

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”**  
**FACULDADE DE ENGENHARIA – CAMPUS DE ILHA SOLTEIRA**  
**PROGRAMA DE POS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA**

**JOSE CAMBUIM**

**FRAGMENTOS FLORESTAIS E TESTES DE PROGÊNIES: OPÇÕES PARA  
A COLETA DE SEMENTES EM ESPÉCIES ARBÓREAS NATIVAS DO  
CERRADO NO BOLSÃO SUL-MATO-GROSSENSE**

**Ilha Solteira**  
**2017**

**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM SISTEMA DE PRODUÇÃO**

**JOSE CAMBUIM**

**FRAGMENTOS FLORESTAIS E TESTES DE PROGÊNIES: OPÇÕES PARA  
A COLETA DE SEMENTES EM ESPÉCIES ARBÓREAS NATIVAS DO  
CERRADO NO BOLSÃO SUL-MATO-GROSSENSE**

Tese apresentada ao Programa de Pós-graduação em Agronomia, da Faculdade de Engenharia, Campus de Ilha Solteira – UNESP, como parte dos requisitos para obtenção do título de Doutor em Agronomia.

**Prof. Dr. Mario Luiz Teixeira de Moraes**  
Orientador

FICHA CATALOGRÁFICA

Desenvolvido pelo Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação

C178f Cambuim, Jose.  
Fragmentos florestais e testes de progênies: opções para a coleta de sementes em espécies arbóreas nativas do cerrado no Bolsão Sul-Mato-Grossense / Jose Cambuim. -- Ilha Solteira: [s.n.], 2017  
102 f. : il.

Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira. Especialidade: Sistemas de Produção, 2017

Orientador: Mario Luiz Teixeira de Moraes  
Inclui bibliografia

1. Conservação ex-situ. 2. Conservação in-situ. 3. Tamanho efetivo. 4. Melhoramento florestal.

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

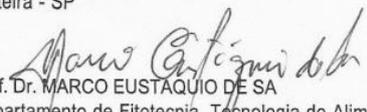
TÍTULO DA TESE: FRAGMENTOS FLORESTAIS E TESTES DE PROGÊNIES: OPÇÕES PARA A  
COLETA DE SEMENTES EM ESPÉCIES ARBÓREAS NATIVAS DO CERRADO  
NO BOLSÃO SUL-MATO-GROSSENSE

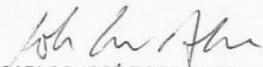
AUTOR: JOSE CAMBUIM

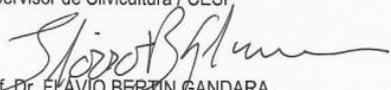
ORIENTADOR: MARIO LUIZ TEIXEIRA DE MORAES

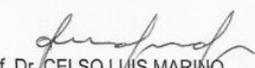
Aprovado como parte das exigências para obtenção do Título de Doutor em AGRONOMIA,  
especialidade: SISTEMAS DE PRODUÇÃO pela Comissão Examinadora:

  
Prof. Dr. MARIO LUIZ TEIXEIRA DE MORAES  
Departamento de Fitotecnia, Tecnologia de Alimentos e Sócio Economia / Faculdade de Engenharia de Ilha  
Solteira - SP

  
Prof. Dr. MARCO EUSTAQUIO DE SA  
Departamento de Fitotecnia, Tecnologia de Alimentos e Sócio Economia / Faculdade de Engenharia de Ilha  
Solteira

  
Dr. CARLOS JOSÉ RODRIGUES  
Supervisor de Silvicultura / CESP

  
Prof. Dr. FLAVIO BERTIN GANDARA  
Departamento de Ciências Biológicas / Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz

  
Prof. Dr. CELSO LUIS MARINO  
Departamento de Genética / Instituto de Biociências de Botucatu

Ilha Solteira, 02 de maio de 2017

Aos meus pais, Manoel Cambuim e Carolina da Cruz Prates, pelo amor, carinho e dedicação e pelos ensinamentos a mim deixados.

Aos meus irmãos Sebastião Cambuim e Iraci Cambuim que na infância brigamos, brincamos, trabalhamos, mas fomos grandes amigos até o fim.

Ao senhor Otaciano Nogueira dos Santos, pessoa com quem muito aprendi.

A eles (*In Memoriam*).

**Dedico**

A minha esposa Antônia Gomes Cambuim, por me apoiar sempre nas conquistas dos meus ideais, por suportar pacientemente todas as minhas ausências, por todo seu amor e dedicação.

Aos meus filhos, pessoas muito importantes na minha vida, e que são a grande razão por eu estar aqui, Kelly Cristina Gomes Cambuim, Aldo Renan Gomes Cambuim, Sergio Antônio Cambuim e Diana Carla Oliveira Santana Lima, a qual adotamos também como Filha.

**Ofereço**

## **AGRADECIMENTOS**

A DEUS, por me dar força, para superar todas as dificuldades nos diversos caminhos de minha vida, e conseguir conquistar mais esta importante vitória.

Ao professor Dr. Mário Luiz Teixeira de Moraes, pela valiosa orientação, amizade confiança a mim dedicado nestes trinta e seis anos de convivência e principalmente por me ensinar a observar, gostar e entender um pouco de silvicultura. E por não medir esforços para ajudar na redação deste trabalho.

A Congregação, da Faculdade de Engenharia -UNESP-Campus de Ilha Solteira, pela minha liberação das atividades profissional para cursar as disciplinas necessárias para condução desta etapa.

À Seção de Pós-Graduação, pela valiosa atenção e dedicação para com todos.

Ao Corpo Docente da Agronomia que direto ou indiretamente contribuiu muito por essa etapa.

Aos membros das bancas examinadoras do exame de qualificação e defesa, Profa. Dra. Aline Redondo Martins, Profa. Dra. Daniela Silvia de Oliveira Canuto, Prof. Dr. Celso Luís Marino, Prof. Dr. Flávio Bertin Gandara Mendes, Prof. Dr. Marco Eustáquio de Sá e ao Dr. Carlos José Rodrigues, pela colaboração e sugestões.

Aos amigos Alonso Ângelo da Silva, Alexandre Marques da Silva, Thaisa Yuriko, Murilo Serra, Angélica Leonel, Janaina Rodrigues, Selma Maria Buzite de Moraes, Franciele Alves Caldeira, Daniele Fernanda Zulian, Vanessa Zaffani Sant' Ana, Francine Beatriz Souza, Samara Nascimento, que contribuíram de maneira ímpar na coleta dos dados para concluir os estudos.

Ao amigo Darlin Ulises Gonzalez Zaruma, pela amizade, confiança e incentivo durante este tempo de convivência. A Silvelise Pupin pela valiosa contribuição e dedicação nas análises estatísticas, o que foi fundamental para a obtenção dos resultados.

Ao Diretor da Biblioteca da UNESP de Ilha Solteira, João Josué Barbosa, que com muita paciência colaborou na orientação da formatação e referências bibliográficas.

