

UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS
CAMPUS DE ENGENHARIAS E CIÊNCIAS AGRÁRIAS
TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

EVERLANE CONCEIÇÃO DO NASCIMENTO

**CARACTERIZAÇÃO FENOTÍPICA DA *Parkia pendula*: SUBSÍDIOS PARA A
CONSERVAÇÃO E MELHORAMENTO GENÉTICO**

RIO LARGO, AL

2025

EVERLANE CONCEIÇÃO DO NASCIMENTO

**CARACTERIZAÇÃO FENOTÍPICA DA *Parkia pendula*: SUBSÍDIOS PARA A
CONSERVAÇÃO E MELHORAMENTO GENÉTICO**

Trabalho de conclusão de curso (TCC) apresentado ao curso de graduação em Engenharia Florestal pelo Campus de Engenharias e Ciências Agrárias – CECA, da Universidade Federal de Alagoas - UFAL, como requisito a obtenção do Título de Engenheiro(a) Florestal.

Orientadora: Profa. Dra. Marília Freitas de Vasconcelos Melo

RIO LARGO, AL

2025

Catálogo na Fonte
Universidade Federal de Alagoas
Biblioteca Campus de Engenharias e Ciências Agrárias
Bibliotecário Responsável: Erisson Rodrigues de Santana - CRB4 - 1512

N244c Nascimento, Everlane Conceição do.

Caracterização fenotípica da *Parkia pendula*: subsídios para a conservação e melhoramento genético. / Everlane Conceição do Nascimento. – 2025.

37 f.: il.

Orientador(a): Marília Freitas de Vasconcelos Melo.

Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Florestal) – Graduação em Engenharia Florestal, Campus de Engenharias e Ciências Agrárias, Universidade Federal de Alagoas. Rio Largo, 2025.

Inclui bibliografia

1. Conservação ex situ. 2. Variabilidade genética. 3. visgueiro. 4. Arboreto. I. Título.

CDU: 631.53

FOLHA DE APROVAÇÃO

Everlane Conceição do Nascimento

Caracterização fenotípica de *Parkia pendula*: subsídios para conservação e melhoramento genético

Trabalho de Conclusão de Curso - TCC apresentado à Universidade Federal de Alagoas – UFAL, Campus de Engenharias e Ciências Agrárias - CECA, como pré-requisito para obtenção do grau de Bacharel(a) Engenheiro(a) Florestal.

Data de Aprovação: 06/05/2025.

Banca Examinadora:

Documento assinado digitalmente
 MARILIA FREITAS DE VASCONCELOS MELO
Data: 12/05/2025 10:52:39-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof.(a) Dr.(a) Marília Freitas de Vasconcelos Melo Universidade
Federal de Alagoas – UFAL
Campus de Engenharias e Ciências Agrárias – CECA
(Orientador/a)

Documento assinado digitalmente
 ANDREA DE VASCONCELOS FREITAS PINTO
Data: 08/05/2025 07:04:12-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof.(a) Dr.(a) Andrea de Vasconcelos Freitas Pinto Universidade
Federal de Alagoas – UFAL
Campus de Engenharias e Ciências Agrárias – CECA

Documento assinado digitalmente
 SHEILA VALERIA ALVARES CARVALHO
Data: 06/05/2025 15:48:44-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof.(a) Dr.(a) Sheila Valéria Álvares Carvalho Universidade
Federal de Alagoas – UFAL
Campus de Engenharias e Ciências Agrárias – CECA

Dedico

A minha mãe Lerita Maria (in memoriam) que sempre foi a minha maior referência como mulher, mãe e pessoa. Que apesar de não estar mais presente fisicamente, continua presente em mim e em cada passo que eu dou. Seus ensinamentos foram essenciais para que eu pudesse me tornar uma mulher de valores e propósitos.

AGRADECIMENTOS

Durante essa jornada me deparei com várias situações que jamais imaginei enfrentar na vida. Cada palavra aqui escrita, é uma forma singela de expressar toda a minha gratidão aqueles que, de alguma forma, caminharam comigo nesta jornada. Cada gesto de apoio, cada palavra de incentivo e cada demonstração de carinho foram fundamentais para que este trabalho se tornasse possível.

Agradeço primeiramente a Deus, por tudo que fez e fará em minha vida. A Virgem Santíssima Nossa Senhora da Conceição, por interceder em minha vida.

A minha orientadora prof. Dra. Marília Freitas de Vasconcelos Melo, minha profunda gratidão pela paciência, dedicação e sabedoria compartilhada ao longo deste percurso. Agradeço não apenas pelo conhecimento transmitido, mas também pelo apoio humano em cada etapa dessa caminhada.

Aos meus pais, minha eterna gratidão. A minha mãe Lerita Maria, que já não está fisicamente presente, mas vive em cada conquista minha. Sua força, amor e ensinamentos continuam sendo meu alicerce. Ao meu pai Manoel Sebastião, por seu apoio constante, por acreditar na minha capacidade e sempre ter batalhado para que eu pudesse realizar todos os meus sonhos. Tudo o que sou, devo a vocês.

A minha família, meu porto seguro. Ao meu esposo Francisco Manoel, pela paciência e apoio incondicional e por estar ao meu lado em todos os momentos, mesmo nos mais desafiadores. A minha querida e amada filha Liz Fernanda, minha maior inspiração, razão do meu esforço e da minha vontade de ser melhor a cada dia. Que este exemplo sirva como herança de amor, coragem e dedicação.

Ao meu amigo Vinicius de Oliveira, agradeço pela amizade, conselhos, pelo ombro nas horas difíceis e pelas palavras certas nos momentos que mais precisei. Sou grata por ter você nessa caminhada.

A todos que, de alguma forma, contribuíram para a realização deste trabalho, o meu mais sincero agradecimento.

RESUMO

A conservação da biodiversidade tem se tornado uma das questões mais urgentes em um cenário global de degradação ambiental e mudanças climáticas. Visando minimizar esses impactos, estratégias de conservação são buscadas, como por exemplo, a conservação *ex situ*, ou seja, aquela que ocorre fora do local de ocorrência natural da espécie. Diante desse cenário, as espécies vegetais nativas, devido à sua adaptabilidade, devem ser priorizadas, uma vez que desempenham um papel fundamental no equilíbrio ecológico e na manutenção dos serviços ambientais. Dessa forma, o trabalho teve como objetivo caracterizar fenotipicamente os indivíduos de *Parkia pendula*, pertencentes ao arboreto da Universidade Federal de Alagoas (Ufal), visando conhecer a variabilidade genética dos mesmos, para fins de manejo, conservação e futuros programas de melhoramento genético da espécie. Foram analisados os seguintes caracteres fenotípicos: altura da planta (ALT); diâmetro à altura do peito (DAP, acima de 5 cm); e, diâmetro médio da copa (DMC), obtido a partir da média entre as medidas da projeção da copa na linha (L) e nas entre linhas (E) do plantio, conforme a expressão: $DMC = (L+E)/2$. As análises estatísticas foram realizadas por meio dos Softwares Selegen Reml-Blup e RBio. A análise fenotípica revelou grande variabilidade morfológica, especialmente em DAP e área da copa. Houve correlação positiva entre as DAP, altura e área da copa. O dendrograma formou 5 grupos distintos. Os indivíduos 8,20 e 25 são os mais distantes geneticamente, portanto, devem ser priorizados para conservação e melhoramento genético.

Palavras-chave: conservação *ex situ*; variabilidade genética; visgueiro; arboreto.

ABSTRACT

Biodiversity conservation has become one of the most urgent issues in a global scenario of environmental degradation and climate change. In order to minimize these impacts, conservation strategies are sought, such as *ex situ* conservation, that is, conservation that occurs outside the natural site of the species. Given this scenario, native plant species, due to their adaptability, should be prioritized, since they play a fundamental role in ecological balance and in the maintenance of environmental services. Thus, the study aimed to phenotypically characterize *Parkia pendula* individuals belonging to the Federal University of Alagoas (Ufal) *Arboretum*, in order to understand their genetic variability, for management, conservation and future genetic improvement programs of the species. The following phenotypic traits were analyzed: plant height (ALT); diameter at breast height (DAP, above 5 cm); and mean crown diameter (DMC), obtained from the average between the measurements of the crown projection in the row (L) and between the rows (E) of the plantation, according to the expression: $MCD = (L + E) / 2$. The statistical analyses were performed using the Selegen Reml-Blup and RBio software. Phenotypic analysis revealed great morphological variability, especially in DBH and crown area. There was a positive correlation between DBH, height and crown area. The dendrogram formed 5 distinct groups. Individuals 8, 20 and 25 are the most genetically distant, therefore, they should be prioritized for conservation and genetic improvement.

Keywords: *ex situ* conservation; genetic variability; visgueiro; *arboretum*.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	10
2 REFERÊNCIAL TEÓRICO	12
2.1- Fragmentação florestal e suas consequências.....	12
2.2 - Ferramentas para conservação da biodiversidade.....	13
2.2.1. <i>Caracterização fenotípica.....</i>	<i>13</i>
2.2.2. <i>Caracterização genética</i>	<i>14</i>
2.2.3. <i>Conservação in situ e ex situ.....</i>	<i>16</i>
2.2.4. <i>Arboretos.....</i>	<i>17</i>
2.3 - Parkia pendula	18
3 MATERIAL E MÉTODOS	20
3.1 – Área de estudo.....	20
3.2 - Coleta de dados.....	21
3.3 - Análise de dados	22
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	23
4.1- Correlação de pearson	24
4.2 - Dendrograma – upgma	25
4.3 - Mapa de calor	26
4.4 – Gráfico de dispersão.....	27
5 CONCLUSÃO.....	28
REFERÊNCIAS	29

1 INTRODUÇÃO

O acentuado processo de fragmentação florestal tem despertado a atenção de pesquisadores, ambientalistas e sociedade em geral, quanto às suas consequências a curto, médio e longo prazo. Diante disso, estudos que visem o manejo e a conservação das espécies têm se tornado essenciais, principalmente para aquelas que possuem valor econômico, uma vez que são exploradas sem qualquer preocupação com a finitude do recurso.

Entre as espécies arbóreas, aquelas que pertencem as fabaceae desempenham um papel de grande relevância. Estudos florísticos realizados em florestas de terra firme indicam que essa família abriga o maior número de espécies (Takeushi, 1960), sendo suas árvores amplamente utilizadas em indústria madeireira, possuindo alto valor comercial, sendo direcionadas para setores como o de móveis, carpintaria e construção civil (Ribeiro et al., 1999; Ferreira et al., 2004).

