

UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS
CAMPUS DE ENGENHARIAS E CIÊNCIAS AGRÁRIAS - CECA
ENGENHARIA FLORESTAL

EDUARDO HENRIQUE RIBEIRO MARQUES

**PARÂMETROS GENÉTICOS EM INDIVÍDUOS DE *Bowdichia virgilioides* Kunth
POR MEIO DE CARACTERES FENOTÍPICOS**

RIO LARGO – AL

2024

EDUARDO HENRIQUE RIBEIRO MARQUES

**PARÂMETROS GENÉTICOS EM INDIVÍDUOS DE *Bowdichia virgilioides* Kunth
POR MEIO DE CARACTERES FENOTÍPICOS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao
Curso de engenharia florestal da Universidade
Federal de Alagoas, como requisito parcial à
obtenção do título de Bacharel em Engenharia
Florestal.

Orientadora: Prof^ª. Dr^ª. MARILIA FREITAS
DE VASCONCELOS MELO

RIO LARGO - AL

2024

Catálogo na fonte
Universidade Federal de Alagoas
Biblioteca do Campus de Engenharias e Ciências Agrárias
Bibliotecária Responsável: Myrtes Vieira do Nascimento

M357p Marques, Eduardo Henrique Ribeiro

Parâmetros genéticos em indivíduos de *Bowdichia virgilioides* Kunth por meio de caracteres fenótipos / Eduardo Henrique Ribeiro Marques - 2024.

20 f.; il.

Monografia de Graduação em Engenharia Florestal (Trabalho de conclusão de curso) – Universidade Federal de Alagoas, Campus de Engenharias e Ciências Agrárias. Rio Largo, 2024.

Orientação: Dra. Marília Freitas de Vasconcelos Melo

Inclui bibliografia

1. Análise multivariada. 2. Genética de plantas. 3. Sucupira-preta.
I. Título

CDU 615

FOLHA DE APROVAÇÃO

Eduardo Henrique Ribeiro Marques

Parâmetros genéticos em indivíduos de *Bowdichia virgilioides* Kunth por meio de caracteres fenotípicos

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: 28/03/2024. Banca

Examinadora

Documento assinado digitalmente
 **MARILIA FREITAS DE VASCONCELOS MELO**
Data: 30/03/2024 17:49:54-0300
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
 **HUGO HENRIQUE COSTA DO NASCIMENTO**
Data: 30/03/2024 21:30:23-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof.(a) Dr.(a) Hugo Henrique Costa do Nascimento
UFAL/CECA

Documento assinado digitalmente
 **SHEILA VALERIA ALVARES CARVALHO**
Data: 30/03/2024 19:39:07-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof.(a) Dr.(a) Sheila Valéria Álvares Carvalho
UFAL/CECA

AGRADECIMENTOS

Agradeço às figuras mais importantes da minha jornada:

À Deus, fonte inesgotável de amor e sabedoria, que guiou cada passo meu com luz e esperança, permitindo-me ver beleza até nos desafios e aprendizados em cada obstáculo. Por todas as vezes que minha fé foi testada, tua presença me fortaleceu e me inspirou a seguir em frente. Que eu possa sempre refletir a Tua bondade e amor em tudo o que faço.

À minha querida mãe, Edivânia Ribeiro Marques, pilar de força e dedicação incondicional. Suas orações silenciosas, sacrifícios e amor sem medidas foram a bússola que me guiou por esta jornada. Você me ensinou sobre resiliência, compaixão e a nunca desistir dos meus sonhos, independentemente das adversidades. Esta conquista é tão sua quanto minha, e cada passo que dei foi inspirado pelo exemplo de sua vida.

À minha noiva, Lays Vitória Lima Nascimento, companheira de alma e coração, que caminhou ao meu lado com paciência, amor e apoio inabaláveis. Seu sorriso foi meu refúgio, e sua fé em mim, um farol que iluminou os momentos de dúvida. Juntos, sonhamos e construímos o futuro, e esta etapa concluída é apenas o início de muitas outras que desejamos compartilhar. Agradeço por ser parte essencial desta jornada, por acreditar em nós e por fazer de cada dia uma celebração de amor e companheirismo.

À minha família, cujo apoio incondicional e amor incansável foram a base sobre a qual construí meus sonhos. Irmãos, pais, avós e todos os que, de alguma forma, contribuíram para este momento com seu carinho, compreensão e incentivo, vocês são parte integrante desta vitória.

Agradeço também a cada professor, cuja sabedoria, paciência e dedicação não apenas moldaram meu conhecimento, mas também inspiraram minha jornada. Suas lições transcendem as paredes da sala de aula, instigando-me a buscar a excelência, manter a curiosidade viva e enfrentar os desafios com resiliência.

