

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E ENGENHARIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GENÉTICA E MELHORAMENTO -
PPGM**

ADELSON LEMES DA SILVA JÚNIOR

**CARACTERIZAÇÃO GENÉTICA DE *Dalbergia nigra* (Vell.) Allemão ex
Benth EM FRAGMENTOS DE FLORESTA ATLÂNTICA: IMPLICAÇÕES À
CONSERVAÇÃO E AO MANEJO**

**ALEGRE, ES
FEVEREIRO - 2021**

UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E ENGENHARIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GENÉTICA E MELHORAMENTO -
PPGGM

ADELSON LEMES DA SILVA JÚNIOR

**CARACTERIZAÇÃO GENÉTICA DE *Dalbergia nigra* (Vell.) Allemão ex
Benth EM FRAGMENTOS DE FLORESTA ATLÂNTICA: IMPLICAÇÕES À
CONSERVAÇÃO E AO MANEJO**

Tese apresentada à Universidade Federal do Espírito Santo, Centro de Ciências Agrárias e Engenharias, como requisito do Programa de Pós-Graduação em Genética e Melhoramento, para obtenção do título de Doutor em Genética e Melhoramento

Orientador: Prof. Dr. Marcos Vinicius Winckler Caldeira
Coorientador: Prof. Dr. Fábio Demolinari de Miranda

ALEGRE, ES
FEVEREIRO – 2021

Ficha catalográfica disponibilizada pelo Sistema Integrado de Bibliotecas - SIBI/UFES e elaborada pelo autor

S586c Silva Júnior, Adelson Lemes da, 1992-
Caracterização genética de *Dalbergia nigra* (Vell.) Allemão ex Benth em fragmentos de Floresta Atlântica: Implicações à conservação e ao manejo / Adelson Lemes da Silva Júnior. - 2021. 109 f. : il.

Orientador: Marcos Vinicius Winckler Caldeira.
Coorientador: Fábio Demolinari de Miranda.
Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento) -
Universidade Federal do Espírito Santo, Centro de Ciências Agrárias e Engenharias.

1. Diversidade genética. 2. Estrutura genética. 3. Fragmentação florestal. 4. jacarandá-da-Bahia. 5. Marcadores moleculares. I. Caldeira, Marcos Vinicius Winckler. II. Miranda, Fábio Demolinari de. III. Universidade Federal do Espírito Santo. Centro de Ciências Agrárias e Engenharias. IV. Título.

CDU: 631.523

ADELSON LEMES DA SILVA JÚNIOR

CARACTERIZAÇÃO GENÉTICA DE *Dalbergia nigra* (Vell.) Allemão ex Benth EM FRAGMENTOS DE FLORESTA ATLÂNTICA: IMPLICAÇÕES À CONSERVAÇÃO E AO MANEJO

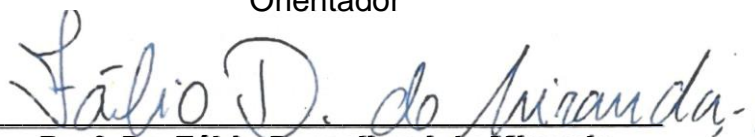
Tese apresentada à Universidade Federal do Espírito Santo como requisito do Programa de Pós-Graduação em Genética e Melhoramento, para obtenção do título de Doutor em Genética e Melhoramento.

Aprovado 25 de Fevereiro de 2021.

COMISSÃO EXAMINADORA



Prof. Dr. Marcos Vinícius Winckler Caldeira
Universidade Federal do Espírito Santo
Orientador



Prof. Dr. Fábio Demolinari de Miranda
Universidade Federal do Espírito Santo
Coorientador

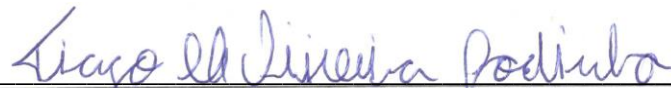


Prof.ª Dr.ª Taís Cristina Bastos Soares
Universidade Federal do Espírito Santo



Dr.ª Sarah Ola Moreira

Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural



Dr. Tiago de Oliveira Godinho
Vale S.A.

“Porque Ele vive, posso crer no amanhã...”