Nesse contexto, a *Parkia pendula* (Willd.) Benth. ex Walp, uma espécie nativa de relevante valor ecológico, econômico e social, tem sido priorizada para a caracterização fenotípica, uma ferramenta essencial para a identificação de padrões de variação que possam refletir a diversidade genética existente entre indivíduos e populações (Cruz et al., 2012; Falconer; Mackay, 1996).

A análise da variabilidade genética é fundamental para a formulação de estratégias eficientes de conservação, manejo e desenvolvimento de programas de melhoramento genético, uma vez que a diversidade intraespecífica constitui a base para adaptação das espécies às condições ambientais e para a seleção de indivíduos com características superiores (Frankham; Ballou; Briscoe. 2004).

No entanto, a escassez de conhecimentos técnicos adequado e falta de conscientização ambiental na exploração desse recurso têm causado danos ambientais irreversíveis. A diminuição de árvores é consequência do alto consumo de madeira e do avanço do desmatamento. O norte do estado do Mato Grosso se destaca entre as regiões mais afetadas, figurando em um dos primeiros lugares no ranking de desmatamento, conforme o Boletim de Desmatamento do Instituto do Homem e do Meio Ambiente da Amazônia (Imazon), com 32% de sua área desmatada, totalizando 108 km² de vegetação derrubada (Vieira Galuchi et al., 2020).

Deste modo, a conservação *ex situ* tem sido utilizada como estratégia para proteger populações de espécies ameaçadas de extinção. Lima et al. (2014) afirmam que os arboretos atuam como bancos vivos de germoplasma, essenciais para a preservação da diversidade genética de espécies florestais, além de oferecer base para o desenvolvimento de pesquisas e estratégias de conservação.

Estudar a caracterização genética permite agrupar materiais semelhantes usando técnicas multivariadas e identificar genitores com diferenças genéticas significativas. Esses genitores são mais adequados para gerar efeitos heteróticos elevados e maior variabilidade genética nas gerações futuras dos programas de melhoramento (Costa et al., 2006).

O trabalho foi realizado com o objetivo de caracterizar fenotipicamente indivíduos de *Parkia Pendula* pertencentes ao arboreto da Universidade Federal de Alagoas (Ufal) com o intuito de identificar sua variabilidade genética, a fim de fornecer subsídios para o desenvolvimento de estratégias de conservação e melhoramento genético da espécie.

2 REFERÊNCIAL TEÓRICO

2.1- Fragmentação Florestal e suas consequências

Historicamente, a cobertura florestal do planeta tem sido significativamente reduzida devido ao desmatamento, impulsionado principalmente pela expansão de fronteiras agrícolas (Tilman, 1999). Como consequência desse processo, áreas florestais que antes formavam grandes extensões contínuas passaram a existir em pedaços separados e desconectados, frequentemente cercados por limites físicos definidos, como mencionado por Forman (1995).

Esse histórico de devastação, traz a iminente preocupação com a manutenção das populações de espécies arbóreas, uma vez que está diretamente relacionada à presença de uma elevada diversidade genética dentro dessas populações, o que implica que as árvores adultas precisam ser geneticamente variadas. Para que isso ocorra, é fundamental que as populações possuam um número significativo de indivíduos – mais de 1.000 árvores não aparentadas (Frankham et al., 2014) – em áreas florestais contínuas (ou pouco fragmentadas), condições essas essenciais para a conservação genética das populações (Young et al., 1996).

O estudo de plantas arbóreas nativas começou a ganhar destaque no final da década de 1980, quando diversos centros passaram a focar na conservação dos recursos genéticos. A avaliação da diversidade genética tornou-se crucial para o desenvolvimento de estratégias eficazes de conservação para essas espécies (Freitas et al., 2008). Espécies com baixa diversidade genética pode ter uma capacidade reduzida de resistir a doenças e se adaptar a mudanças ambientais. Portanto, a diversidade genética é essencial para a sustentabilidade e a estabilidade dos ecossistemas, além de ser um fator importante nos programas de melhoramento genético (Ribeiro et al., 2016).

A diversidade genética populacional refere-se à parte hereditária da variação que pode ser observada, medida e utilizada para representar a variação genética. Ela reflete a combinação da informação genética conhecida e o potencial existente entre indivíduos, grupos, populações ou subpopulações (Vilela-Morales et al., 2000). Essa diversidade pode ser analisada através de diferentes características, incluindo agrônômicas, morfológicas e moleculares, entre outras (De Souza, 2018).

A diminuição da diversidade genética das espécies da flora brasileira, que é de grande importância socioeconômica e que resulta das atividades humanas, destaca a necessidade de desenvolver tecnologias eficazes para a conservação genética para as

gerações futuras. Portanto, é essencial aprofundar o conhecimento sobre essas espécies, pois elas podem desempenhar um papel importante em projetos de recuperação ambiental (Andreoli, 2014).

Além disso, o sucesso do melhoramento genético depende fortemente da diversidade da base genética disponível, a qual é influenciada pela coleção e caracterização de materiais genéticos mantidos em bancos de germoplasma. Esses recursos são essenciais para o desenvolvimento de novos cultivares e para o progresso dos programas de melhoramento genético, ou seja, ter acesso a essas fontes de variabilidade é crucial para qualquer programa de melhoramento genético vegetal (Aguiar, 2004).

2.2 - Ferramentas para conservação da biodiversidade

2.2.1. Caracterização fenotípica

O Brasil destaca-se globalmente por sua extraordinária biodiversidade, abrigando mais de 118 mil espécies animais e aproximadamente 46 mil espécies de plantas e fungos, o que representa entre 15% e 20% de todas as espécies conhecidas pelo planeta (MMA, 2023). Além de sua megadiversidade biológica, o país possui uma grande variedade de ecossistemas distribuídos ao longo dos seis biomas terrestres – Amazônia, Cerrado, Mata Atlântica, Caatinga, Pantanal e Pampa, bem como em uma extensa zona marinha-costeira, que inclui o mar territorial, a plataforma ocidental, e a Zona Econômica Exclusiva (ZEE) (MMA, 2023).

A característica fenotípica consiste em um conjunto de técnicas baseadas na análise de dados morfoagronômicos, como diâmetro à altura do peito, altura do fuste, diâmetro da copa, entre outras variáveis mensuráveis. Essas informações podem ser utilizadas na identificação de genótipos superiores, com potencial para programas de melhoramento genético vegetal, além de outras aplicações. O conhecimento da diversidade genética oferece subsídios importantes para estudos de melhoramento, permitindo indicar os genótipos mais viáveis e com maior potencial produtivo (Duarte, 1997; Albuquerque et al., 2007; Furini et al., 2021).

Desse modo, a caracterização de populações naturais é uma etapa fundamental para o desenvolvimento de programas de reflorestamento (Melo, 2012). De acordo com

Almeida (2018), trata-se de um método de avaliação acessível, de baixo custo, simples de manusear e fácil de executar.

As características fenotípicas podem ser analisadas por meio de dissimilares entre os indivíduos, utilizando-se a técnicas de agrupamento UPGMA. Esse método permite a formação de grupos com base em conjuntos de características específicas de cada indivíduo, promovendo a discriminação entre eles e possibilitando a observação da homogeneidade entre grupos (Cruz et al., 2012).

Diversos estudos destacam a importância da avaliação da diversidade genética com base nos parâmetros fenotípicos. Duarte (1997) realizou uma análise multivariada utilizando características fenotípicas com o objetivo de promover o melhoramento genético das plantas. Dellagostin et al., (2011) caracterizaram morfológicamente sementes de sucupira-preta para analisar a dissimilaridade genética. Almeida (2018) também trabalhou com a caracterização da sucupira-preta, utilizando descritores morfológicos como altura do fuste e comprimento da copa para avaliar a similaridade entre populações. Já Furini et al. (2021) analisaram as características morfológicas com a finalidade de identificar genótipos superiores visando o melhoramento genético das espécies *Bixa arborea* e *B. orellana*.

2.2.2. Caracterização genética

Nos últimos anos, os avanços em genética e biologia molecular, especialmente com o surgimento de tecnologias como o DNA recombinante, e reação em cadeias polimerase (PCR) e o sequenciamento automático do DNA, possibilitam o desenvolvimento das técnicas avançadas para a criação de marcadores genéticos. Esses marcadores tem sido fundamentais na identificação, caracterização e avaliação dos recursos genéticos vegetais. Um grande número de estudo científico tem utilizado esses marcadores para investiga diversas espécies, com aplicações variadas, o que destaca o impacto dessas tecnologias nos programas de conservação e aproveitamento dos recursos genéticos (Ayad et al., 1997).

Para fins de conservação *ex situ* diversas técnicas moleculares podem ser aplicadas para garantir a preservação e o estudo dos recursos genéticos de espécies vegetais fora do seu habitat natural. Algumas das principais técnicas incluem:

- **O AFLP (Polimorfismo de Comprimento de Fragmento Aplicado)** é uma técnica que gera fragmentos de DNA (de 80 a 500 pares de bases) a partir da digestão do DNA com enzimas de restrição. Após essa etapa, adaptadores oligonucleotídicos são ligados aos fragmentos, e em seguida, ocorre uma amplificação seletiva desses fragmentos por meios da CPR (Reação em Cadeia da Polimerase). Esse método combina características dos marcadores RAPD e RFLP. O processo inclui a extração do DNA, digestão com endonucleases de restrição, ligações dos adaptadores, amplificação seletiva por PCR, separação por fragmentos em géis de alta resolução, e a visualização dos fragmentos utilizando técnicas como auto-radiografia, coloração com prata ou fluorescência (Vos et al., 1995). O AFLP e suas principais vantagens incluem a capacidade de gerar um grande número de polimorfismos por reação, além de não exigir conhecimento prévio sobre sequência de DNA para a construção dos primers utilizados (Faleiro et al., 2001). Por outro lado, as desvantagens incluem a dominância dos marcadores, O custo elevado e a necessidade de diversas etapas e reagentes para a obtenção de marcadores (Ferreira; Grattapaglia, 1998).
- **Microssatélites** baseiam-se na detecção de regiões do DNA que contêm repetições de sequências curtas, como (CA)_n, (AT)_n. Essas regiões são altamente polimórficas entre indivíduos de uma população. O processo de obtenção envolve a extração do DNA, em seguida de sua digestão com endonucleases de restrição. Depois, os fragmentos resultantes são transferidos para uma membrana de nylon, onde são hibridizados com sondas de minissatélites marcadas. Os polimorfismos gerados são, geralmente, visualizados por auto-radiografia (Jeffreys et al., 1985; Dallas, 1988). As principais vantagens dessas técnicas incluem a alta reprodutibilidade dos padrões gerados e a capacidade de reproduzir muitas bandas de informativas por reação, especialmente quando sondas para múltiplos locos são usadas. Entre as desvantagens, destacam-se as dominâncias dos marcadores (quando sondas por vários locos são utilizadas), além do fato de a técnica ser mais complexa, demorada e dispendiosa, semelhante aos marcadores RFLP (Ferreira; Grattapaglia, 1998).
- **SNP (*Single Nucleotide Polymorphism*)** – Os SPNs são indicadores moleculares do DNA utilizados para detectar mutações e polimorfismos, baseados em alterações de um único nucleotídeo (Cho et al., 1999). Os polimorfismos de sequência de nucleotídeos (SNP) são fontes ricas de variação genéticas,

resultando de substituições de uma única base ou de pequenos eventos e inserção de deleção. Esse tipo de marcador genético é extremamente valioso para investigações filogenéticas sobre a evolução dentro de uma espécie (Wolters et al., 2000), mapeamento genético e, principalmente, na distinção de alelos de um mesmo gene (Melloto; Kelly, 2001; Quirino, 2003). O SNP tem como vantagem a capacidade de identificar grande quantidade de polimorfismos entre os alelos de um gene específico. Suas desvantagens incluem a necessidade de um conhecimento prévio de sequência do gene em questão.

2.2.3. Conservação *in situ* e *ex situ*

A conservação *in situ* de cada indivíduo nativo não é suficiente para manter toda a variabilidade genética existente dentro de uma espécie. Para garantir a preservação dessa diversidade, é recomendado estabelecer locais para a criação de populações base ou Bancos de Germoplasma. Esses locais asseguram a conservação da variabilidade genética que não é contemplada pela conservação *in situ*, mantendo a diversidade genética nas mesmas condições naturais em que a espécie ocorre (Valls, 2007). Portanto, para uma proteção mais eficaz, é aconselhável criar múltiplos Bancos de Germoplasma (populações base), combinando estratégias de conservação *in situ* e *ex situ* (em campo) para garantir a preservação da variabilidade genética das espécies (Paim et al., 2019).

A conservação *ex situ* refere-se a prática de conservar espécies, ecossistemas ou mais recursos genéticos fora do seu ambiente original. Em vez de proteger as espécies diretamente em seu habitat natural (conservação *in situ*), a conservação *ex situ* envolve a criação de ambientes controlados, como jardins botânicos, zoológicos, bancos de germoplasmas (para sementes ou materiais genéticos), aquários, entre outros, onde as espécies podem ser preservadas e estudadas.

Assim, a conservação *ex situ* tem sido utilizada como estratégia para proteger populações de espécies ameaçadas de extinção. Exemplos disso, se refere aos Bancos de germoplasma que foram estabelecidos por meios de testes de procedências e progênies em várias instituições no Brasil, com destaque para o Instituto Florestal de São Paulo, que atualmente conserva 25 espécies arbóreas nativas do Brasil de forma *ex situ* (Gurgel Garrido et al., 1997; Sebbenn et al., 2001).

Análises periódicas da variação genética nos bancos, com base nas estimativas e parâmetros genéticos para características quantitativas, mostraram que uma quantidade significativa de variação foi mantida. Além disso, as estratégias de amostragem de germoplasma têm se mostrado eficazes na preservação dessas populações em contra a extinção (Siqueira et al., 1993; 1999; 2000; Etori et al., 1996; 1999; Sebbenn et al., 2001; 2003; 2004; Freitas et al., 2006; 2007).

2.2.4. Arboretos

Os arboretos, sendo um tipo de jardim botânico, são coleções organizadas de árvores mantidas de forma científicas e devidamente registradas para fins de pesquisas, conservação e educação ambiental (Barazetti et al., 2011). Eles atuam como bancos vivos de germoplasma, permitindo a preservação da diversidade genética de espécies vegetais em risco.

Conforme a resolução nº 339, de 25 de setembro de 2003, do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) (BRASIL, 2003), um dos objetivos dos jardins botânicos é a promoção da educação ambiental. Essa ferramenta é essencial para que essas instituições possam alcançar sua missão de conservar e utilizar de forma sustentável os recursos vegetais, incentivando a conscientização e o engajamento da sociedade de maneira ampla.

No Brasil a criação dos jardins botânicos teve origem ainda no período da exploração colonial portuguesa (Cardoso, 2013). A partir do século XVI, naturalistas e estudiosos de diversas áreas participaram de inúmeras expedições financiadas pela elite europeia, com o objetivo de explorar e registrar a biodiversidade tropical. Assim, os primeiros jardins botânicos Brasileiros surgiram com a finalidade de promover o intercâmbio de recursos vegetais de interesse econômico para Portugal (Oliveira, 2018).

O primeiro jardim botânico do Brasil foi estabelecido em Recife, Pernambuco, durante o período da ocupação holandesa (1630-1654). Na época, os naturalistas Georg Marcgraf e Willem Piso reuniram coleções de espécimes da fauna e flora local, incluindo exemplares coletados em expedições pelo sertão nordestino. Esse material serviu de base para a obra *Historia Naturalis Brasiliae*, considerada o mais completo e detalhado estudo sobre a história natural do Brasil até o início do século XIX. Parte desse acervo, hoje conhecido por meio de pinturas de Frans Post e Alberto Eckhout, foi fundamental para o estudo de classificação e comparação de espécies. As ilustrações registram exemplares

de fauna e flora, muitos dos quais já extintos ou ameaçados, pertencentes a ecossistemas ainda preservados à época. Contudo, quase nada restou do jardim: ao serem expulsos, os holandeses destruíram as coleções mais valiosas, e os portugueses, ao retornarem o controle, eliminaram as espécies remanescentes – possivelmente como forma simbólica de reafirmar a posse do território (Silva, 2004)

2.3 - *Parkia pendula*

O gênero *Parkia* inclui cerca de 35 espécies, divididas em três seções taxonômicas: *Parkia*, *Platyparkia* e *Sphaeroparkia*. Essas espécies estão amplamente distribuídas em florestas tropicais e savanas da América do Sul e Central, África, Madagascar e região Indo-Pacífico (Luckow; Hopkins, 1995; Luckow, 2005; Oliveira et al., 2021). No Brasil, a bacia amazônica destaca-se como a região com a maior diversidade e riqueza de espécies deste gênero, abrigando 54% das espécies conhecidas. A flora local é composta predominantemente por árvores e arbustos de grande porte, variando de 3 a 45 metros de altura (Hopkins, 1983, 1986; Oliveira et al., 2021).

A *Parkia pendula*, popularmente conhecida como "visgueiro", "angico", "faveira de chorão" e "fava de bolota", é uma espécie da família Fabaceae e subfamília Mimosoideae. Ela é encontrada em várias regiões do Brasil, incluindo o Norte (Acre, Amazonas, Amapá, Pará, Rondônia, Roraima, Tocantins), Nordeste (Alagoas, Bahia, Ceará, Maranhão, Paraíba, Pernambuco, Piauí, Sergipe), Centro-Oeste (Mato Grosso) e sudeste (Espírito Santo) (Lorenzi, 2002; Oliveira; Hopkins, 2020). Esta árvore se destaca por seu porte imponente, copa ampla e plana, casca avermelhada, grandes folhas com folíolos finos, e flores localizadas na porção média e basal da inflorescência. Seus frutos são vagens glabras, não lenhosas, contendo de 10 a 25 sementes por vagem e são revestidos por uma substância viscosa conhecida como goma ou resina. As sementes da espécie são viáveis anualmente (Salman et al., 2008; Sambuichi et al., 2009; Oliveira et al., 2021).

Geralmente cresce naturalmente em florestas de terra firme e áreas de várzea alta, adaptando-se a solos que variam de arenosos a argilosos (Cardoso et al., 2017). Esses solos costumam ter fertilidade média (Carvalho, 2010). Sua distribuição geográfica inclui a região amazônica do Peru, o sul da Guiana Inglesa, e alguns estados brasileiros (Lorenzi, 2009). É uma árvore de grande porte que geralmente se posiciona na parte superior do dossel ou como emergente em florestas primárias e secundárias (Parrota et al., 1995), apresentando pequenas saponemas (Cardoso et al., 2017).

De acordo com Paula & Alves (1997), um indivíduo adulto pode atingir até 60 metros de altura e ter um diâmetro de 1,5 metros a 1,3 metros do solo, o que pode fazer dela a maior árvore do gênero (Loureiro; Silva, 1972). Sua madeira é valorizada economicamente e é utilizada para fabricar caixas e Taboado, além de servir como matéria-prima para artesanato (Loureiro et al., 2000). Carvalho (2010) aponta que a madeira é comumente usada na confecção de móveis e na construção civil, enquanto a Embrapa (2004) ressalta suas qualidades para a produção de celulose. Seu tronco é cilíndrico e retilíneo, com pequenas sapopemas ocasionalmente presentes.

O visgueiro apresenta um crescimento relativamente rápido e é uma espécie que não tolera sombra, mostrando altas taxas de sobrevivência, variando de 80 a 94%, em áreas abertas (Gomes, 2010). Essa característica é crucial para a recuperação de áreas degradadas. Além disso, Carvalho (2010) destaca que a árvore é altamente ornamental, especialmente devido ao formato intrigante de suas inflorescências, o que a torna uma boa opção para projetos de paisagismo, como em praças públicas, parques e grandes avenidas.

A espécie também possui um significativo potencial madeireiro e é utilizada na construção civil, fabricação de embarcações, móveis e tábuas, entre outros produtos. Seu rápido crescimento torna-a uma opção valiosa para a recuperação de áreas degradadas (Sccoti et al., 2020). Desta forma, observou-se que as sementes de visgueiro são promissoras para a produção de proteínas (15,7%) e contêm óleos vegetais comestíveis (9,8%), que são empregados na alimentação animal (Silva, 2017). No entanto, apesar de o óleo ter uma composição similar à de óleos obtidos de leguminosas, não é recomendado para consumo humano.