RESUMO

A Mata Atlântica, um bioma extremamente rico e ameaçado, possui apenas 12,4% de sua cobertura vegetal original devido à intensa fragmentação causada pelo uso descontrolado dos recursos naturais e pelo desenvolvimento desordenado do território. Essa fragmentação aumenta a vulnerabilidade da vegetação, afetando os processos ecológicos vitais e introduzindo o efeito de borda nos remanescentes florestais. Em resposta a esses desafios, surgem iniciativas de restauração ambiental, como a revegetação e o reflorestamento. No contexto de Alagoas, a espécie *Bowdichia virgilioides* Kunth, popularmente conhecida como sucupira-preta, é destacada por seu potencial ecológico e econômico, sendo útil em setores como construção civil, carpintaria e medicina popular. Pesquisas sobre características morfológicas e genéticas são essenciais para o desenvolvimento de estratégias de conservação e manejo eficazes, fundamentais para a preservação da biodiversidade a longo prazo. Este trabalho foi realizado com o objetivo de caracterizar fenotipicamente os indivíduos de *Bowdichia virgilioides* Kunth pertencentes ao Arboreto da UFAL, visando contribuir para a conservação da espécie e indicar indivíduos prioritários para a recuperação de áreas degradadas, bem como para o melhoramento genético da mesma. Foram coletados os seguintes dados: Diâmetro a Altura do Peito (DAP, cm), Altura Total (HT, m), Altura da Primeira Ramificação (H1RM, m), Diâmetro Médio da Copa (DMC, m²) e Forma do Fuste (FF). As análises descritiva e multivariada foram obtidas por meio dos programas SELEGEN e Rbio, respectivamente, a partir das quais foi possível verificar que a população de sucupira-preta possui variabilidade genética promissora para sua conservação e melhoramento genético. Foi notado uma correlação significativa entre HT e H1RAM, indicando tais caracteres para seleção precoce de indivíduos superiores. Além disso, os resultados apontam que os indivíduos 17, 51, 54, 72, 79 devem ser priorizados para coleta de sementes, por apresentarem maior distanciamento genético.

Palavra-chave: Variabilidade genética, Parâmetros genéticos, Análise multivariada.

ABSTRACT

The Atlantic Forest, an extremely rich and threatened biome, has only 12.4% of its original vegetation cover due to intense fragmentation caused by the uncontrolled use of natural resources and the disorderly development of the territory. This fragmentation increases the vulnerability of vegetation, affecting ecological ecological processes and introducing the edge effect in forest remnants. In response to these challenges, environmental restoration initiatives have emerged, such as revegetation and reforestation. In the context of Alagoas, the species *Bowdichia virgilioides* Kunth, popularly known as sucupira-preta, is highlighted for its ecological and economic potential, being useful in sectors such as civil construction, carpentry and folk medicine. Research on morphological and genetic characteristics is essential for the development of effective conservation and management strategies, fundamental for the long-term preservation of biodiversity. This work was carried out with the aim of phenotypically characterizing individuals of *Bowdichia virgilioides* Kunth belonging to the UFAL Arboretum, contributing to the conservation of the species and indicating priority individuals for the recovery of degraded areas, as well as for its genetic improvement. The following data were collected: Diameter at Breast Height (DBH, cm), Total Height (HT, m), Height of the First Branch (H1RM, m), Average Cup Diameter (DMC, m²) and Shape of the Shaft (FF). Descriptive and multivariate analyzes were obtained using the SELEGEN and Rbio programs, respectively, from which it was possible to verify that the black sucupira population has genetic variability promising for its conservation and genetic improvement. A significant brightness was noticed between HT and H1RAM, reducing such characters for early selection of superior individuals. Furthermore, the results indicate that individuals 17, 51, 54, 72, 79 should be prioritized for seed collection, as they present greater genetic distance.

Keywords: Genetic variability, Genetic parameters, Multivariate analysis.

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

UFAL	Universidade Federal de Alagoas
CECA	Campus de Engenharias e Ciências Agrárias
DAP	Diâmetro à Altura do Peito
DMC	Diâmetro Médio de Copa
HT	Altura Total
FF	Forma do Fuste
H1RAM	Altura da primeira ramificação

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	8
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	9
2.1 Fragmentação Florestal e suas consequências.....	9
2.2. Estratégias de Conservação	10
2.3. <i>Bowdichia virgilioides</i> Kunth	11
3. METODOLOGIA.....	12
3.1. ANÁLISE DE DADOS	14
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	14
5. CONCLUSÃO.....	18

1. INTRODUÇÃO

A Mata Atlântica, um dos biomas mais ricos e ameaçados globalmente, sofreu uma significativa redução, restando apenas 12,4% de sua cobertura original (SOS MATA ATLÂNTICA, 2022). A fragmentação intensa resultante da exploração descontrolada dos recursos naturais e do desenvolvimento territorial desordenado contribui para a vulnerabilidade extrema dessa vegetação (RIBEIRO, M.C. et al, 2009). Este bioma é reconhecido como um *hotspot* mundial, abrigando uma biodiversidade excepcional e, simultaneamente, enfrentando ameaças alarmantes (MYERS et al., 2000).

A fragmentação de florestas, que é uma característica dessa situação, não apenas reduz a extensão das áreas florestais, mas também provoca o efeito de borda nos fragmentos restantes. Essa mudança nas condições ambientais afeta o equilíbrio do ecossistema, influenciando fatores como umidade, temperatura e radiação solar (MURCIA, 1995). Como resultado, podem ocorrer consequências como a propagação de espécies invasoras, alterações na diversidade biológica e até mesmo a extinção de algumas espécies, evidenciando modificações nos processos ecológicos essenciais. (MURCIA, 1995).

A necessidade premente de projetos de restauração ambiental torna-se evidente diante do cenário desafiador que é a fragmentação florestal na mata atlântica (PEREIRA et al., 2010). Como resposta a revegetação, particularmente o reflorestamento, emerge como uma estratégia eficaz para mitigar danos ambientais. No contexto específico de Alagoas, a *Bowdichia virgilioides* Kunth desponta como uma espécie com potencial ecológico e econômico notável.