Aos funcionários e técnicos da Fazenda de Ensino, Pesquisa e Extensão da FEIS/UNESP pela colaboração e auxílio na pesquisa de campo, durante todo

o período de coleta, respeito e carinho que sempre me trataram, em especial Alonso Ângelo da Silva, Manoel Fernando Rocha Bonfim, João Rodrigues dos Santos (*In Memoriam*) Edimilson Luciano, Jair J. dos Santos, Alvino da Silva, Cicero Orgeda Queiróz Odorico Santos Silva, Sinval A de Abreu, Valdivino dos Santos, Jose João da Silva, Edvard G da Silva, José Gomes, Osvaldo R Guimarães (*In Memoriam*), Vicente de Almeida (*In Memoriam*), Pedro Luiz dos Santos (*in Memoriam*), Carmelito J. dos Santos (*In Memoriam*), José Pereira (*In Memoriam*), Mário Seki (*In Memoriam*), Joaquim Gomes da Silva (*In Memoriam*), Antônio (Itapura) (*In Memoriam*), José Jesus Apolinário (*In Memoriam*), Pedro Crispim Fernandes, Emídio R. da Silva (*In Memoriam*), Irso Alves da Silva Dorvalino Norato Ribeiro, Joaquim Dias, Carlos H. Barbosa, Ailton dos Santos, Francisco M. da Silva, Ademar Paixão, Ademar Gomes Ferreira, Claudionor de Souza, Edson Marquete, Antônio Rodrigues da Silva, Domingos Koshyama, Ailton dos Reis, José R. Guimarães, Carlos A. da Silva, Gilmar R Guimarães, Delcir Zambugari, Osvaldo Teixeira, Sebastião Guimarães (*in Memoriam*), Francisco Magalhães, Edson da Rocha, Claudio A. de Oliveira, Auceniro P. S. Senna, Jorge Antonio Jolvino, Salustiano Costa de Souza, Emídio de Lima, Valdesal Cassiano, Wanderley Moreira, Cesar Seleguim, Juliano Borges de Abreu, José Raimundo ,Osmar Martins, Alexandre Flores, José Ailton dos Santos, Helton, Ederson, Wesley Júlio, e Renato, a todos pela valiosa amizade e tempo de convivência.

A todos, meus sinceros agradecimentos! Muito Obrigado!

## *O Doutor e o Caipira*

*Eu dou motivo pra me chamar de caipira  
Mas continuo lhe tratando de senhor  
Eu não me zango, pois não disse uma mentira  
Pelo contrário isso até me dá valor  
Sua infância foi lições de faculdade  
Na realidade hoje é grande doutor  
Não tive estudos minha escola foi trabalho  
Desbravando meu sertão no interior*

*Foi importante eu ter feito essa viagem  
Pois conheci essa frondosa capital  
Estou surpreso vendo tanta aparelhagem  
Para o senhor isso tudo é normal  
Sou um paciente que o destino lhe oferece  
Me conhece como um profissional  
Lá onde eu moro o senhor se sentiria  
Como eu me sinto aqui nesse hospital*

*Lá eu domino aquele incêndio alastrado  
Que sempre um raio deixa fogo no espigão  
Se der um golpe em um jatobá erado  
Eu sei o lado que a árvore cai no chão  
Sou especialista em mata-burros e porteiras  
Sei a madeira que se usa pro mourão  
Vamos comigo ver meu mundo a céu aberto  
Onde o trabalho também é uma operação*

*Todas as vezes que me chamam de caipira  
É um carinho que recebo de alguém  
É uma prova que a pessoa me admira  
E nem calcula o prazer que a gente tem  
Doutor agora nós já somos bons amigos  
Vamos comigo conhecer o meu além  
Para dizer que sou caipira da cidade  
Mas lá no mato eu sou um doutor também*

## RESUMO

O fragmento florestal e os testes de progênies, com a função de auxiliar a conservação, reabilitação dos processos ecológicos e promover a conservação da biodiversidade, tem um papel importante nos processos de restauração de áreas degradadas e diminuir os efeitos negativos da destruição dos ambientes naturais. Este trabalho objetivou conhecer a estrutura populacional, distribuição espacial e tamanho efetivo de espécies arbóreas nativas presente em um fragmento florestal de cerrado, além de estimar a variabilidade genética num teste de progênies misto de *Myracrodruon urundeuva*; *Terminalia argentea* e *Astronium fraxinifolium*; a partir dos caracteres silviculturais em Selvíria – MS, com vistas de transformá-las em área para subsidiar coleta de sementes. No fragmento florestal foram mensurados e identificados 1187 indivíduos com DAP  $\geq 10$  cm, que compõem o dossel arbóreo da floresta. Em uma área de 0,89 ha foram amostrados, pertencentes a 60 espécies distribuídas em 31 famílias, com destaque para a família Fabaceae com 11 espécies. O índice de Shannon-Weaver apresentou um  $H' = 2,98 \text{ nats ind}^{-1}$ , o que pode ser considerado como uma diversidade média. As espécies de maior Índice de Valor de Importância (IVI) foram *Copaifera landesdorffii*, *Diptychandra aurantiaca*, *Parapiptadenia rigida*, *Qualea grandiflora*, *Qualea parviflora*, *Vochysia tucanorum*, *Tapirira guianensis*, *Astronium fraxinifolium*, *Xylopia aromatica*, e *Mabea fistulifera*. Assim, dentre as espécies encontradas com o maior IVI podem ser classificadas como potenciais para a locação de árvores matrizes para subsidiar a coleta de sementes. Portanto, dispõem de tamanho efetivo que permite a formação de novas populações, a partir da coleta de sementes nessa área de Reserva legal. No teste de progênies misto aos 22 anos, os valores altos observados para o caráter SOB (*M. urundeuva* - 88,0%, *A. fraxinifolium* – 85,9% e *T. argentea* - 59,6%), indicam boa adaptação das espécies em estudo e potencial para uso em reflorestamentos. As estimativas do coeficiente de variação genética oscilaram de 3,03% a 49,50%, estimando o menor valor obtidos para a variável DAP nas três espécies. As herdabilidades individuais variaram de baixa (0,14) para *T. argentea*, e alta ( $>0,40$ ) para *M. urundeuva* e *A. fraxinifolium* no caráter DAP. A proporção sexual para as duas espécies foi tendenciosa para sexo masculino, sendo que a proporção geral foi de 1,5 machos para 1 fêmea. O tamanho efetivo populacional variou conforme a proporção de machos e fêmeas, sendo que o que mais se aproximou do valor real de indivíduos reprodutivos foi *Myracrodruon urundeuva*. Portanto, a seleção dos indivíduos dentro dos testes de progênies não deve considerar apenas o caráter de crescimento (DAP), mas também com base na proporção sexual e no tamanho efetivo populacional para a sua futura transformação em um Pomar de Sementes por Mudas. As informações obtidas com este estudo são úteis para fins de conservação e melhoramento genético das espécies, como também para seleção de matrizes potenciais para recuperação ambiental, o que será fundamental para restauração ecológica em áreas do Bolsão Sul-Mato-Grossense.