- Bill Gaither / Gloria Gaither -

AGRADECIMENTOS

Em Josué capítulo 1, versículo 9, diz: “Não to mandei eu? Sê forte e corajoso; não temas, nem te espantes, porque o Senhor, teu Deus, é contigo por onde quer que andares”. Para mim, este versículo representa a voz de Deus, calando todas as outras vozes que tentaram me fazer desistir. À Deus, serei eternamente grato, pois sei que sempre está de braços abertos a me guardar, dando forças para prosseguir;

À minha esposa Lucimara, por todos estes anos de cumplicidade e amor. Você é o presente mais lindo que Deus poderia ter me dado, quero no futuro sorrir ao seu lado lembrando de todos os momentos felizes e desafiadores como este, que nos tem feito crescer como profissionais e acima de tudo como pessoas;

Ao meu pai Adelson e sua esposa Luciléia e, minha mãe Valéria e seu esposo Aprígio, por serem os meus maiores exemplos do que realmente é ser família, tendo como base o respeito, força e determinação;

Aos meus irmãos Pablo, Déborah, Isabelly e Ian, pelo carinho e todos os momentos felizes que já tivemos juntos, tenho certeza que vários outros momentos estão por vir. Assim como tenho certeza de estarem felizes por mim, ficarei feliz a cada conquista que realizarem, sempre os motivando a alcaçarem os seus sonhos;

Ao meu sogro Sebastião Lúcio, sogra Mariza e cunhada Mariana, por se tornarem parte da minha família, me recebendo como filho e irmão;

Ao meu orientador Prof. Dr. Marcos Vinicius Winckler Caldeira, por tornar todo este período de pós-graduação tão leve, me motivando sempre a buscar o melhor de mim, com respeito, dedicação e profissionalismo, nunca medindo esforços para o desenvolvimento dos nossos projetos. Por onde eu passar farei questão de dizer que fui orientado do “Caldeira”.

Ao meu coorientador Prof. Dr. Fábio Demolinari de Miranda, tenho certeza que ganhei um amigo, sou grato por toda a paciência, dedicação e confiança depositada em mim. O senhor é o real exemplo do profissional que um dia quero me tornar, mais uma vez, agradeço por tudo e peço a Deus que continue o abençoando, assim como à sua família;

À Prof^a. Dr^a. Taís Cristina Bastos Soares, por todo conhecimento transmitido, pelas palavras de apoio e por me receber e auxiliar como se fosse até mesmo um de seus orientados;

Ao casal Dr^a. Sarah e Dr. Tiago, pesquisadores fantásticos, sou grato por todo auxílio que me prestaram, certamente não conseguiria desenvolver este grande Projeto sem a ajuda de vocês;

À Prof^a. Dr^a. Elzimar de Oliveira Gonçalves por todo auxílio prestado em todos estes anos de pós-graduação, nos levando a obter os melhores resultados possíveis;

À Dr^a. Carla Cristina Gonçalves Rosado, pela amizade e por estar sempre disposta a nos ajudar;

Aos alunos(as) de Iniciação Científica, Bruno, Rafael, Maria Lúcia, Lara e Marcela, pela amizade e pela essencial ajuda durante este Projeto. Foi um prazer poder treiná-los e transmitir parte do conhecimento adquirido até aqui;

Aos meus amigos do Laboratório de Bioquímica e Biologia Molecular (BqMol) e agregados de outros laboratórios, em especial a Conceição, Poliany, Jheniffer, Cristiana, Filipe, Fabiano, Thaís, Yumi, Rodrigo Lorenzoni, Rodrigo Dadalto, Soninha, Franciele, Roberta, Karina, Tábatta e Letícia pela amizade e ótima convivência;

À Universidade Federal do Espírito Santo, ao Programa de Pós-Graduação em Genética e Melhoramento e, a todos os professores pela qualidade e oportunidade de realização do Doutorado em Genética e Melhoramento;

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Espírito Santo (Fapes) e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pelo financiamento do Projeto por meio dos Editais Fapes nº 21/2018 – Universal - Processo nº: 84947896 e, CNPq/Fapes nº 23/2018 - Programa de Apoio a Núcleos Emergentes (Pronem) – Processo nº: 84532041. À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes) pela concessão da bolsa de estudo;

À secretária do Programa de Pós-Graduação em Genética e Melhoramento, Sabrina Furtado, por sua dedicação e gentileza;

Finalmente, a todos que de alguma forma contribuíram para realização e finalização desta pesquisa.