Esta espécie, de valor expressivo para a região, é reconhecida pelo uso versátil de sua madeira na construção civil e em produtos como assoalhos, lambris, molduras, painéis, portas, laminados, carpintaria e móveis. Além disso, suas propriedades medicinais, com as sementes e casca utilizadas para tratar uma variedade de condições, acentuam seu valor na medicina popular (PEREIRA et al., 2010; LORENZI, 1992). Essa versatilidade ressalta a importância econômica e cultural da *Bowdichia virgilioides* Kunth, especialmente em iniciativas de restauração ambiental devido a sua boa resistência e capacidade de adaptação em ambientes

Assim, este trabalho foi realizado com o objetivo de caracterizar fenotipicamente os indivíduos de *Bowdichia virgilioides* Kunth pertencente ao Arboreto da UFAL, visando à

seleção de árvores matrizes para a coleta de sementes e produção de mudas para fins de recuperação degradadas, bem como estabelecimento de estratégias de manejo que assegurem a perpetuação da espécie.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Fragmentação Florestal e suas consequências

A fragmentação florestal continua a ser um desafio para a conservação da biodiversidade, afetando não apenas a estrutura e composição das comunidades biológicas, mas também a funcionalidade dos ecossistemas em escala global. Este processo, caracterizado pela divisão de habitats contínuos em fragmentos menores, isolados por matrizes alteradas pelo homem, tem consequências diretas sobre a diversidade de espécies, a dinâmica populacional e os serviços ecossistêmicos (FAHRIG, 2003; BETTS et al., 2019).

De acordo com Fahrig (2003), a redução da biodiversidade é uma das mais graves consequências da fragmentação florestal, com espécies que ocupam grandes territórios, como certos mamíferos e aves de grande porte, além de uma grande variedade de insetos que, por sua vez, são de grande importância no que se refere à fluxo gênico e manutenção da biodiversidade, sendo particularmente afetadas. A fragmentação pode levar ao declínio dessas populações devido à redução do habitat disponível e ao aumento do isolamento populacional. Além disso, as alterações nas condições de borda podem promover um ambiente mais propício para espécies invasoras e oportunistas, em detrimento de espécies especialistas e dependentes do interior da floresta (LAURANCE et al., 2006).

Aguilar et al. (2008) descreve que a fragmentação pode resultar em populações isoladas geneticamente, levando a uma redução da variabilidade genética e ao aumento da endogamia. Tais efeitos genéticos negativos podem comprometer a capacidade de adaptação das espécies a mudanças ambientais, reduzindo sua viabilidade populacional a longo prazo.

Além disso, os serviços ecossistêmicos, como a polinização, a regulação hídrica e o sequestro de carbono, também são afetados negativamente pela fragmentação. A interrupção de processos ecológicos naturais, como a dispersão de sementes, ciclagem de nutrientes e interações planta-animal, pode diminuir a capacidade dos ecossistemas de fornecer esses

serviços essenciais, impactando a agricultura, a qualidade da água e a regulação do clima (MITCHELL et al., 2015).

2.2. Estratégias de Conservação

A fragmentação de áreas florestais, podem levar à perda de diversidade genética devido à diminuição do número de indivíduos dentro de uma determinada população. Isso pode causar perdas de variabilidade genética, que levam à deriva genética no curto prazo, bem como ao aumento das taxas de endogamia no longo prazo (RUZZA et al., 2018).

Para mitigar os impactos da fragmentação, é crucial implementar estratégias de conservação que visem aumentar a conectividade entre os fragmentos florestais. Corredores ecológicos, áreas protegidas e práticas de manejo sustentável são essenciais para promover a conectividade da paisagem e facilitar o fluxo gênico entre populações isoladas (BEIER e NOSS, 1998). Somado a isto, a utilização de técnicas para a restauração de áreas degradadas pode ajudar a reverter os efeitos negativos da fragmentação e proporcionar o aumento da resiliência dos ecossistemas.

Para isso, deve-se aliar tais estratégias com as diferentes formas de conservação das espécies, seja ela *in situ* e/ou *ex situ*. A conservação *in situ* implica na proteção das espécies em seu ambiente natural, facilitando a manutenção dos processos ecológicos e evolutivos essenciais à biodiversidade. Essa estratégia envolve a implementação de áreas protegidas, como reservas naturais e parques nacionais, destinadas a preservar integridades ecológicas e permitir que os processos evolutivos ocorram sem interferências antrópicas significativas (FRANKHAN, 2005).

Em contrapartida, a conservação *ex situ* se trata de uma estratégia que visa o manejo de espécies fora de seus habitats naturais, em ambientes controlados como arboreto, jardins botânicos, zoológicos e bancos de germoplasma. Tais instituições são vitais para a conservação da diversidade genética, fornecendo plataformas para pesquisa científica, programas de reprodução e reintrodução de espécies, além de desempenharem um papel crucial na educação ambiental. Especificamente, arboretos são estabelecimentos focados no cultivo de árvores e arbustos, representando um recurso significativo para a conservação *ex situ*. Eles não só possibilitam o estudo da adaptabilidade das espécies arbóreas a diferentes condições ambientais, mas também contribuem para as estratégias de restauração ecológica e enriquecimento de ecossistemas naturais e antropizados, fundamentando-se assim como

essenciais para a sustentabilidade ecológica e a resiliência dos ecossistemas frente às alterações globais (BRANNSTROM e GAHAM, 2015).

Independente da estratégia de conservação a ser adotada, é válido ressaltar que os estudos de variabilidade genética desempenham um papel fundamental na conservação de espécies, estejam elas ameaçadas ou não, e na manutenção da diversidade biológica.

Essa diversidade é crucial para a sobrevivência e adaptação das espécies diante de mudanças ambientais. Populações com maior variedade genética têm mais habilidade para se adaptar a novos ambientes, resistir a doenças e pragas, e lidar com pressões seletivas, como as alterações climáticas (FRANKHAN et al. 2005). Além disso, a diversidade genética é essencial para a saúde e funcionamento dos ecossistemas, afetando a estabilidade populacional e a capacidade de recuperação após eventos perturbadores.

