J., Crane, D. E., & Stevens, J. C. (2006). Air pollution removal by urban trees and shrubs in the United States. *Urban Forestry and Urban Greening*, 4(3–4), 115–123. <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2006.01.007>
- Nowak, D. J., Hirabayashi, S., Bodine, A., & Greenfield, E. (2014). Tree and forest effects on air quality and human health in the United States. *Environmental Pollution*, 193, 119–129. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2014.05.028>
- Nuruzzaman, M. (2015). Urban Heat Island: Causes, Effects and Mitigation Measures - A

- Review. *International Journal of Environmental Monitoring and Analysis*, 3(2), 67.  
<https://doi.org/10.11648/j.ijema.20150302.15>
- O'Brien, K. L., & Wolf, J. (2010). A values-based approach to vulnerability and adaptation to climate change. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Climate Change*, 1(2), 232–242.  
<https://doi.org/10.1002/wcc.30>
- Oberherr, Andréa Diana; Costa, V. M. F. (2011). *PROJETO ÁRVORE DA VIDA PARA A PRESERVAÇÃO DOS AMBIENTES NATURAIS*. March 2007, 183–194.
- Osako, L. K., Takenaka, E. M. M., & Silva, P. A. da. (2016). Arborização Urbana E a Importância Do Planejamento Ambiental Através De Políticas Públicas. *Revista Científica ANAP Brasil*, 9(14). <https://doi.org/10.17271/1984324091420161318>
- Palmer, E., & Pitman, N. (1973). Trees of Southern Africa. *Taxon*, 22(2/3), 300.  
<https://doi.org/10.2307/1218148>
- Papadopoulou, A., Kazana, A., & Armakolas, S. (2020). Education for Sustainability Development Via School Garden. *European Journal of Education Studies*, 7(9).  
<https://doi.org/10.46827/ejes.v7i9.3247>
- Pataki, D. E., Alberti, M., Cadenasso, M. L., Felson, A. J., McDonnell, M. J., Pincetl, S., Pouyat, R. V., Setälä, H., & Whitlow, T. H. (2021). The Benefits and Limits of Urban Tree Planting for Environmental and Human Health. *Frontiers in Ecology and Evolution*, 9. <https://doi.org/10.3389/fevo.2021.603757>
- Pereira Júnior, A., & Pereira, E. (2017). Degradação Ambiental E a Diversidade Biológica/Biodiversidade: Uma Revisão Integrativa. *Enciclopédia Biosfera*, 14(26), 922–937. [https://doi.org/10.18677/encibio\\_2017b79](https://doi.org/10.18677/encibio_2017b79)
- Pereira, L. de C., Nunes, A. B., Rocha, I. L., De Oliveira, J. L., Brandão, M. L. S. M., Leite, L. F. C., & Iwata, B. de F. (2020). Fluxo de CO<sub>2</sub> e os Índices de Vegetação do Parque Nacional das Nascentes do Rio Parnaíba, Piauí, Brasil. *Revista Brasileira de Geografia Física*, 13(07), 3585–3601. <https://doi.org/10.26848/rbgf.v13.07.p3585-3601>
- Perry, G., & Cox, R. D. (2024). Opportunities for Biodiversity Conservation via Urban Ecosystem Regeneration. *Diversity*, 16(3). <https://doi.org/10.3390/d16030131>
- Peterson, G., Allen, C. R., & Holling, C. S. (1998). Ecological resilience, biodiversity, and scale. *Ecosystems*, 1(1), 6–18. <https://doi.org/10.1007/s100219900002>
- Pregitzer, C. C., Hanna, C., Charlop, S., & Mark, P. (2021). *Estimating carbon storage in urban forests of New York City*. October.
- Punzalan, C. H., Lyka, M., & Balanac, M. (2020). Students' Participation in Tree Planting Activity: Promoting the 21st Century Environmental Education. *Journal of Sustainability Education*, 24(December). <http://www.susted.org/>
- Rahmania, T. (2024). Exploring school environmental psychology in children and adolescents: The influence of environmental and psychosocial factors on sustainable behavior in Indonesia. *Heliyon*, 10(18). <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e37881>
- Ramalho, Elsa Cristina; Fernandes, J. (2018). *Input of geophysics to understand hydrogeology towards the assessment of geoenvironmental conditions in Beira city, Mozambique*. <https://doi.org/10.1007/s12665-017-7183-7>
- Ren, Y., Zhang, L., Wei, X., Song, Y., Wu, S., Wang, H., Chen, X., Qiao, Y., & Liang, T.

- (2024). Evaluating and simulating the impact of afforestation policy on land use and ecosystem services trade-offs in Linyi, China. *Ecological Indicators*, 160. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2024.111898>
- Riley, C. B., Herms, D. A., & Gardiner, M. M. (2018). Exotic trees contribute to urban forest diversity and ecosystem services in inner-city Cleveland, OH. *Urban Forestry and Urban Greening*, 29, 367–376. <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2017.01.004>
- Rishbeth, C. (2004). Ethno-cultural representation in the urban landscape. *Journal of Urban Design*, 9(3), 311–333. <https://doi.org/10.1080/1357480042000283878>
- Rockwood, J. L., Anderson, B. G., & Casamatta, D. a. (2013). Potential uses of Moringa oleifera and an examination of antibiotic efficacy conferred by M. oleifera seed and leaf extracts using crude extraction techniques available to underserved indigenous populations. *International Journal of Phytotherapy Research*, 3(2), 61–71.
- Sales, A. C. R., Ferreira, Á. B. P., De Menezes, R. A., & Roberto, J. C. A. (2023). A gestão ambiental no âmbito escolar: sua importância para o desenvolvimento das futuras gerações. *Contribuciones a Las Ciencias Sociales*, 16(7), 5879–5894. <https://doi.org/10.55905/revconv.16n.7-096>
- Salmond, J. A., Tadaki, M., Vardoulakis, S., Arbutnott, K., Coutts, A., Demuzere, M., Dirks, K. N., Heaviside, C., Lim, S., MacIntyre, H., McInnes, R. N., & Wheeler, B. W. (2016). Health and climate related ecosystem services provided by street trees in the urban environment. *Environmental Health: A Global Access Science Source*, 15(Suppl 1). <https://doi.org/10.1186/s12940-016-0103-6>
- Salviati, E. J. (1993). Tipos vegetais aplicados ao paisagismo. *Paisagem e Ambiente*, 5, 9. <https://doi.org/10.11606/issn.2359-5361.v0i5p9-45>
- Santos, M. M., Ferreira, A. V., & Lanzinha, J. C. G. (2022). Colonial moorings on spatial planning of Mozambique. *Cities*, 124. <https://doi.org/10.1016/j.cities.2022.103619>
- Schubert, J. (2024). Maintaining a city against nature: climate adaptation in Beira. *Buildings and Cities*, 5(1), 35–49. <https://doi.org/10.5334/bc.378>
- Campbel, T., Scarano, A., Buccolieri, R., Santino, A., & Aarrevaara, E. (2021). Planning of urban green spaces: An ecological perspective on human benefits. *Land*, 10(2), 1–26. <https://doi.org/10.3390/land10020105>
- Seniciato, T., & Cavassan, O. (2004). Aulas de campo em ambientes naturais e aprendizagem em ciências: um estudo com alunos do ensino fundamental. *Ciência & Educação (Bauru)*, 10(1), 133–147. <https://doi.org/10.1590/s1516-73132004000100010>
- Senkoro, A. M., Barbosa, F. M. A., Moiane, S. F., Albano, G., & Barros, A. I. R. de. (2014). Bark Stripping from Forest Tree Species in Madjadjane, Southern Mozambique: Medicinal Uses and Implications for Conservation. *Natural Resources*, 05(05), 192–199. <https://doi.org/10.4236/nr.2014.55018>
- Serra, C., Villar, L., Souto, D., Ansell, J., NHantumbo, I., & Salomao, A. (2013). O M e i o A m b i e n t e e m M o ç a m b i q u e. *Grupo Ambiente - Parceiros de Cooperação*, 242. <https://biofund.org.mz/wp-content/uploads/2019/01/1548402043-Meio Ambiente em Mozambique 2013.pdf>
- Shackleton, S., Chinyimba, A., Hebinck, P., Shackleton, C., & Kaoma, H. (2015). Multiple benefits and values of trees in urban landscapes in two towns in northern South Africa.