De acordo com Vieira et al. (1996), a dispersão das sementes provavelmente é realizada por macacos ou grandes psitacídeos, como araras, papagaios e periquitos, que quebram a casca do fruto e extraem as sementes.

Os frutos dessa espécie são do tipo vagem, ligeiramente recurvados e com um pedicelo na base. Eles possuem uma deiscência difícil, liberando as sementes somente após o apodrecimento do exocarpo (Costa et al., 2006). As sementes têm uma casca dura e impermeável à água, graças a uma camada de tecido conhecida como osteosclerides, que contribui para a dormência. Sua coloração é preta e a superfície é revestida por uma goma mucilaginosa (polissacarídeo), que pode desempenhar um papel importante na dispersão ou germinação das sementes (Embrapa, 2004).

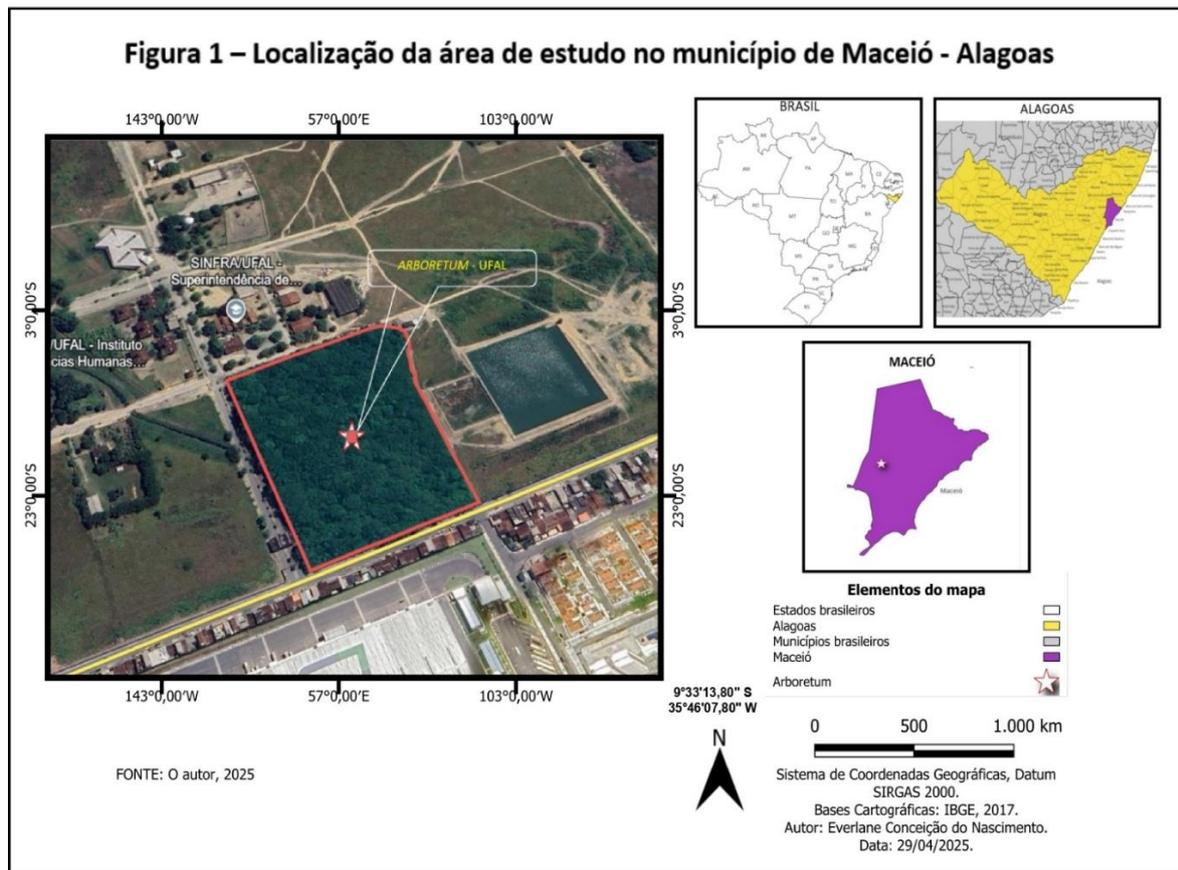
O fruto é lignificado, duro e resistente, com coloração negra quando maduro. Ele é um legume seco, polispérmico e se abre nas junções das bordas do carpelo. O exterior do fruto é coberto por uma substância mucilaginosa e pegajosa, conhecida como visgo, que provavelmente inspirou o nome popular "visgueiro". Durante a colheita, essa substância dificulta a remoção das sementes, pois as adere firmemente ao fruto. Além disso, quando as sementes são hidratadas, elas apresentam uma camada gelatinosa em toda a sua superfície (Camargo, 2008).

De acordo com Nascimento et al. (2009), nas leguminosas tropicais, a resistência e a impermeabilidade da casca à água são mecanismos comuns de dormência. De acordo com Montório et al. (1997), a dormência das sementes é uma estratégia adaptativa das plantas que permite que a germinação ocorra de forma escalonada. Isso aumenta as chances de sobrevivência da espécie ao garantir que as sementes não germinem todas ao mesmo tempo, ajustando a germinação às condições ambientais favoráveis ao longo do tempo.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 – Área de Estudo

O estudo foi conduzido no Arboreto de Alagoas, situado no interior do Campus A. C. Simões, da Universidade Federal de Alagoas, no município de Maceió - AL, sob a coordenada geográfica centrais 09°33'13,80" S e 35°46'07,80" W. A área faz parte do bioma Mata Atlântica localizado no domínio de Floresta Ombrófila Aberta (IBGE, 2004). O clima da região é tropical litorâneo úmido (As), conforme a classificação de Köppen, com uma precipitação média anual que varia entre 1.600 mm a 1.900 mm e uma temperatura média anual entre 24°C a 26°C (Alvares et al., 2014). De acordo com o IBGE (2004), os solos presentes na área são latossolos amarelos distróficos e argissolos vermelho-amarelos distróficos.



Fonte: Elaborada pela autora (2025)

A área do estudo possui cerca de 4,2 hectares e foi criada em 2002 por meio de um projeto com o objetivo de revitalizar um terreno baldio, anteriormente utilizado para o depósito de entulhos e detritos. Atualmente, o local é dedicado a conservação de espécies nativas, à realização de pesquisas científicas e visitação de estudantes, com o intuito de promover educação ambiental. Segundo Santos et al. (2018), a área apresenta uma grande diversidade de espécies, evidenciadas pelo índice de Shannon, que é de 3,78 nats. ind. ⁻¹, e uma diversidade total de aproximadamente 674 indivíduos por hectare.

3.2 - Coleta de Dados

A coleta de dados foi realizada em março de 2025, com as seguintes variáveis dendrométricas: circunferência a altura do peito (CAP) a 1,30m, por meio da fita métrica; a área da copa, medida a partir dos quatro raios em direções (norte, sul, leste e oeste) também com uma fita métrica; e altura total das árvores (Htotal), com o auxílio de uma vara de 2 metros (**Figura 2**). Foram medidos todos os indivíduos da *Parkia pendula* com diâmetro a altura do peito (DAP) acima de 5 cm presentes no interior da área, totalizando 40 indivíduos.

Figura 2. Coleta de dados dos caracteres fenotípicos de indivíduos da *Parkia pendula* no arboreto, localizado na Universidade Federal de Alagoas.



Fonte: Elaborada pela autora (2025)

3.3 - Análise de Dados

Após a coleta, transformação e tabulação dos dados, os mesmos foram submetidos à análise estatística descritiva, gerando os valores máximos, médios e mínimos e o erro padrão da média. Além disso, foi calculado o coeficiente de correlação de Pearson entre as variáveis, com a verificação da significância por meio do teste t ($P.0,01$). O *software* utilizado para as análises foi o Selegen-Reml/Blup (Resende, 2002). As análises de dissimilaridade genética, fundamentadas na distância Euclidiana; e o coeficiente de correlação cofenética, foram realizadas por meio do *software* RBio (Bhering, 2017).

Para estimar a variabilidade genética entre os genótipos, foram realizadas análises multivariadas com as características avaliadas. A partir dessas análises, foram calculadas as dissimilaridades, gerando as distâncias euclidianas médias e a análise de agrupamentos

utilizando o método (UPGMA), *Unweighted Pair Group Method using Arithmetic Averages*, ou método de ligação média entre grupos. Este método é amplamente utilizado em estudos de diversidade genética, pois leva em conta as médias aritméticas das distâncias, evitando a influência de valores extremos na caracterização da dissimilaridade entre os indivíduos analisados (Cruz; Carneiro, 2006). Para a definir o número de grupos no método hierárquico, foi aplicado o método de Mojena (1977), que se baseia no tamanho relativo dos níveis de fusões (distâncias) no dendrograma, adotando o valor fixo de $k=1,25$, para determinar o número ideal de grupos.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise fenotípica da população de *Parkia pendula* revelou uma expressiva variabilidade morfológica entre os indivíduos avaliados, essencial para a conservação e programas de melhoramento genético (Cruz et al., 2012). As variáveis analisadas incluíram altura (m), diâmetro à altura do peito (DAP, em cm) e Área da copa (m^2), cujos valores estatísticos estão resumidos na **(tabela 1)**. Estes caracteres são comumente empregados em pesquisas florestais por servirem como indicadores diretos do desenvolvimento e da produtividade das árvores (Sebbenn, 2002).

A altura das árvores variou entre (6,00 m e 16,00 m), com o coeficiente de variação (CV) de 25,18%, o que é comum em espécies arbóreas (Souza; Martins, 2004). Indicando variação moderada associada a fatores genéticos e ambientais. (Vencovsky; Barriga, 1992). O DAP apresentou alta amplitude (6,37 cm a 34,06 cm), com o coeficiente de variação (CV) de 44,43%, indicando elevada diversidade genética (Vencovsky; Barriga, 1992). A área da copa variou de (3,00 m^2 a 15,35 m^2), com o coeficiente de variação (CV) de 45,64%. Essa alta variabilidade pode estar associada a plasticidade fenotípica da espécie frente a diferentes condições ambientais, como disponibilidade de luz e recursos (Silva et al., 2011), além de fatores como densidade de plantio e competição intraespecífica, influenciam diretamente o crescimento e a expansão da copa (Rezende et al., 2005).