Logo, os estudos de variabilidade genética são fundamentais para o desenvolvimento de estratégias de conservação eficazes, pois eles permitem a identificação de unidades de conservação significativas, como populações geneticamente distintas ou linhagens evolutivas únicas, que podem requerer medidas de proteção específicas. Além disso, estudos voltados a este tema nos fornecem insights importantes para a gestão de populações em cativeiro, translocação de indivíduos entre populações, e o estabelecimento de corredores genéticos para promover o fluxo gênico entre fragmentos de habitat (FRANKHAN, 2005).

2.3. *Bowdichia virgilioides* Kunth

A *Bowdichia virgilioides* Kunth, comumente conhecida como sucupira-preta, é uma espécie arbórea nativa do Cerrado brasileiro e de outras regiões da América do Sul, como a Floresta Amazônica. Esta espécie desempenha um papel significativo tanto do ponto de vista ecológico quanto socioeconômico, sendo amplamente valorizada por suas propriedades medicinais, madeireiras, e pela sua contribuição para a recuperação de áreas degradadas.

A Sucupira-Preta, como é popularmente chamada, é uma árvore de médio a grande porte, podendo atingir até 15 metros de altura. Apresenta folhas compostas, florescimento vistoso e frutos do tipo legume, que são característicos das leguminosas (Família Fabaceae) (LORENZI, 2002). A espécie floresce principalmente durante a estação chuvosa, e seus frutos amadurecem no início da estação seca, uma estratégia que facilita a dispersão de sementes pelo vento e animais.

Segundo Rodrigues et al. (2009), a Sucupira-preta desempenha um papel crucial na dinâmica de regeneração de ecossistemas degradados e na recomposição de áreas desmatadas

visto que a espécie é considerada pioneira, sendo uma das primeiras a se estabelecer em áreas perturbadas, contribuindo assim para o processo de sucessão ecológica. Além disso, é importante destacar que suas flores atuam como fonte de néctar para abelhas e outros polinizadores, enquanto seus frutos servem de alimento para a fauna silvestre.

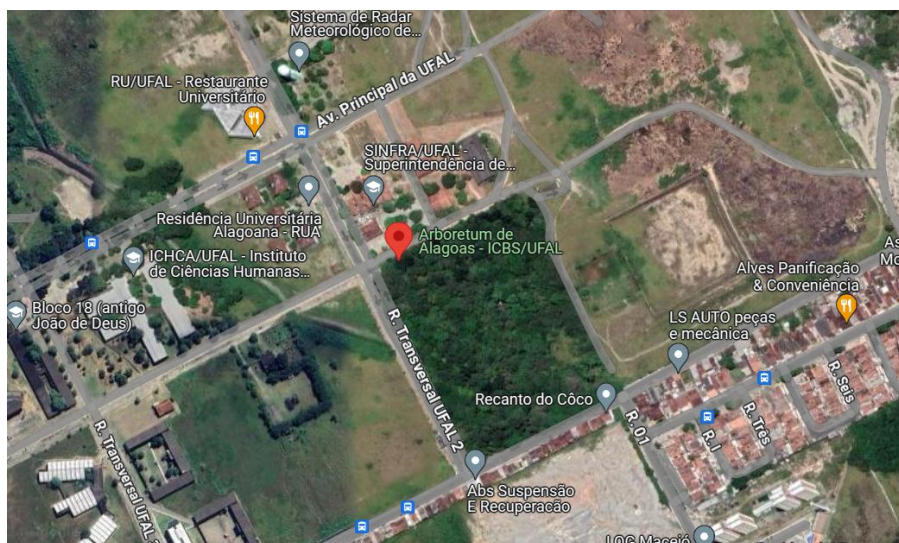
Segundo Almeida et al. (1998), tradicionalmente, a sucupira-preta é valorizada por suas propriedades medicinais, sendo utilizada na medicina popular para o tratamento de diversas condições, como reumatismo, inflamações, e doenças estomacais. Além disso, conforme Carvalho et al. (2010), estudos fitoquímicos indicam que extratos da planta possuem compostos bioativos com potenciais efeitos anti-inflamatórios, analgésicos e antimicrobianos.

A madeira da *Bowdichia virgilioides* Kunth é altamente valorizada por sua durabilidade, resistência à decomposição e ao ataque de insetos, sendo utilizada na fabricação de móveis, construções rurais, e outros artefatos de madeira (LORENZI, 2002). Sua resistência a condições adversas também a torna uma escolha adequada para a recuperação de áreas degradadas e a revegetação de áreas desmatadas.

3. METODOLOGIA

O estudo foi realizado no Arboreto de Alagoas, situado no Campus Aristóteles Calazans Simões da UFAL, localizado na coordenada central 09°33'13,80" S e 35°46'07,80" O, estando inserida na região Metropolitana de Maceió, Alagoas. A espécie florestal estudada foi a Sucupira (*Bowdichia virgilioides* Kunth).

Figura 1 – Visão aérea destacando a localização do Arboreto da UFAL. (GOOGLE, 2024).