**Palavras-chave:** Conservação *ex-situ*. Conservação *in-situ*. Tamanho efetivo. Melhoramento florestal.

## ABSTRACT

The forest fragment and progeny tests, with the function of assisting conservation, rehabilitation of ecological processes and promoting biodiversity conservation, play an important role in the restoration of degraded areas and reduce the negative effects of the destruction of natural environments. This work aimed to know the population structure, spatial distribution and effective size of native tree species present in a cerrado forest fragment, besides estimating the genetic variability in a test of mixed progenies of *Myracrodruon urundeuva*; *Terminalia argentea* and *Astronium fraxinifolium*; from silvicultural characters in Selvíria - MS, with a view to transforming them into an area to subsidize seed collection. In the forest fragment were measured and identified 1187 individuals with DBH  $\geq$  10 cm, which make up the arboreal forest canopy. In an area of 0,89 ha were sampled, belonging to 60 species distributed in 31 families, with emphasis on the Fabaceae family with 11 species. The Shannon-Weaver index showed a  $H' = 2,98$  nats ind<sup>-1</sup>, which can be considered as a mean diversity. The species with the highest Import Value Index (IVI) were *Copaifera landesdorffii*, *Diptychandra aurantiaca*, *Parapiptadenia rigida*, *Qualea grandiflora*, *Qualea parviflora*, *Vochysia tucanorum*, *Tapirira guianensis*, *Astronium fraxinifolium*, *Xylopia aromatica*, and *Mabea fistulifera*. Thus, among the species found with the highest IVI can be classified as potential for the lease of matrix trees to subsidize the collection of seeds. Therefore, they have an effective size that allows the formation of new populations, from the collection of seeds in this area of legal reserve. In the progenies test mixed at 22 years, the high values observed for SOB (*M. urundeuva* – 88,0%, *A. fraxinifolium* – 85,9% and *T. argentea* – 59,6%) indicated a good adaptation of the Species and potential for use in reforestation. Estimates of the coefficient of genetic variation ranged from 3,03% to 49,50%, estimating the lowest value obtained for the DAP variable in the three species. The individual heritabilities ranged from low (0,14) for *T. argentea*, and high ( $> 0,40$ ) for *M. urundeuva* and *A. fraxinifolium* on the DAP character. The sex ratio for both species was biased for males, with the general proportion being 1,5 males for 1 female. The effective population size varied according to the proportion of males and females, and the one that most approached the real value of reproductive individuals was *Myracrodruon urundeuva*. Therefore, the selection of individuals within progeny tests should not only consider the growth character (DBH), but also on the basis of the sex ratio and the effective population size for its future transformation into a Seedling Seed Orchard. The information obtained from this study is useful for the conservation and genetic improvement of the species, as well as for the selection of potential matrices for environmental restoration, which will be fundamental for ecological restoration in areas of the Bolsão Sul-mato-grossense.

**Keywords:** *Ex situ* conservation. *In situ* conservation. Effective size. Forest improvement.

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1</b>	Região de Planejamento do Estado de Mato Grosso do Sul – Bolsão Mato-grossense.....	18
<b>Figura 2</b>	Cobertura vegetal do Bolsão Sul- Mato-grossense.....	20
<b>Figura 3</b>	Localização geográfica do fragmento florestal e do teste de progênes na FEPE/FEIS/UNESP, no município de Selvíria-MS.....	36
<b>Figura 4</b>	Esquema das disposições das árvores no teste de progênes misto com as espécies <i>Myracrodruon urundeuva</i> (aroeira), <i>Astronium fraxinifolium</i> (gonçalo alves) e <i>Terminalia argentea</i> (capitão do campo) .....	40
<b>Figura 5</b>	Escala de atribuição de notas para forma do fuste até 2,20m em <i>Myracrodruon urundeuva</i> , <i>Astronium fraxinifolium</i> e <i>Terminalia argentea</i> .....	41
<b>Figura 6</b>	Distância de herdabilidade entre a população de referência (POP-T) e as subpopulações (SPOP) masculina (M), feminina (F) e sem florescimento (SF) para os caracteres de crescimento e forma em <i>Myracrodruon urundeuva</i> e <i>Astronium fraxinifolium</i>	46
<b>Figura 7</b>	Distribuição diamétrica das espécies arbóreas registradas no fragmento florestal de Selvíria-MS, em 2017 (N= número de indivíduos amostrados com DAP≥ 10 cm) .....	49
<b>Figura 8</b>	Distribuição das dez espécies com maior índice de valor de importância (IVI) em fragmento florestal, Selvíria-MS. a) <i>Copaifera landesdorffii</i> , b) <i>Diptychandra aurantiaca</i> , c) <i>Parapiptadenia rigida</i> , d) <i>Qualea grandiflora</i> , e) <i>Qualea parviflora</i> , f) <i>Vochysia tucanorum</i> , g) <i>Tapirira guianensis</i> , h) <i>Astronium fraxinifolium</i> , i) <i>Xylopia aromatica</i> , e j) <i>Mabea fistulifera</i> ; Grupo ecológico (GE: SI=secundária inicial, ST= secundária tardia e, P= pioneira; N= número de indivíduos.....	50
<b>Figura 9</b>	Distribuição dos diâmetros (DAP, cm) das dez espécies arbóreas com o maior índice de valor de importância no fragmento florestal em Selvíria-MS, 2017. (N= número de indivíduos) .....	50
<b>Figura 10</b>	Distribuição espacial de três espécies arbóreas com diferente estágio sucessional, no fragmento florestal de cerrado em Selvíria-MS, em 2017.....	52
<b>Figura 1A</b>	Curva de acumulação de espécies e desvio padrão, no fragmento florestal de Cerrado em Selvíria-MS, em 2017.....	94
<b>Figura 2A</b>	Croqui de campo do teste de progênes com espécies nativas misto na FEPE/FEIS/UNESP, no município de Selvíria-MS .....	95

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1</b>	Famílias, espécies arbóreas, número de indivíduos por espécie (Ind sp <sup>-1</sup> ) e diâmetros médios registrados na área amostrada do fragmento florestal (0,89 ha) em Selvíria-MS, 2017.....	47
<b>Tabela 2</b>	Espécies que estão contribuindo para o aumento do DAP no fragmento florestal (56 ha) em Selvíria-MS, 2017.....	53
<b>Tabela 3</b>	Número de matrizes para coleta de sementes (m), amostragem (%), número de indivíduos com distanciamento de 100 m (n <sup>-1</sup> ha), síndrome de dispersão (SD), sistema sexual (SS) e grupo ecológico (GE: SI=secundária inicial, ST= secundária tardia, P= pioneira) das espécies mais abundantes do fragmento florestal (56 ha) em Selvíria-MS, em 2017.....	55
<b>Tabela 4</b>	Estimativas de parâmetros genéticos para altura total (ALT), diâmetro a altura do peito (DAP), diâmetro médio de copa (DMC), forma de fuste (FOR), densidade básica da madeira (DBM) e biomassa seca: fuste (BFU), folha (BFO), e copa (BCO), aos 22 anos de idade de <i>M. urundeuva</i> em plantio consorciado com progênies de <i>Astronium fraxinifolium</i> , e <i>Terminalia argentea</i> , no município de Selvíria-MS.....	59
<b>Tabela 5</b>	Equações de regressão para densidade básica da madeira (DBM) e biomassa seca: fuste (BFU), folha (BFO), e copa (BCO), aos 22 anos de idade, de <i>Myracrodruon urundeuva</i> em plantio consorciado com progênies de <i>Astronium fraxinifolium</i> , e <i>Terminalia argentea</i> , no município de Selvíria-MS.....	60
<b>Tabela 6</b>	Estimativas de parâmetros genéticos para altura total (ALT), diâmetro a altura do peito (DAP), diâmetro médio da copa (DMC) e forma de fuste (FOR), aos 22 anos de idades de <i>Astronium fraxinifolium</i> em plantio consorciado com progênies de <i>Myracrodruon urundeuva</i> , e <i>Terminalia argentea</i> , no município de Selvíria-MS.....	63
<b>Tabela 7</b>	Equações de regressão para densidade básica da madeira (DBM) e biomassa seca: fuste (BFU), folha (BFO), e copa (BCO), aos 22 anos de idade, de <i>Astronium fraxinifolium</i> em plantio consorciado com progênies de <i>Myracrodruon urundeuva</i> e <i>Terminalia argentea</i> , no município de Selvíria-MS.....	64
<b>Tabela 8</b>	Estimativas de parâmetros genéticos para altura total (ALT), diâmetro a altura do peito (DAP), diâmetro médio da copa (DMC) e forma de fuste (FOR), aos 22 anos de idade de <i>Terminalia argentea</i> em plantio consorciado com progênies de <i>Myracrodruon urundeuva</i> , e <i>Astronium fraxinifolium</i> , no município de Selvíria-MS.....	66
<b>Tabela 9</b>	Equações de regressão para densidade básica da madeira (DBM) e biomassa seca: fuste (BFU), folha (BFO), e copa (BCO), aos 22 anos de idade, de <i>Terminalia argentea</i> em plantio consorciado com progênies de <i>Myracrodruon</i>	67