Os altos coeficientes de variação observados, especialmente para DAP e área de copa, indicam expressivo potencial genético da população, especialmente em programas de seleção e melhoramento (Cruz; Carneiro, 2003). Além disso, essa diversidade fenotípica constitui um importante indicativo da necessidade de estratégias de

conservação que garantam a manutenção da variabilidade genética da espécie (Frankel; Brown; Burdon, 1995). Esses dados subsidiam a seleção de indivíduos superiores para fins de conservação *in situ* e *ex situ* (Maxted et al., 1997), e auxilia na formação de bancos de germoplasma com ampla representatividade genética. Essa diversidade é fundamental para garantir a adaptabilidade evolutiva da espécie e sua utilização em programas de restauração ecológica (Rezende, 2016).

Tabela 1. Variação média dos caracteres morfológico da *Parkia pendula* (Visgueiro). Obtido através do programa Selegen/RemlBlup.

Variável	Mínimo	Máximo	Média	CV%	Desvio
Altura (m)	6.0000	16.0000	10.2250	25.1776	2.5744
Diâmetro a altura do peito (cm)	6.3700	34.0600	14.5405	44.4317	6.4606
Área da copa (m ²)	3.0000	15.3500	6.4388	45.6361	2.9384

CV % = Coeficiente de Variação. **Fonte:** Elaborada pela autora (2025).

4.1- Correlação de Pearson

A matriz de correlação de Pearson (**Tabela 2**) entre os caracteres avaliados de *Parkia pendula* evidenciou relações significativas entre as variáveis avaliadas. Observou-se uma correlação positiva forte entre o DAP e a altura ($r = 0,8224$), indicando que indivíduos com maior diâmetro tendem a apresentar maior altura, padrão comum em espécies arbóreas.

A correlação entre o DAP e a área da copa também foi forte ($r = 0,8281$), sugerindo que as árvores mais robustas apresentam copas mais desenvolvidas. Já a correlação entre altura e área da copa foi moderada ($r = 0,5437$), indicando que o aumento da altura nem sempre está diretamente associado ao aumento da área da copa. Essa relação pode ser influenciada por fatores como competição por luz, arquitetura da copa e condições ambientais locais.

De modo geral, essas correlações demonstram a interdependência entre os atributos fenotípicos avaliados e fornecem subsídios importantes para a seleção de

indivíduos superiores em programas de melhoramento genético, priorizando características que favorecem o crescimento vigoroso da espécie.

Tabela 2. Correlação de Pearson, proveniente de 3 caracteres avaliadas em 40 indivíduos do Visgueiro (*Parkia pendula*), obtidos a partir do programa Selegen/RemlBlup.

	Altura (m)	DAP (cm)	Área da Copa (m ²)
Altura (m)	1	0.8224	0.5437
Diâmetro a altura do peito (cm)	0.8224	1	0.8281
Área da copa (m ²)	0.5437	0.8281	1

DAP = Diâmetro a altura do peito. **Fonte:** Elaborada pela autora (2025).

4.2 - Dendrograma – UPGMA

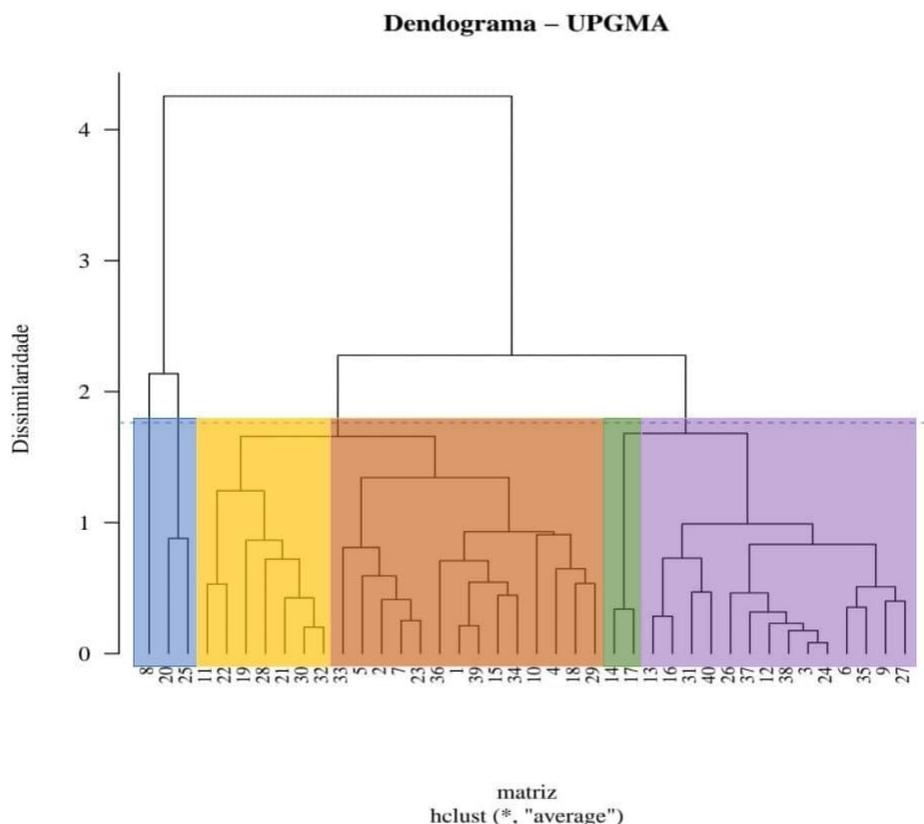
A análise de agrupamento hierárquico pelo método UPGMA (Unweighted Pair Group Method with Arithmetic Mean), baseada na matriz de dissimilares obtida a partir das características fenotípicas (Altura, DAP e Área da copa), permitiu identificar padrões de similaridade entre os indivíduos de *Parkia pendula* avaliados (**Figura 3**). Este método é amplamente utilizado em estudos de diversidade genética por sua simplicidade e eficiência na organização de dados multivariados (Cruz et al., 2012).

O coeficiente de correlação cofenética obtido foi de 0,83, indicando que o dendrograma representa as distâncias fenotípicas originais (Sneath; Sokal, 1973). Valores superiores a 0,80 são indicativos de boa qualidade na representação gráfica das relações de dissimilaridade (Cruz; Carneiro, 2012). A formação de grupos distintos no dendrograma reflete a variabilidade fenotípica da população, sugerindo a presença de subgrupos fenotipicamente diferenciados.

A estrutura do dendrograma evidencia a diversidade genética da população e fornece subsídios valiosos para programas de seleção e estratégias de conservação, especialmente *ex situ*. Indivíduos mais divergentes devem ser priorizados a fim garantir maior representatividade da variabilidade genética da espécie (Frankhan et al., 2010). Além disso, o uso do UPGMA mostrou-se adequado por sua eficiência em organizar dados multivariados e por assumir uma taxa de constante de divergência entre os grupos, condizente com a realidade da população estudada (Mohan et al., 2020).

No dendrograma, observa-se a formação de 5 grupos distintos, com base nas características avaliadas. Os indivíduos agrupados em ramos mais próximos compartilham maior similaridade nas características analisadas, enquanto aqueles em ramos afastados apresentam maior dissimilaridade, o que pode refletir diferenças genéticas ou influências ambientais específicas (Cruz; Regazzi; Carneiro, 2012).

Figura 3. Dendrograma feito a partir do agrupamento UPMA realizado com base em 3 caracteres avaliados em 40 indivíduos do Visgueiro (*Parkia Pendula*).



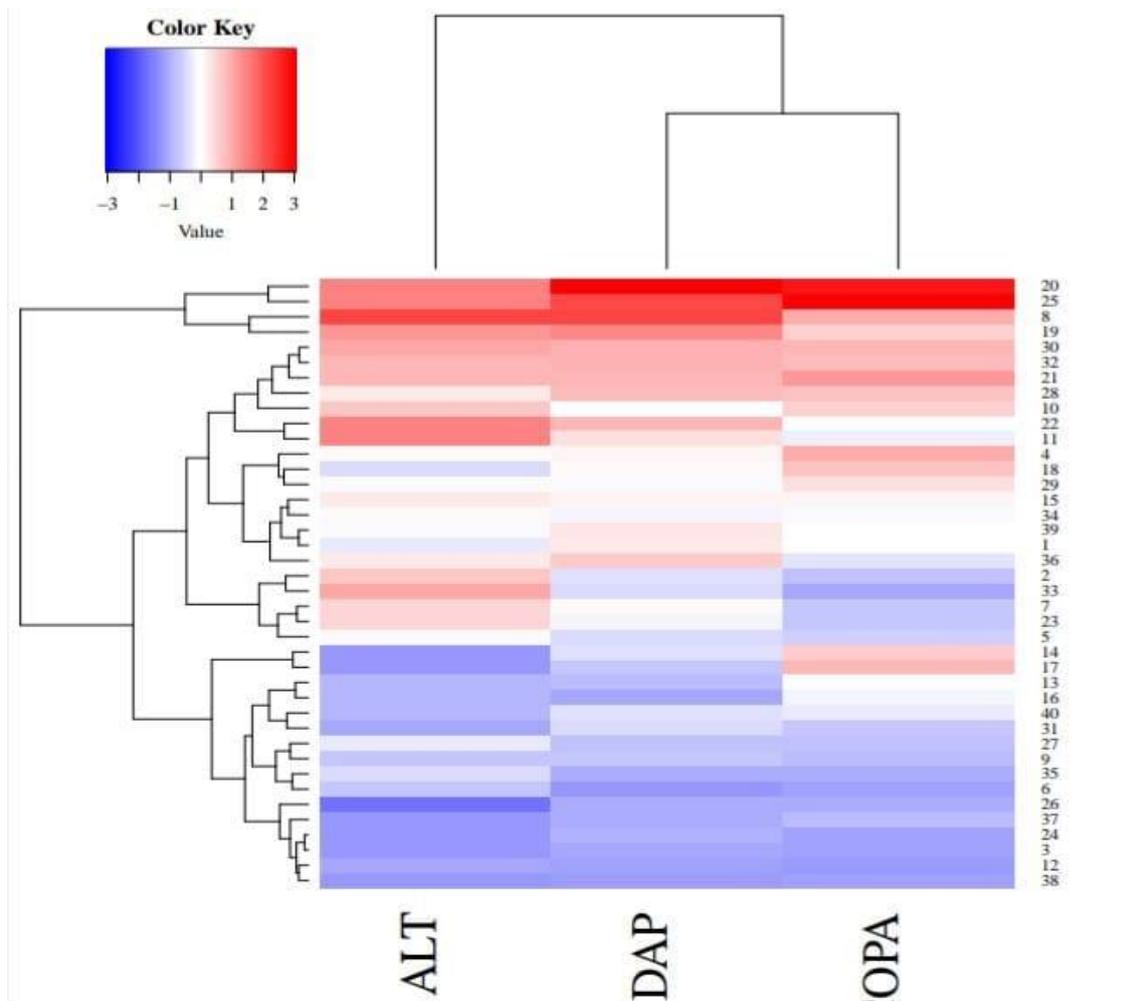
Fonte: Elaborada pela autora (2025)

4.3 - Mapa de Calor

O mapa de calor representa outra forma de visualização (**Figura 4**) para os indivíduos avaliados. Nas colunas verticais, estão os 3 caracteres avaliados (ALT, DAP e Área da copa). As linhas horizontais, indicam os indivíduos e suas numerações. As células coloridas fornecem os valores observados: A coloração vermelha, indica que os indivíduos possuem valores mais altos para as 3 variáveis analisadas. A coloração em tom azul, indicam que os indivíduos apresentam valores mais baixos nas características avaliadas e os tons mais claros e branco, indivíduos que se encontram na média.