- Landscape and Urban Planning*, 136, 76–86.  
<https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2014.12.004>
- Silva, E., Santos, T. M. M., & Santos, L. N. (2022). Educação Ambiental: percepção dos estudantes do Ensino público de Campina Grande, Paraíba. *Pesquisa Em Educação Ambiental*, 17(2), 211–225. <https://doi.org/10.18675/2177-580x.2022-16673>
- Silva, H. R., Jorge, D., Marcos, A., Silva, L. S., Raquel, I., & Bezerra, S. (2022). *Plantação de árvores com alunos do Ensino Médio como incentivo à sustentabilidade e responsabilidade social com o meio ambiente Trees planting with High School students as an incentive to sustainability and social responsibility for the environment Planta*. 2022, 1–8.
- Silva, J. da C. (2022). *Educação para o desenvolvimento sustentável: impactos do programa Eco-Escolas na conscientização ambiental numa escola portuguesa: Um estudo de caso*.
- Singh, H., Yadav, M., Kumar, N., Kumar, A., & Kumar, M. (2020). Assessing adaptation and mitigation potential of roadside trees under the influence of vehicular emissions: A case study of *Grevillea robusta* and *Mangifera indica* planted in an urban city of India. *PLoS ONE*, 15(1). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0227380>
- Sitoe, A. A., & Guedes, B. S. (2015). Community forestry incentives and challenges in Mozambique. *Forests*, 6(12), 4558–4572. <https://doi.org/10.3390/f6124388>
- Sitoe, E., & Van Wyk, B. E. (2024). An inventory and analysis of the medicinal plants of Mozambique. *Journal of Ethnopharmacology*, 319. <https://doi.org/10.1016/j.jep.2023.117137>
- Sivarajah, S., Smith, S. M., & Thomas, S. C. (2018). Tree cover and species composition effects on academic performance of primary school students. *PLoS ONE*, 13(2). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0193254>
- Smýkal, P., Coyne, C. J., Ambrose, M. J., Maxted, N., Schaefer, H., Blair, M. W., Berger, J., Greene, S. L., Nelson, M. N., Besharat, N., Vymyslický, T., Toker, C., Saxena, R. K., Roorkiwal, M., Pandey, M. K., Hu, J., Li, Y. H., Wang, L. X., Guo, Y., ... Varshney, R. K. (2015). Legume Crops Phylogeny and Genetic Diversity for Science and Breeding. *Critical Reviews in Plant Sciences*, 34, 43–104. <https://doi.org/10.1080/07352689.2014.897904>
- South, V. W. B. & V. W. P. (1997). *Field Guild of Trees of Southern Africa*. Pretória. 525p., Africa.
- Steenberg, T., Harding, S., Thomsen, I. M., & Koch, J. (2013). Dutch Elm Disease in Denmark: Impact, Diagnosis and the Potential for Host Resistance. *Forest Pathology*.
- Suryani, A., Soedarso, S., Saifulloh, M., Muhibbin, Z., Wahyuddin, W., Hanoraga, T., Nurif, M., Trisyanti, U., Rahadiantino, L., & Rahmawati, D. (2019). Education for Environmental Sustainability: A Green School Development. *IPTEK Journal of Proceedings Series*, 0(6), 65. <https://doi.org/10.12962/j23546026.y2019i6.6347>
- Tahir, A., Abbasi, M. S. A., & Tahir, M. A. (2020). Ecological and Phytochemical Significance of *Croton bonplandianum* ( Bail ). *Asian Journal of Research in Botany*, 4(2), 26–32. <http://www.sdiarticle4.com/review-history/58461>
- Tang, Y., Chen, A., & Zhao, S. (2016). Carbon storage and sequestration of urban street trees in Beijing, China. *Frontiers in Ecology and Evolution*, 4(MAY), 1–8.

<https://doi.org/10.3389/fevo.2016.00053>

- Theodorou, P. (2022). The effects of urbanisation on ecological interactions. *Current Opinion in Insect Science*, 52, 100922. <https://doi.org/10.1016/j.cois.2022.100922>
- Thu, P. Q., Duc, D. T., Chi, N. M., Anh, D. T. K., Thuy, P. T. T., Loi, V. V., Loan, N. T., Hang, N. T. M., & Dell, B. (2024). *Ceratocystis fimbriata sensu lato* causes canker and wilt diseases of urban park trees in Hanoi, Vietnam. *Indian Phytopathology*, 77(2), 397–405. <https://doi.org/10.1007/s42360-024-00734-0>
- Tian, L., Wu, X., Tao, Y., Li, M., Qian, C., Liao, L., & Fu, W. (2023). *Review of Remote Sensing-Based Methods for Forest Aboveground Biomass Estimation : Progress , Challenges , and Prospects*. 1–31.
- Tidball, K. G., & Krasny, M. E. (2010). Urban Environmental Education from a Social-Ecological Perspective: Conceptual Framework for Civic Ecology Education. *Cities and the Environment*, 3(1), 1–20. <https://doi.org/10.15365/cate.31112010>
- Tigges, J., & Lakes, T. (2017). High resolution remote sensing for reducing uncertainties in urban forest carbon offset life cycle assessments. *Carbon Balance and Management*, 12(1). <https://doi.org/10.1186/s13021-017-0085-x>
- Tilbury, D. and Wortman, D. (2004). *Engaging People in Sustainability' Commission on Education and Communication*.
- Tilbury, D. (1995). *Environmental Education for Sustainability: Defining the New Focus of Environmental Education in the 1990s*.
- Toosi, G. (2023). Influence of Vegetation in The Flood Drainage Ditch. *Journal of Civil Engineering Researchers*, 5(4), 16–21. <https://doi.org/10.61186/jcer.5.4.16>
- Uacane, M. S., & Ombe, Z. A. (2016). Modificação das Áreas Húmidas Adjacentes ao Chiveve Face às Formas de Ocupação do Espaço na Cidade da Beira. *Revista Geoamazonia*, 4(7), 199–212. <https://doi.org/10.17551/2358-1778/geoamazonia.v4n7p199-212>
- Ulrich, R. S. (1983). Aesthetic and Affective Response to Natural Environment. *Behavior and the Natural Environment*, 85–125. [https://doi.org/10.1007/978-1-4613-3539-9\\_4](https://doi.org/10.1007/978-1-4613-3539-9_4)
- Ulrich, R. S. (1984). View through a window may influence recovery from surgery. *Science*, 224(4647), 420–421. <https://doi.org/10.1126/science.6143402>
- Ulrich, R. S., Simons, R. F., Losito, B. D., Fiorito, E., Miles, M. A., & Zelson, M. (1991). Stress recovery during exposure to natural and urban environments. *Journal of Environmental Psychology*, 11(3), 201–230. [https://doi.org/10.1016/S0272-4944\(05\)80184-7](https://doi.org/10.1016/S0272-4944(05)80184-7)
- UNESCO. (2017). *Education for Sustainable Development Goals: Learning Objectives*. Paris: United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization.
- UNESCO. (2020). *Education for sustainable development: a roadmap*. <https://doi.org/https://doi.org/10.54675/YFRE1448>
- Veselinovska, S. S., & Osogovska, T. L. (2012). Engagement of Students in Environmental Activities in School. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 46(May), 5015–5020. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2012.06.378>
- Viana, A. de S., Barbosa, C. R. C., Oliveira, E. A. de, Oliveira, E. B. A. de, Feijó, F. C.,

- Araújo, J. A. L. de, Silva, M. S. R. da, Nóbrega, P. R., Oliveira, R. L. de, Almeida, R. R. S., Cordeiro, R. V. B., Moura, R. P., Maracajá, R. A., & Lima, T. R. de Q. F. (2024). *EDUCAÇÃO AMBIENTAL: CULTIVANDO COMPETÊNCIAS SOCIOEMOCIONAIS PARA UM FUTURO SUSTENTÁVEL*. <https://doi.org/10.5281/zenodo.11066981>
- Victor, A., Pereira, S., Vinicius, M., Monteiro, R., Laura, M., & Moreira, D. J. (2021). *IMPORTÂNCIA DA ARBORIZAÇÃO : A PERSPECTIVA DOS ALUNOS DE ENSINO FUNDAMENTAL DE UMA ESCOLA PÚBLICA DE AUGUSTINÓPOLIS - TO COMO FORMA DE ABORDAGEM DO ENSINO POR INVESTIGAÇÃO*.
- Ward Thompson, C., Roe, J., Aspinall, P., Mitchell, R., Clow, A., & Miller, D. (2012). More green space is linked to less stress in deprived communities: Evidence from salivary cortisol patterns. *Landscape and Urban Planning*, *105*(3), 221–229. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2011.12.015>
- Wells, N. M., & Evans, G. W. (2003). Nearby nature: A buffer of life stress among rural children. *Environment and Behavior*, *35*(3), 311–330. <https://doi.org/10.1177/0013916503035003001>
- White, F. (1983). The Vegetation of Africa. *Scottish Geographical Magazine*, *25*(3), 144–146. <https://doi.org/10.1080/00369220908733955>
- Wolch, J. R., Byrne, J., & Newell, J. P. (2014). Urban green space, public health, and environmental justice: The challenge of making cities “just green enough.” *Landscape and Urban Planning*, *125*, 234–244. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2014.01.017>
- Xu, W., Xu, S., Shi, R., Chen, Z., Lin, Y., & Chen, J. (2024). Exploring the impact of university green spaces on Students’ perceived restoration and emotional states through audio-visual perception. *Ecological Informatics*, *82*. <https://doi.org/10.1016/j.ecoinf.2024.102766>
- Zongo, O., Tapsoba, F., Cisse, H., Traore, Y., & Savadogo, A. (2018). Modes of Use of the Palm *Borassus aethiopum* Mart. by the Rural Populations of Eastern and Central-Eastern Regions from Burkina Faso. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, *7*(12), 62–74. <https://doi.org/10.20546/ijcmas.2018.712.009>