	<i>urundeuva</i> e <i>Astronium fraxinifolium</i> , no município de Selvíria-MS.....	
<b>Tabela 10</b>	Análise da razão de verossimilhança (LRT) para altura total (ALT), diâmetro a altura do peito (DAP), diâmetro médio da copa (DMC) e forma de fuste (FOR), em um teste consorciado de progênies de <i>Myracrodruon urundeuva</i> , <i>Astronium fraxinifolium</i> e <i>Terminalia argentea</i> , aos vinte e dois anos de idade no município de Selvíria, MS.....	68
<b>Tabela 11</b>	Correlações genéticas entre caracteres silviculturais e de forma aos 22 anos de idade de <i>Myracrodruon urundeuva</i> , em plantio consorciado com progênies de <i>Astronium fraxinifolium</i> , e <i>Terminalia argentea</i> , no município de Selvíria-MS.....	69
<b>Tabela 12</b>	Formação de grupos com base nas distâncias de Mahalanobis (D2) para os caracteres de crescimento e forma em progênies de <i>Myracrodruon urundeuva</i> aos 22 anos de idade, em Selvíria-MS.....	70
<b>Tabela 13</b>	Correlações genéticas entre caracteres silviculturais e de forma aos 22 anos de idade de <i>Astronium fraxinifolium</i> , em plantio consorciado com progênies de <i>Myracrodruon urundeuva</i> , e <i>Terminalia argentea</i> , no município de Selvíria-MS.....	71
<b>Tabela 14</b>	Formação de grupos com base nas distâncias de Mahalanobis (D2) para os caracteres de crescimento e forma em progênies de <i>Astronium fraxinifolium</i> aos vinte e dois anos de idade, em Selvíria-MS.....	72
<b>Tabela 15</b>	Correlações genéticas entre caracteres silviculturais aos 22 anos de idade de <i>Terminalia argentea</i> , em plantio consorciado com progênies de <i>Astronium fraxinifolium</i> , e <i>Myracrodruon urundeuva</i> , no município de Selvíria-MS.....	72
<b>Tabela 16</b>	Formação de grupos com base nas distâncias de Mahalanobis (D <sup>2</sup> ) para os caracteres de crescimento e forma em progênies de <i>Terminalia argentea</i> aos vinte e dois anos de idade, em Selvíria-MS.....	73
<b>Tabela 17</b>	Número de plantas (N) tamanho efetivo (Ne) e porcentagem de plantas com florescimento masculino (M), feminino (F), e sem florescimento para <i>Myracrodruon Urundeuva</i> e <i>Astronium fraxinifolium</i> , em um teste de progênies consorciado, em Selvíria - MS, aos 22 anos.....	74
<b>Tabela 18</b>	Herdabilidade média de progênies ( $\hat{h}_m^2$ ) para a população de referência (T) e para as subpopulações (Spop) com florescimento masculino (M), feminino (F), e sem florescimento (SF) nos caracteres altura (ALT), diâmetro a altura do peito (DAP), diâmetro médio de copa (DMC), forma (FOR), densidade básica da madeira (DBM), biomassa de fuste (BFU), biomassa de folha (BFO) e biomassa de copa (BCO) em progênies de <i>Myracrodruon urundeuva</i> e <i>Astronium fraxinifolium</i> aos 22 anos de idade, em Selvíria-MS.....	78

<b>Tabela 1A</b>	Estimativa de parâmetros fitossociológicos para espécies presentes no estrato superior (DAP > 10 cm), no fragmento florestal (0,83 ha) em Selvíria-MS, em ordem do Índice de Valor de Importância (IVI); Área basal (AG, em m <sup>2</sup> ha <sup>-1</sup> ); Dominância relativa (DoR, em %); Densidade relativa (DR, em %); Frequência acumulada (FA, em %) e Frequência relativa (FR, em %).....	96
<b>Tabela 2A</b>	Estimativas de variância e parâmetros genéticos altura total (ALT), diâmetro a altura do peito (DAP), diâmetro médio da copa (DMC) e forma de fuste (FOR), aos 22 anos de idade de <i>Myracrodruon urundeuva</i> em plantio consorciado com <i>Astronium fraxinifolium</i> e <i>Terminalia argentea</i> , no município de Selvíria-MS.....	97
<b>Tabela 3A</b>	Estimativas de variância e parâmetros genéticos altura total (ALT), diâmetro a altura do peito (DAP), diâmetro médio da copa (DMC) e forma de fuste (FOR), aos 22 anos de idade de <i>Astronium fraxinifolium</i> em plantio consorciado com <i>Myracrodruon urundeuva</i> e <i>Terminalia argentea</i> , no município de Selvíria-MS.....	97
<b>Tabela 4A</b>	Estimativas de variância e parâmetros genéticos altura total (ALT), diâmetro a altura do peito (DAP), diâmetro médio da copa (DMC) e forma de fuste (FOR), aos 22 anos de idade de <i>Terminalia argentea</i> em plantio consorciado com progênies de <i>Myracrodruon urundeuva</i> e <i>Astronium fraxinifolium</i> , no município de Selvíria-MS.....	98
<b>Tabela 5A</b>	Estimativa de variâncias e parâmetros genéticos para densidade básica da madeira (DBM) e biomassa seca: fuste (BFU), folha (BFO), e copa (BCO), aos 22 anos de idade, de <i>Myracrodruon urundeuva</i> em plantio consorciado com progênies de <i>Astronium fraxinifolium</i> , e <i>Terminalia argentea</i> , no município de Selvíria-MS.....	99
<b>Tabela 6A</b>	Estimativa de variâncias e parâmetros genéticos para densidade básica da madeira (DBM) e biomassa seca: fuste (BFU), folha (BFO), e copa (BCO), aos 22 anos de idade, de <i>Astronium fraxinifolium</i> em plantio consorciado com progênies de <i>Myracrodruon urundeuva</i> e <i>Terminalia argentea</i> , no município de Selvíria-MS.....	100
<b>Tabela 7A</b>	Estimativa de variâncias e parâmetros genéticos para densidade básica da madeira (DBM) e biomassa seca: fuste (BFU), folha (BFO), e copa (BCO), aos 22 anos de idade, de <i>Terminalia argentea</i> em plantio consorciado com progênies de <i>Myracrodruon urundeuva</i> e <i>Astronium fraxinifolium</i> , no município de Selvíria-MS.....	101

## SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	14
2	REVISÃO DE LITERATURA .....	18
2.1	<b>Bolsão Sul-mato-grossense .....</b>	<b>18</b>
2.2	<b>Considerações sobre as espécies do teste de progênes</b> <b>Myracrodruon urundeuva, Astronium fraxinifolium e Terminalia</b> <b>argentea.....</b>	<b>20</b>
2.3	Variabilidade genética em populações naturais.....	21
2.4	Conservação Genética .....	23
2.5	Caracteres quantitativos e parâmetros genéticos.....	288
2.6	Densidade básica da madeira .....	30
2.7	Biomassa e sequestro de carbono .....	31
2.8	Métodos de Regeneração .....	34
2.9	Diâmetro de copa.....	35
3	MATERIAL E MÉTODOS .....	36
3.1	Material .....	36
3.2	Métodos.....	37
3.2.1	<b>Fragmento florestal .....</b>	<b>37</b>
3.2.1.1	<i>Parâmetros fitossociológicos .....</i>	<i>37</i>
3.2.1.2	<i>Desempenho das espécies em DAP .....</i>	<i>39</i>
3.2.1.3	<i>Árvores matrizes para coleta de sementes.....</i>	<i>39</i>
3.2.2	<b>Testes de progênes de espécies nativas misto.....</b>	<b>40</b>
3.2.2.1	<i>Estimativas de componentes de variância e parâmetros genéticos ...</i>	<i>42</i>
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	47
4.1	Fragmento florestal .....	47
4.1.1	<i>Parâmetros fitossociológicos.....</i>	<i>47</i>
4.1.2	<i>Desempenho das espécies em DAP .....</i>	<i>53</i>
4.1.3	<i>Árvores matrizes para coleta de sementes .....</i>	<i>54</i>
4.2	Teste de Progênes de espécies nativas Misto .....	56
4.2.1	<b>Análise Univariada.....</b>	<b>56</b>
4.2.1.1	<i>Myracrodruon urundeuva.....</i>	<i>56</i>
4.2.1.2	<i>Astronium fraxinifolium .....</i>	<i>61</i>
4.2.1.3	<i>Terminalia argentea.....</i>	<i>64</i>
4.2.1.4	<i>Análise conjunta .....</i>	<i>67</i>
4.2.2	<b>Correlação e análise multivariada .....</b>	<b>69</b>
4.2.2.1	<i>Myracrodruon urundeuva.....</i>	<i>69</i>
4.2.2.2	<i>Astronium fraxinifolium .....</i>	<i>70</i>
4.2.2.3	<i>Terminalia argentea.....</i>	<i>72</i>
4.2.3	<b>Sexagem, tamanho efetivo e distância entre populações.....</b>	<b>74</b>
4.2.3.1	<i>Sexagem e tamanho efetivo .....</i>	<i>74</i>
4.2.3.2	<i>Distância entre subpopulações com diferente florescimento.....</i>	<i>76</i>
5	CONCLUSÕES.....	79
	REFERÊNCIAS .....	80
	APÊNDICE .....	94

## 1 INTRODUÇÃO

A legislação ambiental visa instalar áreas de proteção permanente e projetos de recuperação ambiental com espécies nativas, na atualidade, a disponibilidade no mercado de sementes com qualidade genética desejável é escassa (SOUZA et al., 2015). Devido ao fato de que a fragmentação florestal e o corte seletivo de árvores estão alterando a demografia, tamanho da população reprodutiva e, conseqüentemente, o seu sistema de reprodução (SEBBENN, 2006, 2002, 2011). Portanto as sementes disponíveis são procedentes de um número restrito de árvores oriundos de pequenos fragmentos florestais, árvores isoladas, margens de estradas e rodovias (SHIMIZU, 2007).

A identificação de populações arbóreas, mesmo com a dificuldade de identificar seus limites no campo, para a coleta de sementes visando diferentes aplicações é uma tarefa árdua, mas com os levantamentos fitossociológico realizados nas áreas naturais, poderiam facilitar esse trabalho. A coleta em fragmentos florestais na faixa de dezenas de hectares poderia ser mais adequada para a conservação de espécies comuns (alta densidade) e endêmicas (KAGEYAMA; GANDARA, 1998).

O Bolsão-Sul-Mato-Grossense compreende 11 municípios, inicia em no município de Santa Rita do Pardo e termina no município de Costa Rica-MS, fazendo divisa com o estado de Mato Grosso, o qual por sua vez é constituído por um conjunto de fisionomias determinadas pela ação do fogo, clima, disponibilidade de água e nutrientes, topografia, latitude e o estrato onde se desenvolvem (RIBEIRO; WALTER, 1998; DURIGAN et al., 2007).

No Brasil o Cerrado tem seu centro de distribuição no planalto central, com suas áreas periféricas situadas ao Sul, Norte, Nordeste e ao Leste, proporcionando contato com todos grandes Biomas do continente americano, ocorrendo assim variações fisionômicas em escalas espaciais diversas, devido aos fatores heterogêneos presentes no ambiente (EITIN,1994; OLIVEIRA FILHO; RATTER 2002).

Com essa amplitude é oportuno para realizações de variados projetos em ciências naturais, incluísse em ecologia, e conhecer a estrutura populacional e distribuição espacial das espécies vegetais do cerrado. Devido ao fato que várias

espécies vegetais do cerrado têm mostrado um padrão de distribuição espacial agregado em diferentes escalas e localidade (OLIVEIRA et al., 1989; MEIRELES; LUIZ 1995; HAY, et al., 2000; MONTEIRO; FISCH, 2005; LIMA-RIBEIRO, 2007a, b; LIMA-RIBEIRO; PRADO, 2007).

Estudos em ecologia vegetal, estrutura populacional e distribuição espacial em espécies arbóreas tem fornecido bases para identificar árvores matrizes com potencial para coleta de sementes em paisagens florestais. As espécies arbóreas nativas perenes possuem aspectos biológicos peculiares, os quais tornam seu melhoramento bastante diferenciado. Fatores como a sobreposição de gerações, o longo período necessário para o ciclo reprodutivo, a reprodução sexuada e assexuada, a expressão de caracteres ao longo de várias idades, dentre outros, dificulta a execução de técnicas clássicas de melhoramento de espécies nativas como: *Myracroduon urundeuva*, *Terminalia argentea* e *Astronium fraxinifolium*

Em espécies florestais, de modo geral, as estratégias básicas de melhoramento podem ser resumidas em seleção recorrente intrapopulacional e utilizando-se a variabilidade existente naturalmente dentro das populações e entre os indivíduos. O programa tradicional de melhoramento trabalha prioritariamente para melhorar a adaptação, plasticidade e produtividade das espécies florestais e não atuar intensivamente na variabilidade natural ainda existente, acima de tudo, obter genótipos superiores em crescimento (altura e diâmetro) uma estratégia para futuros reflorestamentos e próximas gerações de melhoramentos clonais (FERREIRA, 1992).

As principais características que o melhoramento florestal tem priorizado é o incremento: do crescimento; da produtividade (madeira, fibras, energia renovável); das propriedades químicas (teor e tipo de lignina e celulose), físicas da madeira (ângulo de fibras, espessura de parede); e melhoramento visando à resistência às doenças; a tolerância a estresses abióticos (geadas, seca, salinidade); melhoria da capacidade fotossintética; dos caracteres fisiológicos; a produção de compostos farmacêuticos; alterações na arquitetura da árvore (ramos, nós, interceptação de luz), dentre outros (GRATTAPAGLIA, 2008). Porém, nas primeiras gerações de ciclos de melhoramento o crescimento em altura e diâmetro e a forma do fuste são as características priorizadas.

A escassa oferta de sementes de espécies florestais nativas com qualidade genética, tem contribuído para a adoção do plantio dessas espécies e uma demanda maior por material de espécies exóticas. Assim, as primeiras gerações de melhoramento dessas espécies contribuíram para fins comerciais quanto de conservação, principalmente se o manejo dos testes de progênes priorizar tais objetivos.

A formação de áreas de produção de sementes de espécies nativas poderá contribuir significativamente para adoção dessas em diferentes sistemas de produção, bem como para valorar a conservação *ex-situ* dessas espécies, que atualmente encontram-se restritas em bases físicas de instituições públicas. Técnicas de melhoramento podem aumentar a produtividade das florestas plantadas, oferecer características desejadas à indústria e reduzir impactos ambientais. No entanto, a baixa variabilidade existente em espécies florestais de crescimento rápido, o longo período para os ciclos reprodutivos e as dificuldades encontradas para a realização de cruzamentos controlados podem inviabilizar tais procedimentos (GOLLE et al., 2009).

O melhoramento de espécies nativas apresenta, sobretudo, uma importância ecológica muito grande para os ecossistemas de que participam e, muitas vezes, não se adequam a plantios puros. Em alguns casos a conservação genética destas espécies demanda maior interesse do que o próprio melhoramento genético (SEBBENN, 2002).