Assim, é possível identificar que os indivíduos 8, 20 e 25 são os que apresentam os maiores valores para todos os caracteres avaliados, justificando mais uma vez a inclusão destes indivíduos em um único grupo.

Figura 4. Mapa de calor feito a partir do agrupamento UPMA realizado com base em 3 caracteres avaliados em 40 indivíduos do Visgueiro (*Parkia Pendula*).



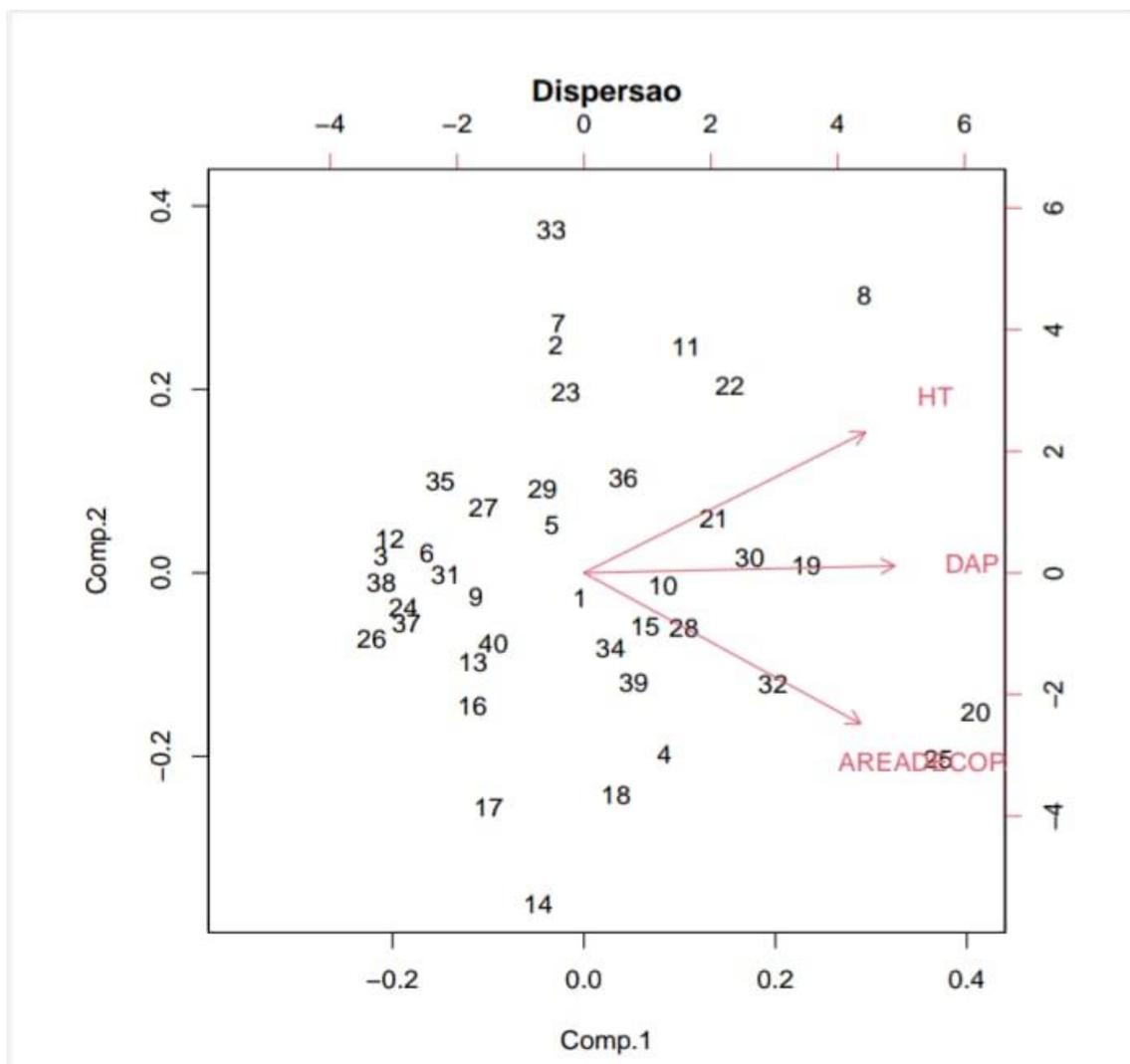
Fonte: Elaborada pela autora (2025)

4.4 – Gráfico de Dispersão

A análise de componentes principais indica a maior parte da variação total entre os indivíduos com base nas três variáveis, representadas por dois componentes (**Figura 5**). Assim se verifica que os indivíduos mais próximos uns dos outros têm características semelhantes. E os indivíduos que se encontram na direção da seta são aqueles que possuem o maior valor para a característica em questão. Sendo assim, o indivíduo 8 se estaca quanto à altura, os indivíduos 20, 25 e 32 para maior área de copa, e o 19 e 30 para

maior DAP. Já os indivíduos 3, 12, 28 e 36 são os que apresentam os menores valores para os caracteres analisados, corroborando com as demais análises.

Figura 5. Gráfico de dispersão realizado com base em 3 caracteres avaliados em 40 indivíduos do Visgueiro (*Parkia Pendula*).



Fonte: Elaborada pela autora (2025)

5 CONCLUSÃO

A análise fenotípica revela uma expressiva variabilidade morfológica, especialmente nos caracteres diâmetro à altura do peito (DAP) e área da copa.

A correlação positiva e significativa entre DAP, altura e área da copa demonstra a interdependência entre caracteres morfológicos, sugerindo que indivíduos com maior diâmetro tendem a apresentar não apenas maior altura, mas também copas mais amplas,

o que reflete maior vigor e potencial produtivo, devendo esse caracter ser indicado para seleção precoce.

O dendrograma evidencia a formação de 5 grupos de indivíduos, sendo recomendada a coleta de sementes em grupos distintos, o que contribui para maior variabilidade genética entre eles.

Os indivíduos 8, 20 e 25 são os mais distantes geneticamente, portanto devem ser priorizados para conservação e melhoramento genético da espécie.

REFERÊNCIAS

AGUIAR, A.V. **Emprego de parâmetros moleculares e quantitativos na conservação e melhoramento de *Eugenia dysenterica* DC. 2004. 186 f.** Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento de Plantas) – Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2004.

ALBUQUERQUE, K.S; GUIMARÃES, R.M, ALMEIDA, I.F; CLEMENTE, A.C.S. **Métodos para a superação da dormência em semente de sucupira-preta (*Bowdichia virgilioides* Kunth.).** Ciência Agrotécnica, v.31, p.1716-1721, 2007.

ALMEIDA, D. S. **Estratégias para o desenvolvimento de programa de colheita de sementes de sucupira-preta (*Bowdichia virgilioides* Kunth.) em Mata Atlântica do Recôncavo da Bahia.** 2018. Tese (Doutorado em Botânica) – Universidade Estadual de Feira de Santana, Feira de Santana, 2018.

ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C. GONÇALVES, J. L.; SPAROKKEK, G. **Köppen's climate classification map for Brazil.** Meteorologische Zeitschrift, Vol. 22, No. 6, 711–728, 2014.

ADREOLI, C. **Conservação genética da flora brasileira: importância e estratégia.** Revista Brasileira de Recursos Naturais, v. 4, n. 1, p. 45-53, 2014.

AYAD, W. G.; HODGKIN, T.; JARADAT, A.; RAO, V. R. (Ed.). **Molecular genetic techniques for plant genetic resources**. Rome: **International Plant Genetic Resources Institute**, 1997. 137 p.

BARAZETTI, V. M.; SCCOTI, M. S. V.; LIMA, M. A. V.; SOUZA, J. P. F.; CURVELO, K. B.; LOBÃO, D. E. P.; **Arboreto do Ceplac1 – espécies arbóreas potenciais ao sistema agrossilvicultural cacauero**. Unoesc & Ciência – ACET, Joaçaba, v. 2, n. 1, p. 31-46, jan./jun. 2011.

BRASIL. **Resolução CONAMA n° 339, de 25 de setembro 2003**. Ministério do Meio Ambiente. Dispõe sobre a criação, normatização e o funcionamento dos jardins botânicos, e dá outras providências. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil. Brasília, DF, 25 de set. de 2003.

BHERING, L.L. **Rbio: A tool for biometric and statistical analysis using the R platform**. *Crop Breeding and applied biotechnology*. v.17:187-190p. 2017.

CAMARGO, J. L. C.; FERRAZ, I. D. K.; MESQUITA, M. R.; SANTOS, B. A.; BRUM, H. D. **Guia de propágulos e plântulas da Amazônia**. 168 p. Manaus: INPA, 2008.

CARVALHO, P. E. R. **Manual de dendrologia: Madeira e plantio**. 2. ed. Brasília, DF: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), 2010.

CARDOSO, V. S. **O programa de Educação Ambiental do Jardim Botânico Municipal de Bauru (Bauru-SP): a busca por uma identidade**. 2013. 163 f. Dissertação (Mestrado em Educação para a Ciência) - Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Bauru, 2013. Disponível em:<<https://repositorio.unesp.br/handle/11449/90910>>. Acesso em: 21 abr. 2020.