**ANEXOS**

**Anexo1**



Ao  
Serviço distrital de Educação,  
Juventude e Tecnologia

BEIRA

Sua Referência:

Sua Comunicação:

Nossa Referência:  
1610-A/1-14

Maputo, 15/12/23

**Assunto: Solicitação de autorização para pesquisas Acadêmico-Científicas**

Através da presente carta, solicitamos a V.Excia, a autorização para realização de pesquisa integrante ao Trabalho de Conclusão do curso da estudante **Will Monjane**, do Curso de Mestrado em Maneio e Conservação da Biodiversidade da Faculdade de Agronomia e Engenharia Florestal da UEM, orientada pela Prof. Doutora. Nocy Bila e pelo Mestre Sá Nogueira, ambos docentes desta instituição, tendo como título preliminar **“Diversidade, Estrutura, Prevalência e Benefício do uso de árvores nas escolas públicas da Cidade da Beira”**.

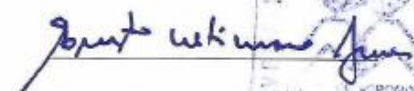
A colecta de dados será realizada em dois componentes: 1) Levantamento de dados de campo no recinto da escola, 2) Inquéritos dirigidos a professores, alunos e directores da escola visada. A presente actividade é um requisito importante para a conclusão do curso.

De salientar que os dados colhidos serão usados apenas para fins de formação académica e sem nenhum fim lucrativo.

Para o efeito, a Faculdade de Agronomia e Engenharia Florestal vem solicitar junto de V.Excia., todo o apoio e assistência necessário para que se realizem com sucesso todas as actividades agendadas para o cumprimento dos objectivos deste trabalho.

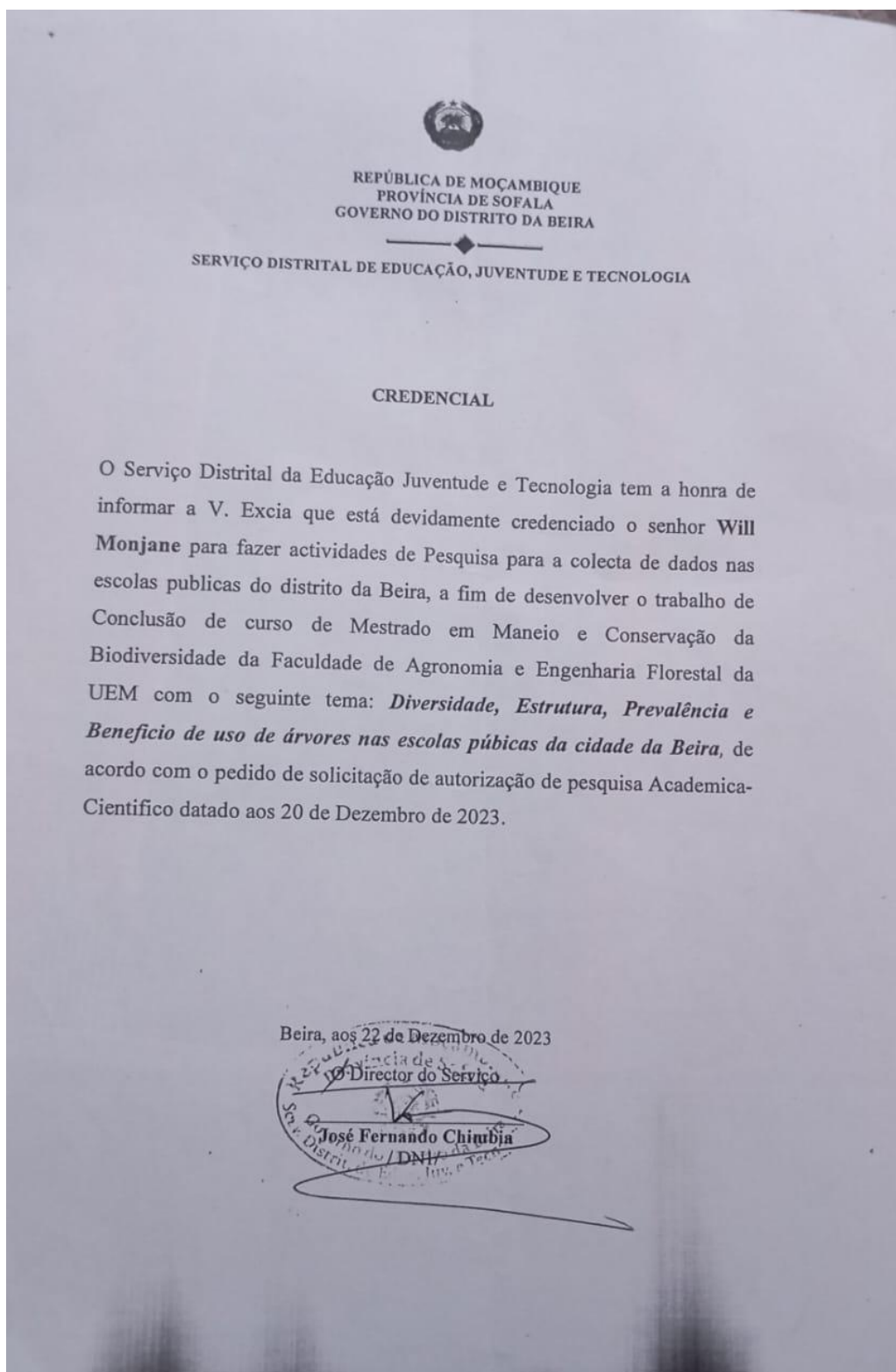
Sem mais de momento, os nossos melhores cumprimentos