Um teste de progênes composto por três espécies nativas de grande importância ambiental no bioma Cerrado e Mata Atlântica, *Myracrodruon urundeuva*; *Terminalia argentea*; *Astronium fraxinifolium*, que estabelecido próximo as suas áreas de ocorrência natural com objetivo de conservar o seu potencial genético/adaptativo, contribuindo assim para conservação e melhoramento dessas espécies.

Visando fornecer subsídios para a conservação *in situ* e para programas de melhoramento genético para coleta de sementes em fragmento florestais e testes de progênes, este trabalho teve como objetivos:

- a). Conhecer a estrutura populacional, o padrão de distribuição espacial e o tamanho efetivo de espécies arbóreas nativas, com a finalidade de indicar esse fragmento florestal possa ser utilizado como Área de coleta de sementes (ACS).

- b). Estimar a variabilidade genética entre e dentro das populações em um teste de progênies composto de *Myracrodruon urundeuva*; *Terminalia argentea*; *Astronium fraxinifolium*; a partir dos caracteres silviculturais e transformar em um pomar de sementes por mudas (PSM);
- c). Quantificar a sexagem das espécies dioicas, em um teste de progênies composto de *Myracrodruon urundeuva*; *Terminalia argentea*; *Astronium fraxinifolium*, visando conhecer a proporção de indivíduos masculinas e femininas, para viabilizar conservação genética das espécies e produção sementes.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 Bolsão Sul-mato-grossense

A mesorregião leste de Mato Grosso do Sul é formada por municípios com características muito peculiares, pela proximidade com os Estados de São Paulo, Minas Gerais, Goiás e Mato Grosso, numa posição diferenciada com relação aos outros municípios sul-mato-grossenses.

Na sua conformação, foram subdivididos em microrregiões, utilizando critérios socioeconômicos e ambientais; a região do bolsão sul-mato-grossense é formada por onze municípios: Santa Rita do Pardo, Brasilândia, Água Clara, Três Lagoas, Selvíria, Aparecida do Taboado, Paranaíba, Inocência, Cassilândia, Chapadão do Sul e Paraíso das Águas (Figura 1).

**Figura 1.** Região de Planejamento do Estado de Mato Grosso do Sul – Bolsão Mato-grossense



Fonte: SEMADE (2015).

E tem influências com bacias hidrográficas muito importante para a recarga hidrográfica, Três Lagoas localiza-se na Bacia Hidrográfica do Rio Paraná, que possui 700.000 km<sup>2</sup> e trata-se da quinta maior bacia hidrográfica do

mundo. Possui, ainda, duas sub-bacias importantes, do Rio Verde e a do Rio Sucuriú, e os outros municípios tem influências com a bacia do Rio Prata.

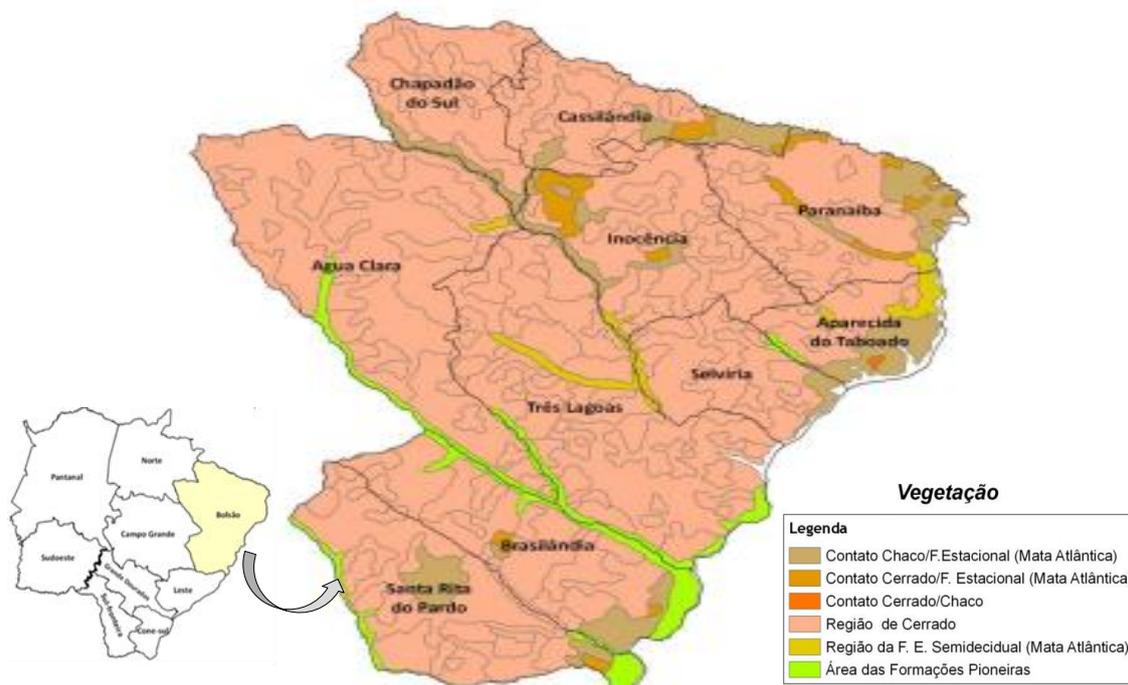
Vegetação predominante é do tipo Cerrado arbóreo denso ou aberto, de pastagens naturais, cultivadas e por formações pioneiras; áreas com tensão ecológica, ou floresta estacional semi-decidual. Essa região favoreceu o desenvolvimento de espécies agrícolas adaptadas a esses ambientes como cultura de trigo (*Triticum aestivum*), soja (*Glicine max*), algodão (*Gossypium hirsutum*) e arroz (*Oryza sativa*) no município de Chapadão do Sul e as demais agrosilpastoril; em destaque Aparecida do Taboado e Três Lagoas, cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum*) e *Eucalyptus* spp, e seringueiras respectivamente.

A redução da área de ambiente nativo do Cerrado aumenta o risco de extinções de espécies de plantas e animais ao reduzir as populações naturais, tornando-as mais suscetíveis ao desaparecimento em função de eventos naturais ou antrópicos.

Os principais tipos fisionômicos encontrados no Bolsão sul mato-grossense são: as formações florestais como a Mata Ciliar, a Mata de Galeria, a Mata Seca e o Cerradão onde predominam as espécies arbóreas com formação de dossel contínuo; as formações savanas como o Cerrado sentido restrito, o Parque de Cerrado e o Palmeiral caracterizados pela presença de estratos arbóreos e arbustivo-herbáceos definidos, onde as árvores são distribuídas aleatoriamente; as Veredas e, finalmente as formações campestres de Campos Sujo, Limpo e Rupestre (Figura 2) (RIBEIRO; WALTER, 1998).

A área do presente estudo é caracterizada pelo cerradão que é uma vegetação florestal que ocorre, tanto em solos distróficos quanto mesotróficos, sendo sua composição florística variável conforme a fertilidade do solo (RATTER, 1971; RATTER et al., 1973; ARAÚJO; HARIDASAN, 1988). Nesse contexto, o cerradão, revela-se nitidamente aparentado com as florestais pluviais, e as maiorias das espécies evoluíram localmente (planalto central) a partir de elementos vindos de florestas vizinhas. Portanto, apresentam espécies e gêneros comuns aos ocorrentes na floresta amazônica (*Bowdichia virgilioides*, *Byrsonima coccolobifolia*, *Couepia* spp.), na floresta atlântica (*Machaerium acutifolium*, *Tabebuia* spp.), nas matas secas (*Copaifera langsdorffii*, *Platypodium elegans*), *Plenckia populnea* (RIZZINI, 1997) (Figura 2).

**Figura 2.** Cobertura vegetal do Bolsão Sul- Mato-grossense



Fonte: SEMADE (2015).