BIOGRAFIA

Adelson Lemes da Silva Júnior, filho de Adelson Lemes da Silva e Valéria Ribeiro Másala, nasceu em Ubá-MG em 19 de julho de 1992.

Durante o ensino médio, cursado na Escola Estadual Mariana de Paiva em Guidoal-MG, interessou-se pela disciplina Biologia devido à complexidade dos fatos e a dinâmica do ambiente e dos seres vivos.

Em 2010, ingressou como aluno de graduação na Universidade do Estado de Minas Gerais (Uemg), em Ubá-MG onde obteve o título de Licenciado em Ciências Biológicas em dezembro de 2013.

Em setembro de 2014, ingressou no mestrado pelo Programa de Pós-Graduação em Genética e Melhoramento da Universidade Federal do Espírito Santo (Ufes) em Alegre-ES, sob orientação do Prof. Dr. Marcos Vinicius Winckler Caldeira e Coorientação do Prof. Dr. Fábio Demolinari de Miranda, obtendo o título de Mestre em agosto de 2016.

Em março de 2017, ingressou no doutorado novamente pelo Programa de Pós-Graduação em Genética e Melhoramento da Universidade Federal do Espírito Santo (Ufes) em Alegre-ES, atuando em atividades de pesquisa com ênfase na conservação e manejo sustentável de espécies vegetais, principalmente arbóreas, por meio de ferramentas utilizadas nas áreas da Genética e Melhoramento, Biotecnologia, Biologia molecular e afins, submetendo-se à defesa de tese em fevereiro de 2021.

RESUMO

Dalbergia nigra (Vell.) Allemão ex Benth é uma espécie arbórea, conhecida popularmente como jacarandá-da-Bahia. Endêmica da Floresta Atlântica, a espécie possui importância econômica e ecológica, pois, tem madeira de qualidade e potencial para uso em recuperação de áreas degradadas. No entanto, encontra-se classificada como vulnerável à extinção devido a fragmentação da Floresta Atlântica e a sua intensa exploração no passado, no qual, pouco se sabe sobre as consequências genéticas geradas em suas populações. O objetivo deste estudo foi caracterizar a diversidade e estrutura genética da espécie *Dalbergia nigra* no bioma Floresta Atlântica, dentro dos limites do estado do Espírito Santo. A amostragem foi realizada em 12 populações distribuídas nas mesorregiões Sul, Central, Noroeste e Litoral-Norte, sendo amostrados 15 indivíduos por população, totalizando 180 indivíduos. Para as análises, foram utilizados 12 *primers Inter Simple Sequence Repeats* (ISSR) e 7 pares de *primers Simple Sequence Repeats* (SSR). Com relação ao desempenho dos marcadores moleculares, os valores de PIC para os ISSR variaram de 0,26 a 0,36, indicando moderada informatividade, já para os SSR os valores variaram entre 0,33 a 0,61 indicando moderada a alta informatividade para as populações avaliadas individualmente e, alta para os dados conjuntos. Os valores de H^* e I^* calculados para os dados ISSR e, principalmente os valores de H_O , H_E e F obtidos para os dados SSR, diferenciaram igualmente as populações com maior (PFP, FNP, APSE, RBS, RNV e MNPC) e menor (PEAMA, RPPNC, RBAR, FNRP, RBCV e APPE) diversidade genética, além de, revelarem níveis moderados a altos para a diversidade genética nos dados conjuntos. A distância genética entre os pares de indivíduos não teve conformidade entre os marcadores, contudo, foi observado relação de parentesco por proximidade geográfica. Sobre a estruturação genética, a Amova indicou moderada diferenciação genética ($\Phi_{ST} = 0,1616$) para os dados ISSR e, baixa diferenciação ($\Phi_{ST} = 0,1483$) para os dados SSR, porém, para ambos os marcadores, a maior variação genética está dentro das populações. A moderada a baixa diferenciação genética corrobora com os dados de N_m obtidos a partir dos ISSR ($N_m = 1,98$ a $8,78$) e SSR ($N_m = 1,09$ a $9,21$), indicando ocorrência de fluxo gênico entre as populações. A análise bayesiana realizada a partir dos dados ISSR resultou apenas em dois grupos, enquanto, os dados SSR revelaram haver três grupos genéticos se dividindo em populações localizadas na região Litoral-Norte, próximas ou localizadas na região Noroeste e, próximas ou localizadas na região Sul. O teste de Mantel revelou baixa correlação entre os marcadores, porém, de acordo com a análise de emaranhamento, houve moderada associação entre as matrizes de distâncias genéticas (*Entanglement* = 0,47), com consistência entre alguns indivíduos. Os resultados satisfatórios encontrados para a espécie confirmam o potencial de possíveis matrizes para a coleta de sementes e produção de mudas, porém, os baixos níveis de diversidade genética encontrados para algumas populações, possivelmente estão associados a intensa exploração de *D. nigra* no passado e a fragmentação da Floresta Atlântica.