O Director

  
Prof. Doutor Ernesto Uetimane Junior, Eng<sup>o</sup>



**DIVERSIDADE, ESTRUTURA E BENEFÍCIOS DAS ÁRVORES NAS ESCOLAS PÚBLICAS DA CIDADE DA BEIRA**





**DIVERSIDADE, ESTRUTURA E BENEFÍCIOS DAS ÁRVORES NAS ESCOLAS  
PÚBLICAS DA CIDADE DA BEIRA**

**Apêndice B**

Espécies, família, género, hábito e origem de todas as árvores inventariadas

Família	Nome Científico	Referência	Hábito	Origem	Status em Moçambique	EPs	ESGs
Acanthaceae	<i>Justicia gendarussa</i>	Bailey, 1976	Arbusto	Ásia	Exótica	✓	
Amaryllidaceae	<i>Crinum asiaticum</i>	Meerow, 2001	Herbácea	Ásia	Exótica	✓	✓
	<i>Crinum latifolium</i>	Rahman, 2000	Herbácea	Ásia	Exótica		✓
Anacardiaceae	<i>Anacardium occidentale</i>	Cavalcanti, 1998	Árvore	América do Sul	Exótica	✓	✓
	<i>Mangifera indica</i>	Bailey, 1976	Árvore	Sul da Ásia	Exótica	✓	✓
Annonaceae	<i>Annona reticulata</i>	Morton, 1987	Árvore	América do Sul	Exótica	✓	
	<i>Annona squamosa</i>	Morton, 1987	Árvore	América do Sul	Exótica	✓	
Apocynaceae	<i>Allamanda cathartica</i>	Mendes, 2011	Arbusto/Trepadeira	América do Sul	Exótica		✓
	<i>Cerbera manghas</i>	Wiert, 2006	Árvore	Ásia e Pacífico	Exótica	✓	
	<i>Plumeria rubra</i>	Bailey, 1976	Arbusto/Árvore	América Central	Exótica		✓
	<i>Thevetia peruviana</i>	Bailey, 1976	Arbusto/Árvore	América do Sul	Exótica		✓
Araceae	<i>Epipremnum aureum</i>	Gilman, 1994	Trepadeira	Sudeste Asiático	Exótica		✓
	<i>Philodendron tortum</i>	Bailey, 1976	Herbácea	Trepadeira América do Sul	Exótica	✓	✓
Arecaceae	<i>Polyscias paniculata</i>	Bailey, 1976	Árvore	América do Sul	Exótica	✓	✓
	<i>Borassus aethiopum</i>	Dransfield, 2005	Árvore	Cosmopolita	Exótica	✓	
	<i>Cocos nucifera</i>	Foale, 2003	Árvore	Sudeste Asiático	Exótica		✓
	<i>Dyopsis lutescens</i>	Jones, 1995	Árvore	Madagascar	Exótica	✓	✓
	<i>Elaeis guineensis</i>	Corley, 2003	Árvore	África	Nativa		✓
Asparagaceae	<i>Chlorophytum comosum</i>	Gilman, 1993	Herbácea	África	Nativa		✓
	<i>Dracaena trifasciata</i>	Newton, 2004	Herbácea	África	Nativa	✓	✓
	<i>Furcraea foetida</i>	Bailey, 1976	Suculenta	América Central	Exótica		✓
	<i>Sansevieria zeylanica</i>	Bailey, 1976	Herbácea	África	Nativa	✓	✓
Asteraceae	<i>Helianthus tuberosus</i>	Bailey, 1976	Herbácea	América do Norte	Exótica		✓
Begoniaceae	<i>Begonia palmata</i>	Doorenbos, 1998	Herbácea	Ásia	Exótica	✓	✓

**DIVERSIDADE, ESTRUTURA E BENEFÍCIOS DAS ÁRVORES NAS ESCOLAS  
PÚBLICAS DA CIDADE DA BEIRA**

Asphodelaceae	<i>Aloe vera</i>	Anderson, 2001	Suculenta/Herbácea	África e Oriente Médio	Exótica	✓	
	<i>Carica papaya</i>	Nakasone, 1998	Árvore	América Central	Exótica	✓	✓
Combretaceae	<i>Terminalia catappa</i>	Bailey, 1976	Árvore	Ásia	Exótica	✓	
Pinaceae	<i>Pinus elliottii</i>	Mendes, 2017	Árvore	sudeste dos Estados Unidos	Exótica	✓	
Crassulaceae	<i>Crassula ovata</i>	Rowley, 2004	Suculenta	África	Exótica	✓	
	<i>Crassula volkensii</i>	Smith, 1997	Suculenta	África	Exótica	✓	
	<i>Echeveria elegans</i>	Pilbeam, 2008	Suculenta	México	Exótica	✓	
	<i>Graptopetalum paraguayense</i>	Bailey, 1976	Suculenta	México	Exótica		✓
	<i>Sedum</i> sp	Bailey, 1976	Suculenta	Hemisfério Norte	Exótica	✓	
Cyatheaceae	<i>Alsophila manniana</i>	Conant, 1994	Samambaia arbórea	África	Nativa		✓
Dilleniaceae	<i>Curatella americana</i>	Lorenzi, 2002	Árvore	América do Sul	Exótica	✓	
Euphorbiaceae	<i>Acalypha wilkesiana</i>	Parrotta, 2001	Arbusto	Polinésia	Exótica		✓
	<i>Croton</i>	Berry, 2005	Arbusto/Árvore	Cosmopolita	Exótica	✓	
	<i>Euphorbia tithymaloides</i>	Bailey, 1976	Arbusto/Suculenta	América Central e do Sul	Exótica		✓
	<i>Euphorbia elegans</i>	Bailey, 1976	Suculenta	América Central	Exótica	✓	
	<i>Ricinus communis</i>	Bailey, 1976	Arbusto	África	Nativa	✓	
Fabaceae	<i>Anadenanthera colubrina</i>	Souza, 2005	Árvore	América do Sul	Exótica		✓
	<i>Clitoria fairchildiana</i>	Mabberley, 2008	Árvore	América do Sul	Exótica		✓
	<i>Dalbergia boehmii</i>	Verdcourt, 1968	Arbusto/Árvore	África	Nativa		✓
	<i>Delonix regia</i>	Barwick, 2004	Árvore	Madagascar	Exótica	✓	✓
	<i>Lathyrus odoratus</i>	Bailey, 1976	Trepadeira	Europa e Ásia	Exótica	✓	
	<i>Lonchocarpus sericeus</i>	Bailey, 1976	Árvore	América do Sul	Exótica	✓	✓
	<i>Senna siamea</i>	Bailey, 1976	Árvore	Ásia	Exótica	✓	✓
Gesneriaceae	<i>Episcia cupreata</i>	Wiehler, 1978	Herbácea	América do Sul	Exótica	✓	✓
Humiriaceae	<i>Sacoglottis</i> sp	Bailey, 1976	Árvore	América do Sul	Exótica		✓
Kirkiaceae	<i>Kirkia</i> sp	Bailey, 1976	Árvore	África	Nativa	✓	
Lamiaceae	<i>Ocimum tenuiflorum</i>	Bailey, 1976	Herbácea	Sul da Ásia	Exótica	✓	
Lauraceae	<i>Persea americana</i>	Bailey, 1976	Árvore	América Central	Exótica		✓

**DIVERSIDADE, ESTRUTURA E BENEFÍCIOS DAS ÁRVORES NAS ESCOLAS  
PÚBLICAS DA CIDADE DA BEIRA**

Loganiaceae	<i>Strychnos spinosa</i>	Bailey, 1976	Árvore	África	Nativa	✓	
Lomariopsidaceae	<i>Lomariopsis marginata</i>	Bailey, 1976	Samambaia	América do Sul	Exótica		✓
Lythraceae	<i>Lagerstroemia indica</i>	Bailey, 1976	Árvore	Ásia	Exótica		✓
	<i>Punica granatum</i>	Bailey, 1976	Arbusto/Árvore	Sudoeste da Ásia	Exótica	✓	✓
Magnoliaceae	<i>Magnolia</i> sp	Bailey, 1976	Árvore	América do Norte e Ásia	Exótica		✓
	<i>Malpighia emarginata</i>	Bailey, 1976	Arbusto/Árvore	Caribe	Exótica		✓
Malvaceae	<i>Adansonia digitata</i>	Wickens, 1982	Árvore	África	Nativa	✓	✓
	<i>Hibiscus moscheutos</i>	Bailey, 1976	Herbácea	América do Norte	Exótica		✓
	<i>Melia azedarach</i>	Bailey, 1976	Árvore	Sul da Ásia	Exótica		✓
Meliaceae	<i>Trichilia emetica</i>	Bailey, 1976	Árvore	África	Nativa	✓	
Moraceae	<i>Ficus benjamina</i>	Bailey, 1976	Árvore	Ásia e Austrália	Exótica	✓	✓
	<i>Ficus elastica</i>	Bailey, 1976	Árvore	Ásia	Exótica	✓	✓
	<i>Ficus sycomorus</i>	Bailey, 1976	Árvore	África	Nativa	✓	
	<i>Ficus variegata</i>	Bailey, 1976	Árvore	Ásia e Pacífico	Exótica		✓
	<i>Morus nigra</i>	Bailey, 1976	Árvore	Sudoeste da Ásia	Exótica	✓	✓
Moringaceae	<i>Moringa oleifera</i>	Bailey, 1976	Árvore	Índia	Exótica	✓	✓
Musaceae	<i>Musa</i> sp	Bailey, 1976	Herbácea	Sudeste Asiático	Exótica	✓	✓
	<i>Eucalyptus</i> sp	Boland, 1984	Árvore	Austrália	Exótica	✓	✓
Myrtaceae	<i>Eugenia brasiliensis</i>	Lorenzi, 2002	Árvore	América do Sul	Exótica		✓
	<i>Psidium guajava</i>	Bailey, 1976	Árvore	América do Sul	Exótica	✓	✓
Nyctaginaceae	<i>Bougainvillea glabra</i>	Wheatley, 1992	Trepadeira	América do Sul	Exótica	✓	✓
Orchidaceae	<i>Phalaenopsis</i> sp	Bailey, 1976	Epífita/Herbácea	Sudeste Asiático	Exótica		✓
Oxalidaceae	<i>Oxalis triangularis</i>	Bailey, 1976	Herbácea	América do Sul	Exótica	✓	✓
Poaceae	Cymbopogon	Guenther, 1948	Gramínea	África e Ásia	Exótica		✓
	<i>Paspalum denticulatum</i>	Bailey, 1976	Gramínea	América do Sul	Exótica	✓	✓
	<i>Pennisetum clandestinum</i>	Bailey, 1976	Gramínea	África	Nativa		✓
	<i>Polypogon monspeliensis</i>	Bailey, 1976	Gramínea	Europa e Ásia	Exótica		✓
	<i>Stenotaphrum secundatum</i>	Bailey, 1976	Gramínea	África e América do Sul	Exótica	✓	✓