## 2.2 Considerações sobre as espécies do teste de progênies *Myracrodruon urundeuva*, *Astronium fraxinifolium* e *Terminalia argentea*.

A *Myracrodruon urundeuva* (F.F. & M.F. Allemão), árvore da família Anacardiaceae, nativa da América do Sul distribuída principalmente nos países como Argentina, Paraguai e Brasil. No Brasil, ocorre desde o Ceará (Caatinga) até os estados do Paraná e Mato Grosso do Sul. É mais frequente no Nordeste do País, Oeste do estado da Bahia, MG, SP e sul dos estados de MT e GO. A aroeira possui nomes diferentes em certas regiões do país, assim: urumbeva, aroeira, aroeira do sertão (CE), aroeira do campo, aroeira da serra, urindeuva, arendeuva, aroeira preta (LORENZI, 2008).

O termo *Myracrodruon* vem de *myra*, bálsamo; *urundeuva* é nome guarani *luba* = árvore). O nome comum aroeira é corrotela de arara e da terminação *eira*, significando "árvore da arara", por ser a árvore em que, de preferência, essa ave pousa e vive (RIZZINI, 1971).

Árvore caducifólia. Atinge 5 a 20 m de altura e 30 a 60 cm de DAP na Caatinga e no Cerrado, até 27 m de altura e 85 cm de DAP na Região do Chaco ou mesmo até 30 m de altura nas florestas pluviais e 100 cm de DAP

(CARVALHO, 2003). Tronco geralmente curto e tortuoso na Caatinga, mas na floresta pluvial, apresenta fuste com até 12 m de comprimento.

A casca externa é de coloração castanho-escuro, áspera, suberosa, sulcada, subdividida em placas escamiformes aproximadamente retangulares nas árvores adultas; nas árvores jovens, a casca é lisa, cinzenta e coberta de lenticelas. A casca interna é avermelhada com espessura de até 15 mm, copa irregular, com folhas compostas, imparipinadas, de inserção alterna, com 5 a 7 pares de folíolos opostos, ovados, com até 5 cm de comprimento e 3 cm de largura.

*Astronium fraxinifolium* Schott ex Spreng, espécie da família Anacardiaceae (é amplamente distribuído nos Cerrados do Brasil Central (Minas Gerais, Goiás, Mato Grosso) e da Amazônia (Pará), geralmente sobre solos de boa fertilidade, e nos países como Argentina e Paraguai e outros.

De acordo com a sua região de ocorrência pode ser denominado de gonçalo-alves no Nordeste e em outras regiões como Pará, Chibatã (SP), Arantanha, Aroeira do Campo, Ubatã, Guarabú, Aroeira Vermelha (SP), Sete Casca (PE), Gomável, Jequirá (AM), Pau-Gonçalves (AM) (LORENZI, 2008).

A *Terminalia argentea* Mart., árvore da família Combretaceae espécie distribuída naturalmente nos estados de Minas Gerais, Goiás, Mato Grosso do Sul, Maranhão e São Paulo; nos cerradões de solo arenoso e na floresta latifoliada semidecidual da bacia do Paraná. Seu nome comum, em todos os estados de ocorrências é capitão ou capitão do campo (LORENZI, 2008).

A espécie floresce durante os meses de junho-setembro com a planta totalmente despida de sua folhagem. Os frutos da florada do ano anterior amadurecem quase que simultaneamente com o florescimento, e permanecem na árvore por mais algum tempo.

A árvore tem potencial melífero, os frutos secos são usados no artesanato regional, a madeira de boa resistência natural tem uso regional, a casca é usada em curtumes, na medicina popular é usada como purgativa, para afitas, tumores, para tosse e também como cicatrizantes.

### **2.3 Variabilidade genética em populações naturais**

O estudo genético de populações tem como um dos seus principais objetivos a descrição de sua estrutura genética e quantidade de variação

existente. A forma e quantificação da variação genética são fundamentais para que haja evolução, uma vez que a seleção natural atua entre as variantes que ocorrem dentro das populações em função da adaptação ao ambiente, convergindo para a variação entre populações e, finalmente, para a variação entre espécies (TORGGLER et al., 1995).

A diversidade genética ou variabilidade, devida a diferenças nos alelos pode ocorrer nos seguintes níveis: a) de espécies dentro de ecossistemas, b) de populações dentro de espécies c) de indivíduos dentro de populações da espécie (KAGEYAMA, 1987).

A caracterização da variabilidade genética dentro de populações pode ser efetuada a partir de medidas de diversidade genética intrapopulacional, que poderão ser estimadas a partir de dados de marcadores genéticos.

Geneticamente, uma população não é apenas um grupo de indivíduos, mas um grupo de indivíduos que se reproduzem e deixam descendentes e, portanto, além de conhecer a constituição genética dos indivíduos, é necessário determinar como os genes são transmitidos às próximas gerações.

Nas progênies, novos genótipos são formados a partir da combinação dos alelos transmitidos pelos gametas dos genitores e, desta forma, a constituição genética da população em relação aos alelos, que são transmitidos a cada geração, pode ser descrita pelas frequências alélicas (FALCONER; MACKAY, 1996).

O melhoramento genético florestal visa ao aumento da produtividade, adequação da matéria prima ao produto final, melhorias das condições adaptativas, tais como a capacidade de florescimento e produção de frutos e sementes, resistências a pragas e doenças e, principalmente a manutenção da variabilidade genética (PIGATO; LOPES, 2001).

Vários são os métodos de produção de sementes melhoradas em espécies florestais. Alguns são utilizados em florestas nativas ou povoamentos implantados. Outros estão associados a experimentos com progênies e clones (HIGA; SILVA, 2006; MORAES et al., 2006).

## 2.4 Conservação Genética

A conservação genética se baseia na manutenção da variabilidade genética entre e dentro de populações como condição essencial e insubstituível para a evolução das espécies.

A utilização de métodos “*ex-situ*” e “*in-situ*” têm contribuído muito para a conservação genética das espécies, porém estas técnicas estão longe de suprir todas as necessidades. Assim, a variabilidade genética de muitas espécies tem sido perdida por desmatamento, doenças e extrativismo indiscriminado, além de outras modificações lentas e sutis. Dessa forma, os armazenamentos tecnológicos e naturais (bancos de sementes) são técnicas relativamente seguras e econômicas contra essas perdas, assegurando valiosos Germoplasma das espécies que ocorrem risco de extinção (AGUIAR et al., 2001).

### 2.3.1 Conservação genética *in situ*

Na conservação *in situ* as espécies são deixadas em seus habitats naturais e tem como objetivo conservar o máximo possível do número de alelos e/ou a diversidade de genótipos para que a evolução ocorra de forma contínua. Isso é importante na geração de novos genes e genótipos, particularmente em resposta às mudanças ambientais e para conferir resistência a novos tipos de patógenos desenvolvidos; bem como para que a seleção ocorra de maneira contínua. O benefício dessa prática está na conservação de muito mais biodiversidade, num ecossistema inteiro, do que apenas por amostras de Germoplasma de uma espécie. Sua desvantagem está no fato de o Germoplasma não poder ser utilizado eficientemente, por não se encontrar disponível para que seja explorado rapidamente (HAYWARD; HAMILTON, 1997).

Um dos interesses da conservação *in situ* é manter a diversidade genética dentro de populações selvagens em florestas naturais ou seminaturais possuindo a grande vantagem de permitir processos genéticos tal como o fluxo gênico dentro das espécies de interesse (YOUNG et al., 2000).

Nos fragmentos florestais vêm ocorrendo com frequência perda de diversidade genética de população em nível de espécies, mudança da estrutura genética e aumento da endogamia. Estes efeitos sugestionam várias causas para preocupação em termos da realização de uma conservação *in situ*, uma vez que a variação genética limita a habilidade de espécies para responder a mudanças em relação às condições ambientais por seleção, enquanto mudanças em estrutura de Inter população podem alterar o balanço às quais respostas seletivas acontecem (YOUNG et al., 2000).