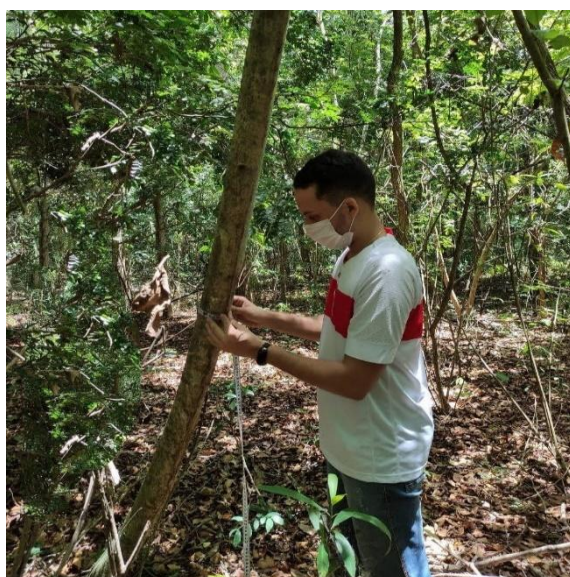


Fonte: Google Earth Pro. Satélite: DigitalGlobe. Imagem de 2024

Durante a coleta de dados foram analisados os seguintes caracteres fenotípicos: altura da planta (HT, m); diâmetro à altura do peito (DAP, cm); diâmetro médio da copa (DMC, m), 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: $DMC = (L+E)/2$; e forma do fuste (FF) que foi obtido através da atribuição de notas baseando-se nos métodos de Guerra et al. (2009):

- 1- Bifurcação abaixo de 1,30 m com diâmetro igual ao fuste principal e tortuosidade acentuada em toda extensão;
- 2- Bifurcação acima de 1,30 m com diâmetro igual ao fuste principal e tortuosidade acentuada abaixo de 1,30 m;
- 3- Bifurcação abaixo de 1,30 m com diâmetro inferior ao fuste principal e tortuosidade acentuada acima de 1,30 m;
- 4- Bifurcação acima de 1,30 m com diâmetro inferior ao fuste principal e leve tortuosidade em toda extensão;
- 5- Sem bifurcação e sem tortuosidade.

Figura 2 – Medição de DAP realizado em um indivíduo de *Bowdichia virgilioides* Kunth no arboreto da UFAL.



Fonte: Autor, 2024

Reconhecendo a importância da expressão fenotípica variável ao longo do desenvolvimento da espécie, os indivíduos incluídos na análise apresentavam um DAP mínimo

de 20cm, critério este definido com o intuito de assegurar que todos os exemplares selecionados sejam originários do mesmo evento de plantio, mantendo uniformidade na idade da população estudada.

Dessa forma, dos 136 indivíduos levantados, 96 foram mantidos. Este procedimento é crucial para prevenir a seleção de indivíduos provenientes de regeneração natural, que poderiam apresentar diferenças fenotípicas significativas em relação aos indivíduos plantados, introduzindo assim um viés nos resultados da pesquisa. A aplicação rigorosa deste critério de seleção é fundamental para a precisão dos achados no contexto da espécie florestal em estudo.

3.1. ANÁLISE DE DADOS

Os caracteres morfológicos dos indivíduos passaram por uma análise estatística descritiva onde foram obtidos valores máximos, médios, mínimos e erro padrão da média. Além disso, também foi utilizado o coeficiente de correlação de Pearson, sendo estas análises realizadas por meio do *software* Selegen Reml-Blup (RESENDE, 2007).

Trabalhando de forma conjunta, temos o software RBio munidos dos pacotes "corrplot" e "ggplo2" para a realização da análise dos componentes principais, de forma que se analise as interrelações entre as variáveis e seus componentes possam ser explicados. Este software permite ao usuário realizar todas as análises sem conhecer a programação em linguagem R de forma aprofundada (BHERING, 2017).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados referentes a variação e as médias dos caracteres morfológicos coletados em campo (Tabela 1) nos apresenta um compilado de dados quantitativos e qualitativos que fornece uma visão mais ampla da disposição das características dos indivíduos na área estudada.

Tabela 1 - Variação e médias dos caracteres morfológicos de *Bowdichia virgilioides* Kunth situados no Arboreto – UFAL, obtidas a partir do programa Selegen/RemlBlup

Variável	Mínimo	Máximo	Média	CV%	Desvio
Diâmetro a Altura do Peito (cm)	20,0500	60,4800	28,9844	25,6810	7,4435
Altura Total (m)	3,0000	19,0000	14,3188	19,3373	2,7689
Altura da Primeira Ramificação (m)	4,0000	14,0000	9,3073	21,5005	2,0011
Diâmetro Médio da Copa (m2)	4,5000	12,5000	7,7849	23,1946	1,8057
Forma do Fuste	3,0000	5,0000	3,9167	10,9059	0,4271

A análise da variação e média dos caracteres morfológicos revela significativa diversidade nas características morfológicas das árvores, com amplas variações no Diâmetro a Altura do Peito, altura total e diâmetro médio da copa, indicando variados estágios de crescimento ou adaptações ambientais. A forma do fuste demonstra uma variabilidade relativamente baixa, sugerindo uma consistência na forma geral das árvores.

O coeficiente de correlação de Pearson (Tabela 2) tem como objetivo identificar como as variáveis associadas estão entre si. Com relação a disposição dos dados na tabela, quanto mais próximos os dados de 1, maior a correlação entre eles (FIGUEIREDO FILHO e SILVA JÚNIOR, 2009).

Tabela 2 - Correlação de Pearson proveniente de cinco características avaliadas em 96 indivíduos de Sucupira (*Bowdichia virgilioides* Kunth), pertencente ao arboreto da UFAL.