Palavras-Chave: Diversidade genética, Estrutura genética, Fragmentação florestal, jacarandá-da-Bahia, Marcadores moleculares.

ABSTRACT

Dalbergia nigra (Vell.) Allemão ex Benth is an arboreal species, popularly known as jacarandá-da-Bahia. Endemic to the Atlantic Forest, the species has economic and ecological importance, as it has quality wood and potential for use in the recovery of degraded areas. However, it is classified as vulnerable to extinction due to the fragmentation of the Atlantic Forest and its intense exploitation in the past, in which, little is known about the genetic consequences generated in its populations. The objective of this study was to characterize the diversity and genetic structure of the species *Dalbergia nigra* in the Atlantic Forest biome, within the limits of the state of Espírito Santo. The sampling was carried out in 12 populations distributed in the South, Central, Northwest and North-Coast mesoregions, being sampled 15 individuals per population, totaling 180 individuals. For the analyzes, 12 Inter Simple Sequence Repeats (ISSR) primers and 7 pairs of Simple Sequence Repeats (SSR) primers were used. Regarding the performance of the molecular markers, the PIC values for the ISSR ranged from 0.26 to 0.36, indicating moderate informativeness, whereas for the SSR the values ranged from 0.33 to 0.61, indicating moderate to high informativeness for the populations evaluated individually, and high for the joint data. The values of H^* and I^* calculated for the ISSR data and, mainly the H_o , H_E and F values obtained for the SSR data, also differentiated the populations with higher (PFP, FNP, APSE, RBS, RNV and MNPC) and minor (PEAMA, RPPNC, RBAR, FNRP, RBCV and APPE) genetic diversity, in addition to revealing moderate to high levels for genetic diversity in the joint data. The genetic distance between the pairs of individuals did not conform between the markers, however, a kinship relationship was observed by geographic proximity. Regarding genetic structuring, Amova indicated moderate genetic differentiation ($\Phi_{ST} = 0.1616$) for ISSR data and low differentiation ($\Phi_{ST} = 0.1483$) for SSR data, however, for both markers, the greatest genetic variation is within populations. The moderate to low genetic differentiation corroborates with the N_m data obtained from the ISSR ($N_m = 1.98$ to 8.78) and SSR ($N_m = 1.09$ to 9.21), indicating the occurrence of gene flow between populations. The Bayesian analysis carried out from the ISSR data resulted in only two groups, while the SSR data revealed that there are three genetic groups dividing into populations located in the North-Coastal region, close to or located in the Northwest region, and close or located in the South region. The Mantel test revealed a low correlation between the markers, however, according to the entanglement analysis, there was a moderate association between the matrices of genetic distances (Entanglement = 0.47), with consistency between some individuals. The satisfactory results found for the species confirm the potential of possible matrices for the collection of seeds and production of seedlings, however, the low levels of genetic diversity found for some populations, are possibly associated with the intense exploitation of *D. nigra* in the past and the fragmentation of the Atlantic Forest.

Keywords: Genetic diversity, Genetic structure, Forest fragmentation, jacarandá-da-Bahia, Molecular markers.