**DIVERSIDADE, ESTRUTURA E BENEFÍCIOS DAS ÁRVORES NAS ESCOLAS  
PÚBLICAS DA CIDADE DA BEIRA**

Polypodiaceae	<i>Grammitis</i> sp	Bailey, 1976	Samambaia	Cosmopolita	Exótica		✓
Primulaceae	<i>Primula denticulata</i>	Bailey, 1976	Herbácea	Ásia	Exótica		✓
Rhamnaceae	<i>Zizyphus mauritiana</i>	Bailey, 1976	Árvore	África e Ásia	Exótica	✓	✓
Rutaceae	<i>Citrus limon</i>	Scora, 1975	Árvore	Ásia	Exótica	✓	✓
	<i>Citrus reticulata</i>	Tanaka, 1977	Árvore	Ásia	Exótica	✓	
	<i>Citrus sinensis</i>	Hodgson, 1967	Árvore	Ásia	Exótica		✓
Salicaceae	<i>Populus</i> sp	Bailey, 1976	Árvore	Hemisfério Norte	Exótica	✓	
Sapotaceae	<i>Manilkara obovata</i>	Bailey, 1976	Árvore	América do Sul	Exótica	✓	
Thymelaeaceae	<i>Daphne laureola</i>	Brickell, 2008	Arbusto	Europa e Ásia	Exótica		✓
Vitaceae	<i>Cissus</i>	Bailey, 1976	Trepadeira	Cosmopolita	Exótica		✓
	<i>Tetrastigma</i> sp	Bailey, 1976	Trepadeira	Ásia	Exótica		✓

**DIVERSIDADE, ESTRUTURA E BENEFÍCIOS DAS ÁRVORES NAS ESCOLAS  
PÚBLICAS DA CIDADE DA BEIRA**

**Apêndice C**

Carbono das árvores

Escolas	Espécies	AB	N	BAS (kg)	C (kg)	CO <sub>2</sub> (kg)	V <sub>t</sub> (m <sup>3</sup> )	V <sub>T</sub> (m <sup>3</sup> )	A <sub>C</sub> (m <sup>2</sup> )
EP 1º DE MAIO		0.92	12	1554.59	730.66	2681.51	0.57	2.79	96.20
	<i>Eucalyptus sp</i>	0.01	1	17.82	8.38	30.74	0.01	0.03	2.20
	<i>Mangifera indica</i>	0.80	9	1390.09	653.34	2397.76	0.50	2.53	76.70
EP 25 DE JUNHO	<i>Senna siamea</i>	0.11	2	146.68	68.94	253.01	0.07	0.23	17.30
		5.79	12	11999.75	5639.88	20698.37	3.93	19.45	90.70
	<i>Annona squamosa</i>	0.14	1	281.88	132.48	486.22	0.08	0.56	6.90
	<i>Citrus limon</i>	0.04	1	49.82	23.42	85.94	0.02	0.08	5.00
	<i>Delonix regia</i>	0.36	3	1169.53	549.68	2017.31	0.32	2.09	19.40
	<i>Eucalyptus sp</i>	0.17	1	544.77	256.04	939.67	0.08	0.85	12.00
	<i>Mangifera indica</i>	0.57	3	1399.69	657.86	2414.33	0.42	2.54	28.60
	<i>Psidium guajava</i>	4.28	1	7878.88	3703.07	13590.28	2.87	12.12	7.00
	<i>Strychnos spinosa</i>	0.07	1	165.49	77.78	285.45	0.02	0.21	4.80
	<i>Terminalia catappa</i>	0.17	1	509.69	239.55	879.16	0.11	0.98	7.00
EP AMILCAR CABRAL		4.50	13	14913.69	7009.43	25724.62	4.39	23.25	91.00
	<i>Citrus limon</i>	0.18	1	343.70	161.54	592.84	0.23	0.57	9.70
	<i>Dyopsis lutescens</i>	0.01	1	5.76	2.71	9.93	0.01	0.01	1.80
	<i>Eucalyptus sp</i>	0.30	1	453.39	213.09	782.05	0.30	0.71	4.20
	<i>Ficus sycomorus</i>	1.99	1	9216.26	4331.64	15897.13	1.76	14.18	13.10
	<i>Mangifera indica</i>	0.11	2	100.23	47.11	172.88	0.10	0.18	7.40
	<i>Senna siamea</i>	1.87	6	4752.82	2233.83	8198.14	1.97	7.54	50.80
	<i>Zizyphus mauritania</i>	0.03	1	41.53	19.52	71.64	0.02	0.05	4.00
EP ANTIGA EMISSORA		0.18	3	634.93	298.42	1095.20	0.19	1.01	27.70

**DIVERSIDADE, ESTRUTURA E BENEFÍCIOS DAS ÁRVORES NAS ESCOLAS  
PÚBLICAS DA CIDADE DA BEIRA**

	<i>Senna siamea</i>	0.18	3	634.93	298.42	1095.20	0.19	1.01	27.70
EP CERAMICA TERMINAL		0.39	5	751.75	353.32	1296.69	0.41	1.02	30.70
	<i>Lonchocarpus sericeus</i>	0.30	3	550.80	258.88	950.08	0.33	0.71	17.90
	<i>Mangifera indica L.</i>	0.08	1	117.75	55.34	203.11	0.08	0.21	6.00
	<i>Zizyphus mauritania</i>	0.02	1	83.19	39.10	143.50	0.01	0.10	6.80
EP EDUARDO MONDLANE		1.90	14	4871.43	2289.57	8402.73	2.03	7.18	44.30
	<i>Annona squamosa</i>	0.00	1	2.00	0.94	3.46	0.00	0.00	2.40
	<i>Citrus limon</i>	0.01	3	9.63	4.52	16.60	0.00	0.02	3.50
	<i>Dyopsis lutescens</i>	0.02	4	29.77	13.99	51.36	0.03	0.05	13.30
	<i>Senna siamea</i>	1.15	5	2640.05	1240.83	4553.83	1.12	4.19	19.10
	<i>Trichilia emetica</i>	0.72	1	2189.98	1029.29	3777.49	0.88	2.92	6.00
EP ESTURRO		0.11	3	90.30	42.44	155.76	0.07	0.16	10.10
	<i>Mangifera indica</i>	0.11	3	90.30	42.44	155.76	0.07	0.16	10.10
EP HERÓIS MOÇAMBICANOS		2.27	10	8100.99	3807.46	13973.39	2.68	14.14	83.20
	<i>Annona squamosa</i>	0.06	1	130.48	61.33	225.06	0.07	0.26	3.80
	<i>Delonix regia</i>	0.98	5	3058.13	1437.32	5274.98	0.99	5.46	44.30
	<i>Mangifera indica</i>	0.72	1	3208.38	1507.94	5534.14	1.26	5.83	13.80
	<i>Morus nigra</i>	0.14	1	458.60	215.54	791.05	0.15	0.61	4.80
	<i>Senna siamea</i>	0.37	2	1245.38	585.33	2148.16	0.21	1.98	16.50
EP JULIUS NYERERE		0.52	5	1603.64	753.71	2766.12	0.33	2.61	50.10
	<i>Conifera</i>	0.00	1	9.47	4.45	16.33	0.00	0.02	9.00
	<i>Curatella americana</i>	0.22	1	778.99	366.12	1343.67	0.20	1.30	11.00
	<i>Eucalyptus sp</i>	0.01	1	30.55	14.36	52.69	0.01	0.05	9.60
	<i>Senna siamea</i>	0.28	1	773.64	363.61	1334.45	0.12	1.23	6.00
	<i>Trichilia emetica</i>	0.00	1	11.00	5.17	18.98	0.00	0.01	14.50
EP MACUTI		0.94	5	2154.23	1012.49	3715.83	1.19	4.79	36.50