	DAP	HT2	H1RAM	DMC	FF
DAP	1	0.24402	0.068817	0.384168	-0.32486
HT	0.24402	1	0.4821	0.235838	0.222058
H1RAM	0.068817	0.4821	1	0.361824	0.152189
DMC	0.384168	0.235838	0.361824	1	-0.11564
FF	-0.324863	0.222058	0.152189	-0.11564	1

A maior correlação se encontra entre as variáveis HT e H1RAM (0.4821). A correlação implica que existe uma leve dependência linear entre a altura total das árvores (HT) e a altura da primeira ramificação (H1RAM) onde esta informação pode ser útil em estudos que visam entender como essas características se influenciam mutuamente ou estão relacionadas ao ambiente ou práticas de manejo.

De acordo com Cohen (1988), valores entre 0,10 e 0,29 podem ser considerados como de pequena magnitude; escores na faixa de 0,30 a 0,49 são classificados como moderados; enquanto os valores situados em um intervalo compreendido entre 0,50 e 1 apresentam uma grandeza elevada. Dancey e Reidy (2005) sugerem alguns critérios levemente diferentes: para $r = 0,10$ até $r = 0,30$ (fraco); $r = 0,40$ até $0,60$ (moderado); e $r = 0,70$ até $r = 1$ (forte). De qualquer maneira, o que é certo é que quanto mais próximo de 1 (excluindo o sinal), maior será a estreita relação linear entre as variáveis influenciadas.

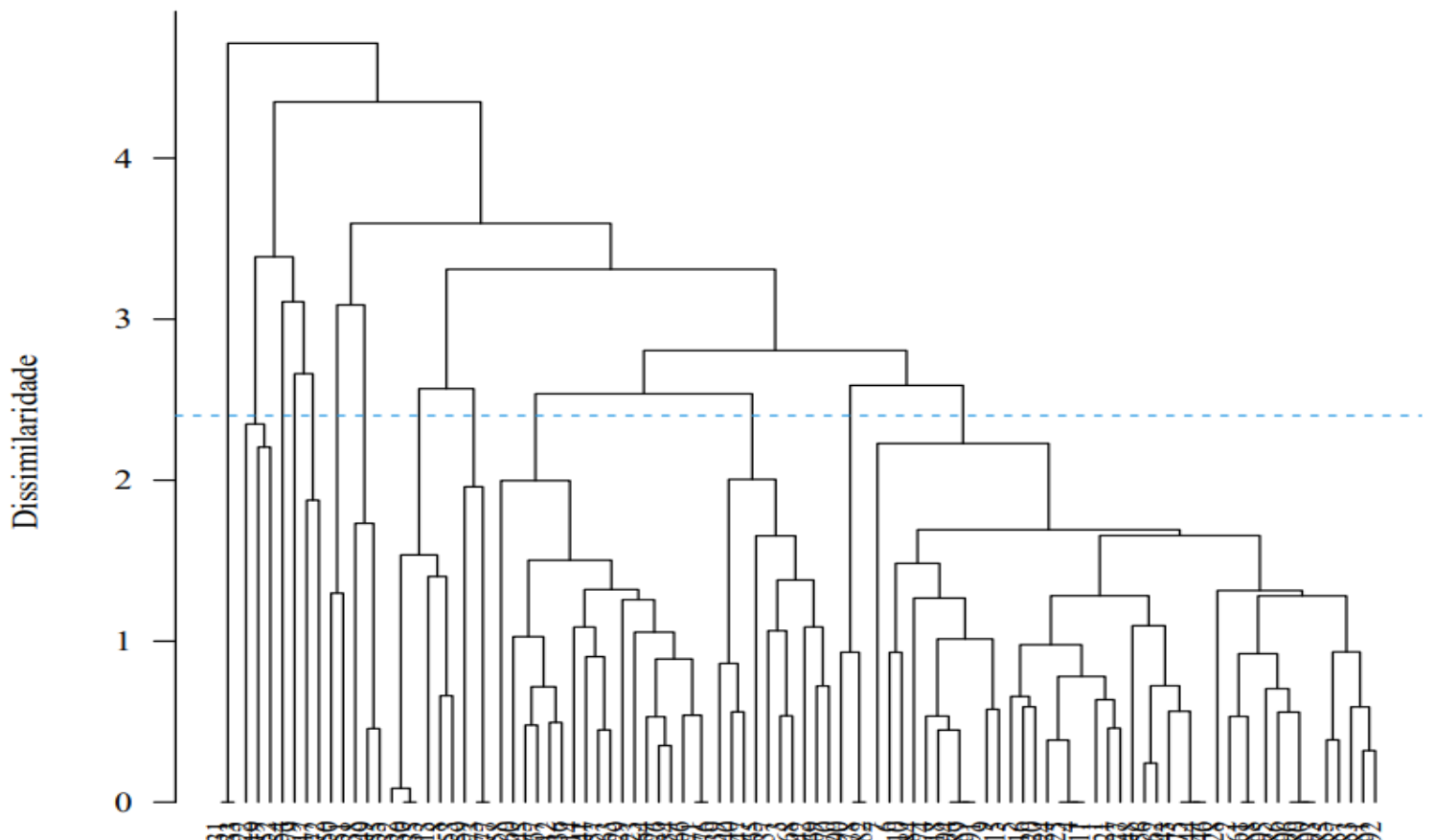
Com a utilização do software RBio integrado ao software R (R CORE TEAM, 2016), foi gerado um dendrograma a partir do agrupamento UPGMA (Figura 1), onde por meio

desses dados notou-se variabilidade genética presente nos indivíduos, uma vez que houve a formação de grupos distintos.

O coeficiente de correlação cofenética foi também calculado e tem sido utilizado para avaliar a qualidade do dendrograma gerado a partir de um agrupamento hierárquico. Esse coeficiente compara as distâncias originais entre os pares de observações com as distâncias obtidas no dendrograma.