CARDOSO, D.; COSTA, R. S.; SILVA, A. L. et al. **Caracterização ecológica e distribuição geográfica de *Parkia pendula***. *Revista Brasileira de Botânica*, v. 40, n. 2, p. 237-249, 2017.

COSTA, M. N da; PEREIRA, W. E.; BRUNO, R. de. L. A.; FREIRE, E. C.; NÓBREGA, M. B. de M.; MILANI, M.; OLIVEIRA, A. P. de. **Genetic divergence on castor bean accesses and cultivars through multivariate analysis.** Pesquisa Agropecuária Brasileira, v.41, n.11, p.1617-1622, 2006.

CHO, R. J.; MINDRINOS, M.; RICHARDS, D. R.; SAPOLSKY, R. J.; ANDERSON, M.; DRENKARD, E.; DEWDNEY, J.; REUBER, T. L.; STAMMERS, M.; FEDERSPIEL, N.; THEOLOGIS, A.; YANG, W. H.; HUBBELL, E.; AU, M.; CHUNG, E. Y.; LASHKARI, D.; LEMIEUX, B.; DEAN, C.; LIPSHUTZ, R. J.; AUSUBEL, F. M.; DAVIS, R. W.; OEFNER, P. J. **Genome-wide mapping with biallelic markers in Arabidopsis thaliana.** Nature Genetics, New York, v. 23, p. 203-207, 1999.

CRUZ, C.D.; CARNEIRO, P.C.S. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético.** Viçosa, MG: Editora UFV, 2003.

CRUZ, C.D.; CARNEIRO, P.C.S. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético.** 2.ed. Viçosa: UFV, 2006.

CRUZ, C. D.; REGAZZI, A. J.; CARNEIRO, P. C. S. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético.** 4. ed. Viçosa: UFV, 2012.

DALLAS, J. F. **Detection of DNA “fingerprints” of cultivated rice by hybridization with a human minisatellite DNA probe.** Proceedings of the National Academic of Science USA, Washington, v. 85, p. 6831-6835, 1988.

DELLAGOSTIN, M.; HENNING, F.A.; MERTZ, L.M.; KOPP, M.M; CRESTANI, M.; SHESTOR, I.; ZIMMER, P.D. **Dissimilaridade genética em população segregante de soja com variabilidade para caracteres morfológicos de semente.** Revista Brasileira de Sementes, v.33, p.689-698, 2011.

DE SOUSA, C. S. C. **Diversidade e similaridade florística em áreas sob influência de uma usina hidrelétrica na Amazônia.** Revista em Agronegócio e Meio Ambiente, v.11, n.4, p.1195-1216, 2018.

DUARTE, J.B. **Princípios e utilização de técnicas multivariadas no melhoramento de plantas. São Paulo.** Dissertação de Mestrado da Universidade Federal de São Paulo, 1997.

EMBRAPA. **Madeiras tropicais brasileiras: características, uso e identificação.** Colombo, PR: Embrapa Florestas, 2004.

ETTORI, L. C. et al. **Variabilidade genética em populações de ipê-roxo - *Tabebuia heptaphylla* (Vell.) Tol. - Para conservação ex situ.** Rev. Inst. Flor., São Paulo, v. 8, n. 1, p. 61-70, 1996.

FALCONER, D. S.; MACKAY, T. F. C. **Introduction to quantitative genetics.** 4th ed. Longman, 1996.

FALEIRO, F. G.; LOPES, U. V.; YAMADA, M. M.; PIRES, J. L.; BAHIA, R. C. S.; SANTOS, R. S.; GOMES, L. M. C.; ARAÚJO, I. S.; FALEIRO, A. S. G.; GRAMACHO, K. P.; MELO, G. R. P.; MONTEIRO, W. R.; VALLE, R. R. **Caracterização de variedades clonais de *Theobroma cacao* L. com base em marcadores RAPD, AFLP e microssatélites.** Agrotropica, Itabuna, v. 13, p. 79-86, 2001.

FERREIRA, R. A.; OLIVEIRA, L. M.; CARVALHO, D.; OLIVEIRA, A. F.; GEMAQUES, R. C. R. **Qualidade fisiológica de sementes de *Copaifera langsdorffii* Desf. (Leguminosae Caesalpinioideae) envelhecidas artificialmente.** Revista Ciência Agronômica, v.35, n.1, p.82-86, 2004.

FERREIRA, M. E.; GRATTAPAGLIA, D. **Introdução ao uso de marcadores moleculares em análise genética.** 3. ed. Brasília: Embrapa-Cenargen, 220 p, 1998.

FORMAN, R. T. T. **Land mosaics: the ecology of landscapes and regions.** Cambridge: Cambridge University Press, 2 v. 1995.

- FRANKAM, R.; BALLOU, J.D.; BRISCOE, D. A. **A primer of conservation genetics**. Cambridge: Cambridge University Press, 2004.
- FRANKHAM, R.; BALLOU, J. D.; BRISCOE, D. A. **Introduction to Conservation Genetics**. 2. ed. Cambridge: Cambridge University Press, 2010.
- FRANKHAM, R.; BRADSHAW, C. J. A.; BROOK, B. W. **Genetics in conservation management: Revised recommendations for the 50/500 rules, Red List criteria and population viability analyses**. *Biological Conservation*, v. 170, p. 56-63, Feb. 2014. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2013.12.036>.
- FRANKEL, O. H.; BROWN, A. H. D.; BURDON, J. J. **The conservation of plant biodiversity**. Cambridge: Cambridge University Press, 1995.
- FREITAS, M. L. M. et al. **Parâmetros genéticos em progênies de polinização aberta de *Cordia trichotoma* (Vell.) ex Steud.** *Rev. Inst. Flor.*, São Paulo, v. 18, n. único, 95-102, 2006.
- FREITAS, M. L. M. et al. **Formação de pomar de sementes a partir da seleção dentro de teste progênies de *Myracrodruon urundeuva***. *Rev. Inst. Flor.*, São Paulo, v. 19, n. 2, p. 65-72, 2007.
- FREITAS, M. L. M.; SEBBENN, A. M.; ZANATTO, A. C. S.; MORAES, E.; MORAES, M. A. **Variação genética para caracteres quantitativos em população de *Gallesia integrifolia* (Spreng.) Harms.** *Revista Instituto Florestal*, v.20, n.2, p.165-173, 2008.
- FURINI, T.; KASBURG, I.V.; FERNANDES, J.M.; BARROS, J.O.; SCHMITT, J.P.M.; MORREIRA, E.S.; SCATOLA, L.F. **Morfologia fenotípica de *Bixa arborea* *Bixa orellana* (Bixaceae) em Alta Floresta, Mato Grosso, Brasil**. *Revista Research, Society and Development*, v.10, n.8, p.9-13, 2021.
- GOMES, L. C. **Ecologia do visgueiro: Crescimento e adaptação em áreas abertas**. São Paulo: Editora Científica, 2010.

GURGEL GARRIDO, L. M. A. et al. **Programa de melhoramento genético florestal do Instituto Florestal de São Paulo (acervo)**. IF Sér. Reg., São Paulo, n. 18, p. 1-53, 1997.

HOPKINS, M.J.G. **Unusual diversities of seed beetles (Coleoptera: Bruchinae) on Parkia (Leguminosae: Mimosoideae) in Brazil**. *Biological Journal of the Linnean Society*, v. 19, n. 4, 329–338, 1983.

HOPKINS, H.C. *Parkia (Leguminosae: Mimosoideae)*. **New York: New York Botanical Garden**, v. 43, p. 1-123, 1986.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Mapa de Vegetação do Brasil**. Base cartográfica elaborada pela Coordenação de Cartografia e Mapa temático elaborado pela Coordenação de Recursos Naturais e Estudos Ambientais, da Diretoria de Geociências, 3 ed., 2004.

JEFFREYS, A. J.; WILSON, V.; THEIN, S. L. **Hypervariable “minisatellite” regions in human DNA**. *Nature*, London, v. 314, p. 67-73, 1985.

LIMA, R. M. B.; SANTOS, J. D. O.; SILVA, L. M. **Arboreto para conservação genética e uso sustentável de espécies florestais**. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 24 p. (Comunicado Técnico, 154), 2014.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação, cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. Nova Odessa: Plantarum, 4. ed. v. 1, p. 368, 2002.

LOUREIRO, A. A.; SILVA, M. F. **Estudo dendrológico de essências amazônicas**. Boletim técnico do Instituto de Pesquisa da Amazônia, V.25, p.1-75, 1972.

LOUREIRO, A. A.; FREITAS, J. A. de; RAMOS, K. B. L.; FREITAS, C. A. A. de. **Essências madeireiras da Amazônia**. v.4, 190 p. Manaus: INPA, 2000.

LUCKOW, M.; HOPKINS, H.C.F. **A cladistic analysis of *Parkia* (Leguminosae: Mimosoideae)**. *American Journal of Botany*, v. 82, p. 1300-1320, 1995.

LUCKOW, M. *Tribe Mimoseae*, In: LEWIS, G.P.; SCHRIRE, B.; MACKINDER, B.; LOCK, M. *Legumes of the World*. **Royal Botanic Gardens, Kew**, p. 163–183, 2005.
MAXTED, N.; FORD-LLOYD, B. V.; HAWKES, J. G. **Plant genetic conservation: the in-situ approach**. London: Chapman & Hall, 1997.

MELO, A.T.O. **Fluxo gênico e estrutura genética espacial de *Cabralea canjerana* (Vell.) Mart. (Meliaceae) em fragmentos florestais de Mata Atlântica. 2012**.
Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas) Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2012.

MELOTTO, M.; KELLY, J. D. Fine mapping of the Co-4 locus of common bean reveals a resistance gene candidate, COK-4, **that encodes for a protein kinase**. **Theoretical and Applied Genetics**, New York, v. 103, p. 508-517, 2001.

MMA - **Ministry of the Environment and Climate Change. 6th National Report to the convention on biological diversity**. Biodiversity series 55. Brasília: MMA; 2023. [acesso em 25 out 2023]; Disponível em: <http://sddinforma.fob.usp.br>.

MOHAN, A. R. et al. **Genetic diversity analysis in forest tree species using multivariate techniques**. *Indian Journal of Genetics*, v. 80, n. 1, p. 1-8, 2020.