**DIVERSIDADE, ESTRUTURA E BENEFÍCIOS DAS ÁRVORES NAS ESCOLAS  
PÚBLICAS DA CIDADE DA BEIRA**

	<i>Moringa oleifera</i>	0.94	5	2154.23	1012.49	3715.83	1.19	4.79	36.50
EP MANGA		0.93	9	2476.94	1164.16	4272.47	0.73	3.93	56.40
	<i>Senna siamea</i>	0.93	9	2476.94	1164.16	4272.47	0.73	3.93	56.40
EP MANGA LOFORTE		0.29	8	519.77	244.29	896.54	0.18	0.90	29.80
	<i>Mangifera indica</i>	0.21	5	312.57	146.91	539.15	0.13	0.57	17.00
	<i>Senna siamea</i>	0.08	3	207.20	97.38	357.40	0.05	0.33	12.80
EP MATAQUANE		2.08	10	5007.55	2353.55	8637.52	1.78	10.79	70.70
	<i>Moringa oleifera</i>	1.97	9	4662.79	2191.51	8042.85	1.73	10.36	62.90
	<i>Zizyphus mauritania</i>	0.10	1	344.76	162.04	594.67	0.05	0.43	7.80
EP MATADOURO		1.98	6	3449.78	1621.40	5950.53	1.83	8.12	50.00
	<i>Adansonia digitata</i>	1.23	4	1054.27	495.50	1818.50	1.07	3.77	33.20
	<i>Mangifera indica</i>	0.75	2	2395.52	1125.89	4132.03	0.76	4.36	16.80
EP MUBVI		0.21	5	405.39	190.53	699.25	0.14	0.64	21.00
	<i>Lonchocarpus sericeus</i>	0.05	1	180.51	84.84	311.36	0.03	0.23	4.50
	<i>Mangifera indica</i>	0.16	4	224.88	105.69	387.89	0.11	0.41	16.50
EP MULHERES MACOMBE		0.59	6	1328.66	624.47	2291.81	0.64	1.70	30.30
	<i>Lonchocarpus sericeus</i>	0.59	6	1328.66	624.47	2291.81	0.64	1.70	30.30
EP NDUNDA		0.15	3	218.86	102.86	377.51	0.12	0.40	6.00
	<i>Mangifera indica</i>	0.15	3	218.86	102.86	377.51	0.12	0.40	6.00
EP NHANGAU		3.27	63	7042.35	3309.91	12147.36	2.58	12.24	429.00
	<i>Anacardium occidentale</i>	0.00	1	5.82	2.74	10.05	0.00	0.01	4.00
	<i>Citrus reticulata</i>	0.16	7	213.97	100.57	369.08	0.11	0.48	28.00
	<i>Mangifera indica</i>	1.43	28	3108.77	1461.12	5362.32	1.03	5.65	188.40
	<i>Moringa oleifera</i>	0.17	4	316.79	148.89	546.43	0.11	0.70	23.30
	<i>Senna siamea</i>	1.51	23	3397.00	1596.59	5859.48	1.33	5.39	185.30
EP NHANGOMA		0.66	20	1533.29	720.65	2644.78	0.67	2.61	132.70

**DIVERSIDADE, ESTRUTURA E BENEFÍCIOS DAS ÁRVORES NAS ESCOLAS  
PÚBLICAS DA CIDADE DA BEIRA**

	<i>Mangifera indica</i>	0.56	12	1182.00	555.54	2038.84	0.58	2.15	95.30
	<i>Psidium guajava</i>	0.05	3	90.52	42.55	156.15	0.04	0.14	12.30
	<i>Zizyphus mauritania</i>	0.06	5	260.76	122.56	449.79	0.05	0.33	25.10
EP NHASSASSA		6.20	38	14074.77	6615.14	24277.57	5.27	23.85	317.70
	<i>Delonix regia</i>	0.65	9	1414.49	664.81	2439.86	0.51	2.53	61.70
	<i>Mangifera indica</i>	2.14	11	3952.86	1857.85	6818.29	1.43	7.19	110.00
	<i>Moringa oleifera</i>	0.33	5	490.31	230.45	845.73	0.30	1.09	53.00
	<i>Senna siamea</i>	3.08	13	8217.11	3862.04	14173.69	3.02	13.04	93.00
EP NJALANE		1.41	8	4092.34	1923.40	7058.88	1.25	7.88	80.30
	<i>Mangifera indica</i>	0.90	4	3001.04	1410.49	5176.50	0.88	5.46	46.70
	<i>Moringa oleifera</i>	0.51	4	1091.30	512.91	1882.39	0.37	2.43	33.60
EP NOVA CHAMBA I		0.48	4	1527.64	717.99	2635.02	1.13	2.65	31.00
	<i>Borassus aethiopum</i>	0.22	1	729.05	342.65	1257.54	0.98	1.46	6.30
	<i>Morus nigra</i>	0.06	1	286.63	134.72	494.41	0.03	0.38	7.50
	<i>Senna siamea</i>	0.19	2	511.96	240.62	883.07	0.12	0.81	17.20
EP PIONEIROS		8.87	23	31320.15	14720.47	54024.12	9.22	45.26	176.90
	<i>Citrus limon</i>	0.01	2	29.53	13.88	50.94	0.00	0.05	11.10
	<i>Mangifera indica</i>	0.77	4	2564.58	1205.35	4423.64	0.93	4.66	21.50
	<i>Moringa oleifera</i>	0.04	1	25.32	11.90	43.67	0.02	0.06	6.50
	<i>Senna siamea</i>	4.71	10	13684.04	6431.50	23603.60	4.34	21.72	83.40
	<i>Zizyphus mauritania</i>	3.34	6	15016.67	7057.84	25902.26	3.92	18.77	54.40
ESG 25 DE SETEMBRO		1.25	14	3460.08	1626.24	5968.29	0.93	5.71	119.80
	<i>Citrus limon</i>	0.07	1	127.36	59.86	219.69	0.03	0.21	5.60
	<i>Citrus sinensis</i>	0.06	1	125.07	58.78	215.74	0.03	0.23	5.80
	<i>Delonix regia</i>	0.33	3	716.35	336.68	1235.63	0.19	1.28	23.50
	<i>Eugenia brasiliensis</i>	0.00	1	13.96	6.56	24.08	0.00	0.02	11.80

**DIVERSIDADE, ESTRUTURA E BENEFÍCIOS DAS ÁRVORES NAS ESCOLAS  
PÚBLICAS DA CIDADE DA BEIRA**

	<i>Lonchocarpus sericeus</i>	0.00	1	22.16	10.42	38.23	0.00	0.03	7.20
	<i>Mangifera indica</i>	0.43	3	1209.35	568.39	2086.01	0.38	2.20	26.90
	<i>Persea americana</i>	0.00	1	18.20	8.55	31.39	0.00	0.03	13.00
	<i>Senna siamea</i>	0.20	2	532.78	250.40	918.99	0.14	0.85	14.00
	<i>Zizyphus mauritania</i>	0.16	1	694.85	326.58	1198.55	0.15	0.87	12.00
ESG ESTORIL		3.25	13	5660.47	2660.42	9763.75	2.54	8.86	122.00
	<i>Moringa oleifera</i>	0.42	1	980.32	460.75	1690.96	0.35	2.18	10.50
	<i>Morus nigra</i>	0.23	1	544.62	255.97	939.42	0.23	0.73	10.00
	<i>Senna siamea</i>	2.12	7	2317.04	1089.01	3996.66	1.52	3.68	53.30
	<i>Zizyphus mauritania</i>	0.48	4	1818.48	854.69	3136.70	0.45	2.27	48.20
ESG MANGA		1.90	8	6854.04	3221.40	11822.53	1.46	11.58	71.20
	<i>Citrus sinensis</i>	0.16	1	443.03	208.22	764.18	0.10	0.81	7.80
	<i>Delonix regia</i>	0.47	1	1910.25	897.82	3294.99	0.40	3.41	14.00
	<i>Mangifera indica</i>	0.36	1	1504.82	707.27	2595.67	0.40	2.74	5.00
	<i>Psidium guajava</i>	0.12	1	311.37	146.34	537.08	0.06	0.48	5.50
	<i>Senna siamea</i>	0.67	3	2337.83	1098.78	4032.53	0.44	3.71	31.50
	<i>Zizyphus mauritania</i>	0.12	1	346.73	162.96	598.08	0.07	0.43	7.40
ESG MAROCANHE		0.22	4	445.65	209.45	768.70	0.18	0.71	27.10
	<i>Senna siamea</i>	0.22	4	445.65	209.45	768.70	0.18	0.71	27.10
ESG MATADOURO		2.98	14	8788.13	4130.42	15158.64	7.02	19.49	151.20
	<i>Adansonia digitata</i>	0.81	1	1950.81	916.88	3364.95	3.59	6.97	16.50
	<i>Anacardium occidentale</i>	0.11	1	162.43	76.34	280.18	0.08	0.39	8.00
	<i>Anadenanthera colubrina</i>	0.01	1	24.71	11.61	42.62	0.01	0.04	15.00
	<i>Cocos nucifera</i>	0.28	1	1455.51	684.09	2510.61	2.01	2.91	12.00
	<i>Delonix regia</i>	0.40	3	1060.72	498.54	1829.63	0.32	1.89	33.00