Um coeficiente de correlação cofenética próximo de 1 indica que as distâncias no dendrograma são uma boa representação das distâncias originais entre os dados. Desta forma, o resultado de 0,80 obtido mostra que o agrupamento realizado pelo método UPGMA capturou bem a estrutura de similaridade entre os indivíduos com base nas características estudadas (FERREIRA, 1998).

Gráfico 1 - Dendrograma gerado a partir do agrupamento UPGMA realizado com base em cinco caracteres fenotípicos avaliados em 96 indivíduos de sucupira-preta (*Bowdichia Virgilioides* Kunth) pertencentes ao arboreto da UFAL

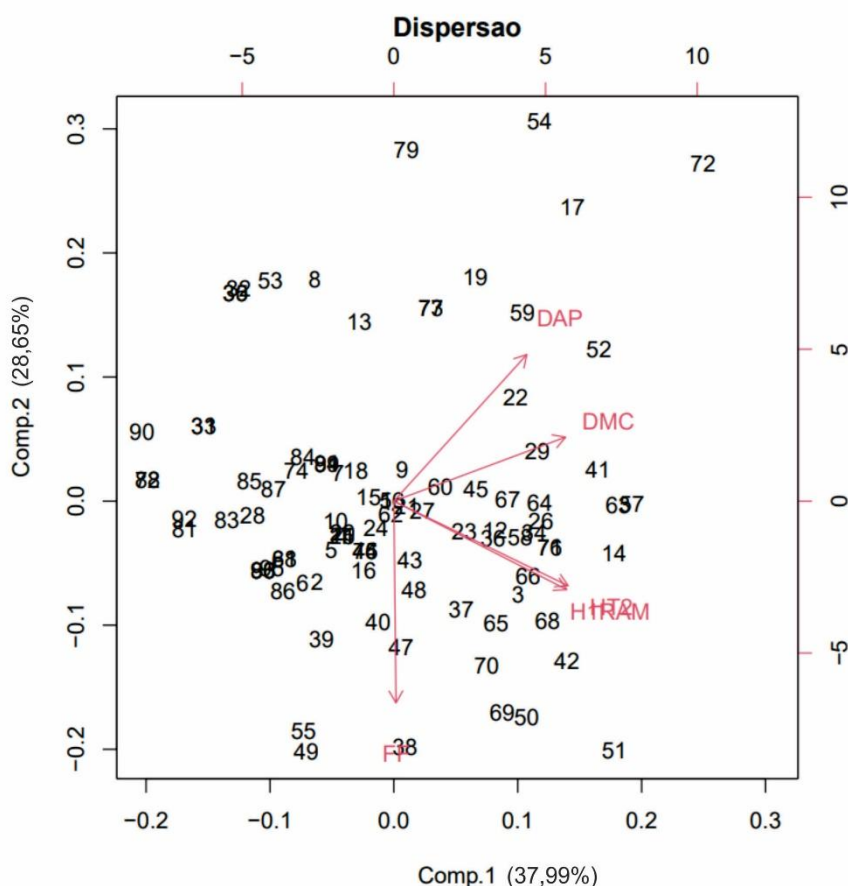


Fonte: Autor, 2024

Por meio da análise do dendrograma, é evidente uma ampla diversidade de indivíduos, pela formação de grupos distintos. Ao direcionarmos nossa atenção para os programas de melhoramento, percebemos que uma diversidade substancial tende a resultar em ganhos genéticos significativos. Isso se deve ao fato de que, por meio de cruzamentos entre esses indivíduos, é possível originar variedades com características ainda mais promissoras, independentemente da finalidade almejada.

O gráfico de Dispersão (Figura 2) vem com o objetivo de trazer uma nova forma de visualização dos indivíduos e a correlação de suas características. Os indivíduos que se localizam mais próximos da seta, possuem maiores valores para a característica descrita.

Gráfico 2 – Gráfico de Dispersão proveniente das 5 características avaliadas em 96 indivíduos de Sucupira (*Bowdichia virgilioides* Kunth).



O indivíduo 52 possui alto valor de DAP e DMC. Já os indivíduos que não se encontram a frente e junto as setas no gráfico, apresentam os menores ou medianos dados em relação as características avaliadas.

Quanto à variabilidade genética tem-se que os indivíduos isolados no gráfico, sugerem maior variabilidade, sendo portanto os mais indicados para produção de mudas visando à recuperação de áreas degradadas, bom como para cruzamentos visando heterose e inserção de características distintas.

5. CONCLUSÃO

A população de *Bowdichia virgilioides* Kunth possui variabilidade genética promissora para sua conservação e melhoramento genético.

A correlação mais significativa entre os caracteres dos indivíduos foi observada entre o HT e H1RAM, indicando tais caracteres para seleção precoce de indivíduos superiores.

Os indivíduos 17, 51, 54, 72, 79 devem ser priorizados para coleta de sementes, por apresentarem maior distanciamento genético.