MONTÓRIO, A. R.; ALVEZ, E.; LIMA, A. S. **Dormência de sementes e leguminosas forrageiras tropicais**. *Revista Brasileira de sementes*, Londrina, v. 19, n. 1, p 89-95, 1997.

NASCIMENTO, W. M. O.; RAMOS, N. P.; CARPI, V. A. F.; SCARPARE FILHO, J. A.; CRUZ, E. D. **Temperatura e substrato para germinação de sementes de *Parkia platycephala* Benth. (Leguminosae-Mimosoideae)**. *Revista Agricultura Tropical*, v.7, n.1, p.119-129, 2009.

OLIVEIRA, V. S. **Dilemas do lazer em áreas protegidas: o caso do Jardim Botânico de Brasília – JBB**. 2018. 184 f. Dissertação (Mestrado em Turismo) - Programa de Pós-Graduação em Turismo do Centro de Excelência em Turismo, Universidade de Brasília, Brasília, 2018. Disponível em: <<https://repositorio.unb.br/handle/10482/32889>>. Acesso em: 20 abr. 2020.

OLIVEIRA, L. C.; RODRIGUES, D. P.; HOPKINS, H. C. F.; LEWIS, G. P.; HOPKINS, M. J. G. **Phylogeny and historical biogeography of the pantropical genus *Parkia* (Leguminosae, Caesalpinioideae, mimosoid clade)**. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, v. 163, art. 107219, 2021.

OLIVEIRA, L.C.; HOPKINS, M. 2020b. *Parkia* in Flora do Brasil 2020. **Jardim Botânico do Rio de Janeiro**. Disponível em: Acesso em: 02. 09. 2024.

PAIM, L. P.; AVRELLA, E. D.; LUCCHESI, J. R.; FREITAS, E. M. de; LAZAROTTO, M.; FIOR, C. S **Seed analysis of *Lupinus albescens* Hook. & Arn. *Iheringia***. Série botânica, v.74, 12 p., 2019.

PAULA, J. E. R.; ALVES, M. **Aspecto ecológico das espécies arbóreas da Amazônia**. *Revista Brasileira de Botânica*, v. 20, p 123-134, 1997.

PARROTA, J. A.; ARIAS, D.; MONTOYA, A. Ecology of tropical forest trees: The role of large trees in the canopy and emergent layer. ***Forest Ecology and Management***, v. 54, p. 135-142, 1995.

QUIRINO, M. S. **Polimorfismos de seqüência nucleotídica em fragmentos genômicos de cana-de-açúcar homólogos a genes de resistência**. 2003. 52 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2003.

REZENDE, G. D. S. P.; RESENDE, M. D. V.; VENCOSKY, R. **Análise genética de caracteres de crescimento em populações de *Eucalyptus***. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 40, n. 5, p. 439-447, 2005.

RESENDE, M. D. **Software SELEGEN – REML/BLUP**. Colombo: Embrapa Florestas, 66 p., Documentos 77, ISSN 1517-536X, 2002. Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/307175>. Acesso em: 10 de nov. 2023.

RESENDE, M. D. V. **Software Selegen-REML/BLUP: sistema estatístico e seleção genética computadorizada via modelos lineares mistos**. Colombo: Embrapa Florestas, 2016.

RIBEIRO, J. E. L. S.; HOPKINS, M. J. G.; VICENTINI, A.; SOTHERS, S. A.; COSTA, M. A. S.; BRITO, J. M.; SOUZA, M. A. D.; MARTINS, L. H. P.; LOHMANN, L. G.; ASSUNÇÃO, P. A. C. L.; PEREIRA, E. C.; SILVA, C. F.; MESQUITA, M. R.; PRECÓPIO, L. C. **Flora da Reserva Ducke: guia de identificação das plantas vasculares de uma floresta de terra – firme na Amazônia Central**. INPA/DFID, Manaus-Am. 816 p. 1999.

RIBEIRO, N. P.; SANCHES, C, C.; OLIVEIRA, M, A, C.; COSTA, R, B. **Biodiversidade e conservação de recursos genéticos de espécies arbóreas**. Multitemas, v.21, n.50, p.XX-XX, 2016.

SALMAN, A.KD.; LÓPEZ, G.F.Z.; BENTES-GAMA, M.M.; ANDRADE, C.M.S. **Espécies arbóreas nativas da Amazônia Ocidental Brasileira com potencial para arborização de pastagens**. 1º Ed. v. 1, p. 7-20, Porto Velho, 2008.

SAMBUICHI, R.H.R.; SILVA, L.A.M.; JESUS, M.F.C.; PAIXÃO, J.L. Lista de árvores nativas do sul da Bahia. In: SAMBUICHI, R.H.R.; MIELKE, M.S.; PEREIRA, C.E., org. **Nossas árvores: conservação, uso e manejo de árvores nativas no sul da Bahia [online]**. Ilhéus, BA: Editus, 2009, p. 171-157.

SANTOS, A. A. L.; SILVA, N. L.; LONGHI, R. V.; LIMA, T. L. **Aspectos da estrutura da vegetação arbórea em uma área restaurada com 15 anos no Arboretum da UFAL**. In: X Simpósio Brasileiro De Pós-Graduação Em Ciências Florestais, p. 98-103, 2018.

- SCCOTI, M, S, V.; BIAZATTI, S, C.; JUNIOR, J. F. B.; FAGUNDES, S. T. S. **Regeneração natural de espécies madeireiras na Amazônia Ocidental.** Revista Agroecossistemas, v.11, n.2, p.129-145, 2020.
- SEBBENN, A. M. et al. Ex situ genetic conservation of tree species at the São Paulo Forest Institute, Brazil. **Forest Genetic Resources**, Roma, v. 29, p. 27-33, 2001a.
- SEBBENN, A. M. **Genética de populações e conservação de recursos genéticos florestais.** Colombo: Embrapa Florestas, 2002.
- SEBBENN, A. M. et al. **Genetic variation in provenance-progeny test of Araucaria angustifolia in São Paulo state, Brazil.** *Silvae Genetica*, Frankfurt, v. 52, p. 181-184, 2003.
- SEBBENN, A. M. et al. **Variação genética em cinco procedências de Araucaria angustifolia (Bert.) O. Ktze.** no sul do Estado de São Paulo. *Rev. Inst. Flor.*, São Paulo, v. 16, n. 2, p. 91-99, 2004.
- SILVA, M. A. et al. **Um jardim plantado nos trópicos: Nassau, 400 anos, e uma experiência paisagística pioneira na América.** In: Encontro Nacional de Ensino de Paisagismo em Escolas de Arquitetura e Urbanismo, Belo Horizonte, 7, 2004.
- SILVA, F. F.; RESENDE, M. D. V.; ROSADO, A. M. **Seleção em espécies florestais tropicais.** Colombo: Embrapa Floresta, 2011.
- SILVA, R. S. **Potencial nutricional e uso de sementes de espécies florestais da Amazônia.** Manaus: INPA, 2017.
- SIQUEIRA, A. C. M. F.; NOGUEIRA, J. C. B.; KAGEYAMA, P. Y. **Conservação de recursos genético ex situ de cumbaru (Dipeteryx alata Vog.) – Leguminosae.** *Ver. Inst. Flor.*, São Paulo, v. 5, n.2. p. 231-243, 1993.

SIQUEIRA, A. C. M. F. et al. **Comportamento silvicultural e genético de duas espécies arbóreas tropicais secundárias.** Rev. Inst. Flor. São Paulo, v. 11, n. 1, p 54-64, 1999.

SIQUEIRA, A. C. M. F. et al. **Distribuição da variação genética entre e dentro de populações de *Balfourodendron riedelianum* (Engler) Engler para a conservação ex situ.** Rev. Inst. Flor., São Paulo, v. 12, n. 2, p. 89-103, 2000.

SOUZA, A. L.; MARTINS, S. V. **Crescimento de espécies florestais nativas em diferentes condições ambientais.** Viçosa, MG: Editora UFV, 2004.

SNEATH, P. H. A.; SOKAL, R. R. **Numerical taxonomy: the principles and practice of numerical classification.** San Francisco: W. H. Freeman, 1973.

TAKEUSHI, M. **A phytosociological study of the tropical rain forest of Amazon basin.** *Journal of the Faculty of Science, University of Tokyo. Section 3: Botany*, v. 8, p. 285-374, 1960.

TILMAN, D. **Global environmental impacts of agricultural expansion: The need for sustainable and efficient practices.** Proceedings of the National Academy of Sciences USA 96: 5995-6000, 1999.

VALLS, J. F. M. **Caracterização de recursos genéticos vegetais.** In: NASS, L.L. (ed). **Recursos genéticos vegetais.** p.281-305. Brasília: Embrapa. 2007.

VENCOVSKY, R.; BARRIGA, P. **Genética biométrica no fitomelhoramento.** **Ribeirão Preto: Sociedade Brasileira de Genética**, 1992.

VIEIRA R. S.; CARVALHO, D. A.; OLIVEIRA, J. A. A. **Dispersão de sementes por fauna em florestas tropicais.** *Revista Brasileira de Biologia*, v. 56, n. 3, p. 435-444, 1996.

VIEIRA, G. M.; CARDOSO, M. T. C. **Da reforma agrária ao agronegócio: notas sobre dinâmicas territoriais na fronteira agropecuária amazônica a partir do**

município de Apuí (Sul do Amazonas). Estudos Sociedade e Agricultura, v.28, n.2, 2020.

VILELA-MORALES, E. A.; VALOIS, A. C. C. **Recursos genéticos vegetais autóctones e seus usos no desenvolvimento sustentável.** Cadernos de Ciência & Tecnologia, v.17, n.2, p.11-42, 2000.

VOS, P.; HOGERS, R.; BLEEKER, M.; REIJANS, M.; LEE, T.; HORNES, M.; **technique for DNA fingerprinting.** Nucleic Acids Research, London, v. 23, p. 4407-4414, 1995.

WOLTERS, P.; POWELL, W.; LABUDAH, E.; SNAPE, J.; HENDERSON, K. **Nucleotide diversity at homeologous loci in wheat. In: Plant And Animal Genome Conference, 8., 2000, San Diego. Abstracts...** San Diego: [s.n.], 2000. p. 103.

YOUNG, A.; BOYLE, T.; BROWN, T. **The population genetic consequences of habitat fragmentation for plants.** Trends in Ecology and Evolution, v. 11, n. 10, p. 413-418, Oct. 1996.