**DIVERSIDADE, ESTRUTURA E BENEFÍCIOS DAS ÁRVORES NAS ESCOLAS  
PÚBLICAS DA CIDADE DA BEIRA**

	<i>Eucalyptus sp</i>	0.01	1	30.07	14.13	51.87	0.01	0.05	7.90
	<i>Malpighia emargita</i>	0.21	1	440.76	207.16	760.27	0.09	0.63	4.00
	<i>Mangifera indica</i>	0.12	1	492.39	231.42	849.32	0.15	0.90	15.00
	<i>Moringa oleifera</i>	0.29	1	622.45	292.55	1073.67	0.15	1.38	7.50
	<i>Musa spp</i>	0.19	1	324.19	152.37	559.19	0.15	0.81	4.20
	<i>Senna siamea</i>	0.54	2	2224.09	1045.32	3836.33	0.47	3.53	28.10
ESG MUCHATAZINA		1.69	13	3616.26	1699.64	6237.68	1.46	5.81	100.20
	<i>Citrus limon</i>	0.07	2	98.20	46.15	169.38	0.03	0.16	10.00
	<i>Mangifera indica</i>	0.86	3	1682.36	790.71	2901.91	0.81	3.06	24.80
	<i>Senna siamea</i>	0.47	6	881.92	414.50	1521.23	0.40	1.40	49.00
	<i>Zizyphus mauritania</i>	0.29	2	953.77	448.27	1645.16	0.23	1.19	16.40
		0.99	11	2696.32	1267.27	4650.87	1.02	3.54	89.10
ESG NHANGAU	<i>Lonchocarpus sericeus</i>	0.73	8	2227.56	1046.95	3842.32	0.72	2.86	68.30
	<i>Senna siamea</i>	0.18	2	302.63	142.24	522.00	0.17	0.48	16.80
	<i>Zizyphus mauritania</i>	0.08	1	166.12	78.08	286.55	0.12	0.21	4.00
ESG PONTA-GÊA		1.04	7	1941.94	912.71	3349.66	1.10	3.27	6.00
	<i>Citrus limon</i>	0.00	1	6.08	2.86	10.48	0.00	0.01	0.00
	<i>Melia Azedarach</i>	0.23	1	298.75	140.41	515.32	0.30	0.75	0.00
	<i>Sacoglottis sp</i>	0.10	1	254.95	119.83	439.76	0.07	0.32	6.00
	<i>Senna siamea</i>	0.70	4	1382.16	649.62	2384.09	0.73	2.19	0.00
ESG SAMORA MACHEL		3.52	35	7923.28	3723.94	13666.86	3.49	12.54	158.30
	<i>Dypsis lutescens</i>	0.04	1	40.35	18.96	69.60	0.03	0.06	2.10
	<i>Eucalyptus sp</i>	0.05	1	179.82	84.52	310.17	0.18	0.28	3.60
	<i>Lonchocarpus sericeus</i>	0.06	1	130.75	61.45	225.54	0.03	0.17	8.00
	<i>Mangifera indica</i>	0.05	1	91.32	42.92	157.52	0.01	0.17	4.00
	<i>Senna siamea</i>	3.30	30	7454.20	3503.47	12857.74	3.23	11.83	136.70

**DIVERSIDADE, ESTRUTURA E BENEFÍCIOS DAS ÁRVORES NAS ESCOLAS  
PÚBLICAS DA CIDADE DA BEIRA**

ESG SASAO MUTEMBA	<i>Zizyphus mauritania</i>	0.02	1	26.84	12.61	46.29	0.01	0.03	3.90
		1.53	12	3740.87	1758.21	6452.63	1.54	8.29	80.20
	<i>Ficus benjamina</i>	0.04	2	18.01	8.46	31.06	0.01	0.03	8.90
	<i>Mangifera indica</i>	0.01	1	27.24	12.80	46.99	0.00	0.05	9.70
	<i>Moringa oleifera</i>	1.48	9	3695.63	1736.94	6374.58	1.52	8.21	61.60
<b>Total Geral</b>		<b>63.01</b>	<b>416</b>	<b>164799.81</b>	<b>77455.91</b>	<b>284263.19</b>	<b>62.08</b>	<b>277.17</b>	<b>2917.40</b>

## Apêndice D

### GUIÃO DE ENTREVISTA PARA DIRECTORES

O presente Guião de entrevistas tem como objectivo Avaliar quali-quantitativamente a arborização das escolas públicas da Cidade de Beira e relacionar arborização com aspectos ambiente escolar. Assim, agradecemos antecipadamente a sua colaboração.

Data: \_\_\_\_\_ Escola: \_\_\_\_\_

Nível de Ecolaridade: \_\_\_\_\_ Formação/ especialidade: \_\_\_\_\_

Idade: \_\_\_\_\_ Sexo: \_\_\_\_\_

1. Quando é que a escola começou a funcionar?	
2. A quanto tempo é director dessa escola?	
3. Quantos alunos, professores e outros funcionários tem a escola?	
4. Os professores já tiveram oportunidades de participar num curso de Educação Ambiental? Se sim, qual foi?	
5. Aborda-se a temática da educação ambiental na escola?	
6. O (A) sr (a) director (a) acha importante abordar a temática da educação ambiental na escola? Por quê?	
7. Nos últimos 5 anos qual foi a tendência do número de árvores na escola?	
8. Existe um plano para gestão das árvores na escola?	
9.1. Se não, por quê?	
9.2. Se sim, como ele funciona (Seleção das espécies, Plantio, manutenção/poda e responsáveis)?	
10. Porquê preferiram ter essa espécie de arvores na escola?	
11. Acha importante ter um ambiente arborizado na escola?	
12. Que importância/ usos tem as árvores plantadas na escola?	
13. Propostas sobre o abordado na entrevista.	

**DIVERSIDADE, ESTRUTURA E BENEFÍCIOS DAS ÁRVORES NAS ESCOLAS  
PÚBLICAS DA CIDADE DA BEIRA**

**Apêndice E**

**FORMULÁRIO PARA OS PROFESSORES**

O presente questionário tem como objectivo Avaliar quali-quantitativamente a arborização das escolas públicas da Cidade de Beira e relacionar arborização com aspectos do ambiente escolar. Assim, agradecemos antecipadamente a sua colaboração.

Data \_\_\_\_\_ Escola \_\_\_\_\_

Disciplina \_\_\_\_\_ Classe \_\_\_\_\_ Idade \_\_\_\_\_ Sexo \_\_\_\_\_

1. A quanto tempo o (a) sr (a) é professor (a)?	
1.1. A quanto tempo lecciona nesta escola?	
1.2. A quanto tempo lecciona essa disciplina?	
1.3. Quantas turmas lecciona?	
1.4. O professor é efectivo?	<input type="checkbox"/> Contratado <input type="checkbox"/> Efectivo
1.5. Em que área se formou?	
2. Durante a sua formação ouviu falar de Educação Ambiental?	<input type="checkbox"/> Muito Frequentemente <input type="checkbox"/> Frequentemente <input type="checkbox"/> Ocasionalmente <input type="checkbox"/> Raramente <input type="checkbox"/> Nunca
3. Nas suas aulas tem falado de Educação Ambiental?	<input type="checkbox"/> Muito Frequentemente <input type="checkbox"/> Frequentemente <input type="checkbox"/> Ocasionalmente <input type="checkbox"/> Raramente <input type="checkbox"/> Nunca
4. Se não, por quê?	
5. Se sim, Que dificuldades tem encontrado na abordagem de aspectos de Educação ambiental na sala de aula?	
6. Porquê é importante ensinar conteúdos de Educação Ambiental?	<input type="checkbox"/> Desperta nos alunos uma melhor percepção sobre o meio ambiente <input type="checkbox"/> Facilita a compreensão da degradação ambiental <input type="checkbox"/> Aumenta a ligação do aluno ao natural <input type="checkbox"/> Estimula a criatividade dos alunos e curiosidade sobre os elementos da natureza Outro:

**DIVERSIDADE, ESTRUTURA E BENEFÍCIOS DAS ÁRVORES NAS ESCOLAS PÚBLICAS DA CIDADE DA BEIRA**

7. Como o professor definiria uma escola arborizada?	
8. Consegue enumerar as árvores que se encontram na escola?	<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Dificilmente <input type="checkbox"/> Não
9. Que usos possuem as árvores que se encontram na escola?	<input type="checkbox"/> Sombra <input type="checkbox"/> Alimento <input type="checkbox"/> Recreação <input type="checkbox"/> Material didático <input type="checkbox"/> Fonte de energia (ex: lenha) Outros:
10. O professor concorda que ter uma escola arborizada traz benefícios?	<input type="checkbox"/> Concordo totalmente <input type="checkbox"/> Concordo <input type="checkbox"/> Não concordo nem discordo <input type="checkbox"/> Discordo <input type="checkbox"/> Discordo totalmente
10.1. Se discorda, por quê?	
10.2. Se sim, por quê?	<input type="checkbox"/> Melhora o meio ambiente da escola <input type="checkbox"/> Melhora a poluição do ar da escola <input type="checkbox"/> Melhora a qualidade de vida dos alunos e professores <input type="checkbox"/> Melhora o nível cognitivo do aluno e professor <input type="checkbox"/> Diminui o risco de inundações e erosão na escola <input type="checkbox"/> Mais espaços e áreas para recreação\paisagismo da escola <input type="checkbox"/> Proteção da fauna e flora <input type="checkbox"/> Material didático Outros:
11. Há manutenção das árvores na escola?	<input type="checkbox"/> Nunca <input type="checkbox"/> Raramente

**DIVERSIDADE, ESTRUTURA E BENEFÍCIOS DAS ÁRVORES NAS ESCOLAS  
PÚBLICAS DA CIDADE DA BEIRA**

	<input type="checkbox"/> Às vezes <input type="checkbox"/> Muitas vezes <input type="checkbox"/> Sempre
12. Qual é a tendência do número de árvores ao longo do tempo na escola?	<input type="checkbox"/> Aumentar <input type="checkbox"/> Manter <input type="checkbox"/> Diminuir
13. Participou de alguma actividade de plantio na escola no último ano?	<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não se recorda <input type="checkbox"/> Não
14. Propostas sobre o abordado no formulário?	

**Apêndice F**

**Guião Para Alunos**

O presente questionário tem como objectivo

Avaliar quali-quantitativamente a arborização das escolas públicas da Cidade de Beira e relacionar arborização com aspectos sócio culturais do ambiente escolar.

Assim, agradecemos antecipadamente a sua colaboração.

Data \_\_\_\_\_ Escola \_\_\_\_\_

Classe \_\_\_\_\_ Sexo \_\_\_\_\_

1. Durante as aulas falam de meio ambiente? E como preservá-lo?	
2. O que entende por Educação ambiental?	
3. vocês Acham importante aprender sobre EA	<input type="checkbox"/> Muito importante <input type="checkbox"/> Importante <input type="checkbox"/> Moderada <input type="checkbox"/> As pouco importante <input type="checkbox"/> Não é importante
4. Porquê é importante aprenderem conteúdos de Educação Ambiental?	<input type="checkbox"/> Desperta em nós uma melhor percepção sobre o meio ambiente <input type="checkbox"/> Facilita a compreensão da degradação ambiental <input type="checkbox"/> Aumenta a nossa ligação com o natural <input type="checkbox"/> Estimula a criatividade nossa criatividade e curiosidade sobre os elementos da natureza Outro:
5. Você já ouviu falar de arborização (plantio de árvores)?	
6. Se sim, onde?	
7. Como definiria uma escola arborizada?	
8. Conseguem enumerar as árvores que se encontram na sua escola?	<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Dificilmente <input type="checkbox"/> Não
9. Vocês acham que as árvores são importantes para a escola?	<input type="checkbox"/> Muito importante <input type="checkbox"/> Importante <input type="checkbox"/> Moderada

**DIVERSIDADE, ESTRUTURA E BENEFÍCIOS DAS ÁRVORES NAS ESCOLAS PÚBLICAS DA CIDADE DA BEIRA**

	<input type="checkbox"/> As pouco importante <input type="checkbox"/> Não é importante
10. Se não acham importante, por quê?	
11. Se acham importante, para que usam as arvores na escola? (Deve ser o aluno a responder)	<input type="checkbox"/> Sombra <input type="checkbox"/> Alimento <input type="checkbox"/> Recriação <input type="checkbox"/> aprendem com ele <input type="checkbox"/> Fonte de energia (ex: lenha) Outros:
12. Como consideram a arborização na escola?	<input type="checkbox"/> Muito arborizada <input type="checkbox"/> Arborizada <input type="checkbox"/> Pouco arborizada <input type="checkbox"/> Não arborizada
13. Vocês acham que há manutenção das árvores na vossa escola?	<input type="checkbox"/> Nunca <input type="checkbox"/> Raramente <input type="checkbox"/> Às vezes <input type="checkbox"/> Muitas vezes <input type="checkbox"/> Sempre
14. Qual é a tendência do número de árvores na escola?	<input type="checkbox"/> Aumentar <input type="checkbox"/> Manter <input type="checkbox"/> Diminuir
15. Participaram de alguma actividade de plantio na escola no último ano?	

DIVERSIDADE, ESTRUTURA E BENEFÍCIOS DAS ÁRVORES NAS ESCOLAS PÚBLICAS DA CIDADE DA BEIRA

Apêndice G

EP Amilcar Cabral



EP Heróis Moçambicanos



EP Antiga Emissora



EP Julius Nherere

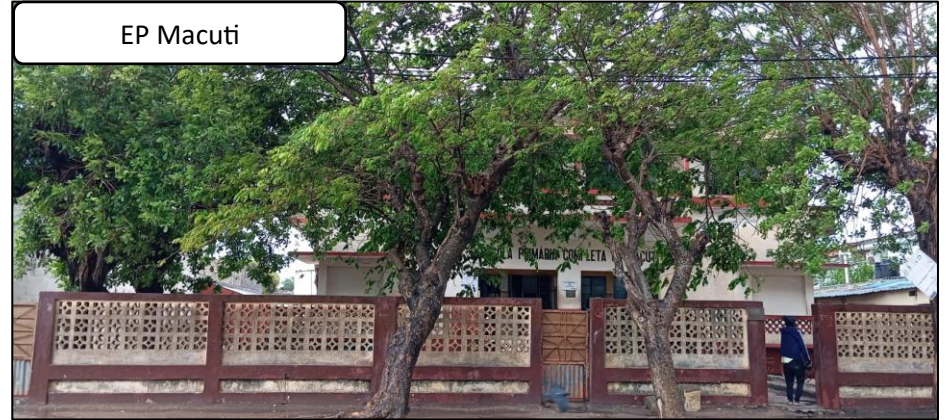


DIVERSIDADE, ESTRUTURA E BENEFÍCIOS DAS ÁRVORES NAS ESCOLAS PÚBLICAS DA CIDADE DA BEIRA

EP 1º de Maio



EP Macuti



Ep Esturro



Ep da Manga



DIVERSIDADE, ESTRUTURA E BENEFÍCIOS DAS ÁRVORES NAS ESCOLAS PÚBLICAS DA CIDADE DA BEIRA

EP Chamba I



EP Matadouro



EP Mulheres Macombe



EP Eduardo Mondlane



DIVERSIDADE, ESTRUTURA E BENEFÍCIOS DAS ÁRVORES NAS ESCOLAS PÚBLICAS DA CIDADE DA BEIRA

EP Matacuane



EP Cerâmica Terminal



EP Pioneiros



DIVERSIDADE, ESTRUTURA E BENEFÍCIOS DAS ÁRVORES NAS ESCOLAS PÚBLICAS DA CIDADE DA BEIRA

ES Muchatazina



ES do Estoril



ES da Ponta-Gêa



ES 25 de Setembro



DIVERSIDADE, ESTRUTURA E BENEFÍCIOS DAS ÁRVORES NAS ESCOLAS PÚBLICAS DA CIDADE DA BEIRA

ES Matadouro



ES Sansão Mutemba



ES Samora Machel