REFERÊNCIAS

- AGUILAR, R.; QUESADA, M.; ASHWORTH, L.; HERRERIAS-DIEGO, Y.; LOBO, J. **Genetic consequences of habitat fragmentation in plant populations**: susceptible signals in plant traits and methodological approaches. *Molecular Ecology*, v. 17, n. 24, p. 5177-5188, 2008.
- ALMEIDA, S.P.; PROENÇA, C.; SANO, S.M.; RIBEIRO, J.F. **Cerrado**: espécies vegetais úteis. Planaltina: Embrapa Cerrados, 1998.
- BEIER, P.; NOSS, R. F. **Do habitat corridors provide connectivity?** *Conservation Biology*, v.12, n. 6, p.1241-1252, 1998.
- BETTS, M. G.; WOLF, C.; RIPPLE, W. J.; PHALAN, B.; MILLERS, K. A.; DUARTE, A.; BUTCHART, S. H. M.; LEVI, T. Global Forest loss disproportionately erodes biodiversity in intact landscapes. *Nature*, v. 547, n.7664, p. 441–444, 2019.
- BHERING, L.L. Rbio: A tool for biometric and statistical analysis using the R platform. **Crop Breeding and applied biotechnology**, v.17, p. 187-190, 2017.
- CARVALHO, J.C.T.; CASCON, V.; POSSEBON, L.S.; MORIMOTO, M.S.S.; CARDOSO, L.G.V.; KAPLAN, M.A.C.; GILBERT, B. Estudo fitoquímico e avaliação das atividades anti-inflamatória e analgésica de extratos vegetais. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 20, n. 5, p. 689-693, 2010.
- COHEN, J. **Statistical power analysis for the behavioral sciences**. 2 ed. New York: Routledge, 1988.
- DANCEY, C.; REIDY, J. **Estatística Sem Matemática para Psicologia**: Usando SPSS para Windows. 3 ed. Porto Alegre, Artmed, 2006. 608p.
- FAHRIG, L. Effects of habitat fragmentation on biodiversity. **Annual Review of Ecology, Evolution and Systematics**, v. 34, p. 487-515, 2003.
- FERREIRA, M.E.; GRATTAPAGLIA, D. **Introdução ao uso de marcadores moleculares em análise genética**. 2 ed. Brasília: Embrapa-Cenargen, 1998. 220 p.
- FIGUEIREDO FILHO, D. B.; SILVA JÚNIOR, J. A. Desvendando os Mistérios do Coeficiente de Correlação de Pearson (r). **Revista Política Hoje**, v. 18, n. 1, p. 115-146, 2009.
- FRANKHAM, R. Invasion biology: Resolving the genetic paradox in invasive species. **Heredity**, v. 94, n. 385, 2005.
- FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA; INPE. **Atlas dos remanescentes florestais da Mata Atlântica**: período 2019/2020, relatório técnico. São Paulo: Fundação SOS Mata Atlântica, 2021. 65p.
- GUERRA, C. R. S. B.; MORAES, M. L. T.; SILVA, C. L. S. P.; CANUTO, D. S. O.; ANDRADE, J. A. C.; FREITAS, M. L. M.; SEBBENN, A. M. Estratégias de seleção dentro

de progênies em duas populações de *Myracrodruon urundeuva* Fr. All. **Scientia Forestalis**. Piracicaba, v. 37, n. 81, p. 79-087, 2009.

LAURANCE, W. F.; LOVEJOY, T. E.; VASCONCELOS, H. L.; BRUNA, E. M.; DIDHAM, R. K.; STOUFFER, P. C.; GASCON, C.; BIERREGAARD, R. O.; LAURANCE, S. G.; SAMPAIO, E. Ecosystem decay of Amazonian forest fragments: a 22-year investigation. **Conservation Biology**, v. 20, n. 3, p. 605-618, 2006.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. Nova Odessa: Plantarum, 1992. 351 p.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2002. 368p.

MITCHELL, M. G. E.; BENNETT, E. M.; GONZALEZ, A. Forest fragmentation and ecosystem service provision: a review of the evidence. **Ecosystem Services**, v. 12, p. 250-264, 2015.

MYERS, N.; MITTERMEIER, R. A.; MITTERMEIER, C. G.; DA FONSECA, G. A. B.; KENT, J. Biodiversity hotspots for conservation priorities. **Nature**, v. 403, n. 6772, p. 853–858, 2000.

MURCIA, C. Edge effects in fragmented forests: implications for conservation. **Trends in Ecology and Evolution**, V. 10, n. 2, p. 58-62, 1995.

PEREIRA, J.S.; BIULCHI, D.F.; SILVA, A.H. da.; ABREU, C.F.N.R.de.; RODRIGUES, S.C. **Análise do desenvolvimento de espécies leguminosas arbóreas em área degradada no município de Uberlândia-MG**. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS, 8, 2010, Guarapari-ES. Anais... Guarapari: Artes & Textos, 2010. p. 51-58.

R CORE TEAM (2016). **R: A language and environment for statistical computing**. R Foundation for Statistical Computing, Vienna. Available in: <<https://www.R-project.org>> (Accessed on June 10, 2016).

RESENDE, M. D. V. **SELEGEN-REML/BLUP: sistema estatístico e seleção genética computadorizada via modelos lineares mistos**. Colombo: Embrapa Florestas, 2007.

RIBEIRO, M. C.; METZGER, J. P.; MARTENSEN, A.C.; PONZONI, F. J.; HIROTA, M.M. The Brazilian Atlantic Forest: How much is left, and how is the remaining forest distributed? Implications for conservation. **Biological Conservation**, v. 142, n. 6, p. 1141-1153, 2009.

RODRIGUES, R.R.; LIMA, R.A.F.; GANDOLFI, S.; NAVE, A.G. On the restoration of high diversity forests: 30 years of experience in the Brazilian Atlantic Forest. **Biological Conservation**, v. 142, n. 6, p. 1242-1251, 2009.

RUZZA, D.A.C.; ROSSI, A.A.B.; BISPO, R.B.; TIAGO, A.V.; COCHEV, J.S.; ROSSI, F. S.; FERNANDES, J. M. The genetic diversity and population structure of *Genipa americana* (Rubiaceae) in Northern Mato Grosso, Brazil. **Genetics and Molecular Research**. V. 17, n. 3, 2018.