O grande desafio da conservação *in situ* de espécies arbóreas tropicais é, sem dúvida, a altíssima diversidade de espécies associada a pouca informação genética e ecológica dessas espécies. Não pode deixar de ser mencionado o Cerrado como um ecossistema de grande diversidade de espécies arbóreas, que tem sido relegado a um segundo plano nos programas de conservação nacionais, sendo que a aptidão agrícola das áreas de Cerrado tem feito com que boa parte de sua área tenha sido desmatada.

Estudos mais recentes vêm mostrando que a diversidade de plantas do Cerrado é comparável a outras áreas de florestas tropicais. Como se pode compreender, a conservação genética *in situ* adequa-se perfeitamente à situação da alta diversidade das florestas, já que seria impossível armazenar, em condições *ex situ*, as centenas de milhares de espécies de um desses ecossistemas, juntamente com a fauna associada e que interage com as mesmas (KAGEYAMA et al., 2001).

### **2.3.2 Conservação genética ex situ**

O detrimento do conhecimento tradicional somado a perda por erosão genética têm se tornado ameaças constantes nos últimos anos e muitos profissionais encontram-se preocupados com a conservação e o uso sustentável dos recursos genéticos vegetais (COSTA, 2013).

Dessa maneira se fazem necessárias pesquisas que estudem a estrutura genética populacional de espécies vegetais e graus de perturbação, os quais são fundamentais para o reconhecimento da perda genética real, fornecendo assim diretrizes para o uso racional dos recursos naturais e para que estratégias de

conservação propostas garantam a sobrevivência das espécies (LIMA et al., 2015).

A maior ameaça à diversidade biológica é a perda de habitat, sendo necessária a adoção de estratégias para a conservação das espécies (PRIMACK; RODRIGUES, 2001).

A conservação compreende a preservação, manutenção, utilização sustentável, restauração e melhoria do ambiente natural. A natureza do material envolve a duração do ciclo total, modo de reprodução, tamanho dos indivíduos e se o material é domesticado ou não. Além disso, deve-se considerar também o tempo (curto, médio e longo prazo) e o local onde será realizada a conservação (NASS et al., 2001).

A conservação genética *ex situ*, refere-se à manutenção de genes ou complexos de genes em condições artificiais, fora do seu habitat natural. Este tipo de conservação pode ser feito por meio de coleções permanentes de pólen, sementes, culturas de tecidos, ou coleções de plantas mantidas em campo, entre outros (PAIVA; VALOIS, 2001).

Além disto, permite que toda a comunidade que vem sendo conservada tenha a possibilidade de continuidade da evolução, incluindo também a coevolução entre as plantas os animais e os microrganismos (KAGEYAMA et al., 2001).

Geralmente este tipo de conservação é realizado por meio de semente, no campo ou *in vitro*, dependendo da reprodução e ecologia da espécie. Tendo por principal objetivo manter amostras representativas das populações, ou seja, manter muitos alelos e combinações gênicas suficientes para que, após caracterizadas, avaliadas e multiplicadas, possam ser utilizadas no melhoramento genético, conservação ou em pesquisas correlatas (LLEIRAS, 1992).

Aguiar et al. (2013) relataram que o sucesso de qualquer estratégia de conservação vai depender da manutenção da variabilidade genética e, para tanto, é necessário conhecê-la. Os avanços nas técnicas de biologia molecular abriram novas perspectivas para os estudos populacionais, pois as espécies podem ser analisadas na escala do DNA.

### **2.3.3 Pomares de sementes**

Uma estratégia de conservação *ex situ* de espécies nativas é o pomar de sementes, que de acordo com o Decreto 5.153 de 23 de julho de 2004, aprova o regulamento da Lei nº 10.711, de 5 de agosto de 2003, que dispõe sobre o Sistema Nacional de Sementes e Mudanças - SNSM, e dá outras providências., Capítulo XII, Artigo 146, é conceituado como:

XXIV – Pomar de Sementes – PS: plantação planejada, estabelecida com matrizes superiores, isolada, com delineamento de plantio e manejo adequado para a produção de sementes, e que se constitui de Pomar de Sementes por Mudanças – PSM, Pomar clonal de Sementes – PCS, Pomar Clonal para Produção de Sementes Híbridas – PCSH e Pomares de Sementes Testados – PSMt ou PCSt.

É em decorrência do objetivo do pomar de sementes que se escolhe a espécie florestal nativa, diante das seguintes considerações: a) espécies para fins de produção de madeira ou produtos não madeireiros; b) espécies utilizadas para a restauração ambiental ou florestal e, c) espécies ameaçadas de extinção (HIGA; DUQUE SILVA, 2006).

Existem algumas vantagens do pomar de sementes sobre as áreas naturais de coleta de sementes (extrativista), segundo Higa e Duque Silva (2006), como: as sementes que dão origem ao pomar devem obedecer a critérios de coleta para evitar a redução da variabilidade genética, garantindo melhor qualidade genética.

Outro benefício é que o pomar favorece cruzamentos entre todas as matrizes integrantes, de forma a garantir a recombinação gênica, que, por sua vez, amplia a variabilidade genética das sementes produzidas.

Na área de produção são aplicadas técnicas de manejo, como controle de pragas, indução de florescimento, técnicas para manutenção do polinizador na área e modificação da arquitetura de copa (poda), o que propicia maior produção de sementes por área. Por fim, a redução de custos com a colheita. Em populações naturais, o custo é alto para a colheita de sementes, em função do pequeno número de árvores matrizes disponíveis, e da necessidade do coletor de percorrer grandes distâncias entre uma árvore e outra. Enquanto no pomar

de sementes, as matrizes se encontram numa área relativamente pequena, onde as árvores se encontram próximas umas das outras.

A demanda por sementes de espécies nativas é crescente para várias finalidades como recuperação de áreas degradadas, recomposição de reserva legal e área de preservação permanente e sistemas produtivos como sistema convencional (homogêneo), silvipastoril ou agroflorestal (FREITAS et al., 2015). Para esses sistemas também faltam ainda informações de manejo (diâmetro mínimo de corte), intensidade de corte e ciclo de corte (SEBBENN et al., 2008; LACERDA et al., 2013), silvicultura (adubação, espaçamento) e de material genético melhorado, que proporcionam maiores ganhos na produção, tendo vista a produção integrada com ação de preservação da estrutura natural da população.

Na prática, uma das estratégias mais utilizadas para a formação de um pomar de sementes é a formação de teste de progênies, a partir da coleta de sementes em procedências pré-estabelecidas.

Assim, é possível estabelecer estudos sobre sua adaptação e produção, através das análises genéticas com o passar dos anos. Quando o teste já está estabilizado na área, faz a seleção dos melhores genótipos, e em seguida, o desbaste dos piores indivíduos, evitando a contaminação genética nas sementes produzidas (VENCOVSKY; BARRIGA, 1992).

Neste sentido, pesquisas sobre este assunto vêm sendo de interesse de muitos pesquisadores de inúmeras instituições do Brasil. Na Fazenda de Ensino, Pesquisa e Extensão da Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira/UNESP, por exemplo, possui vários testes de progênies visando a formação de pomares de sementes.

Estes plantios começaram em 1986 e foram realizados estudos com várias espécies, diversos tipos de delineamentos experimentais, e hoje os indivíduos já estão estabelecidos e os desbastes já estão sendo feitos, conforme a liberação de autorização destes cortes com instituições governamentais, para tornarem Pomares de Sementes.

Para se ter uma ideia, existem mais de 30 espécies florestais estudadas em forma de mais de 50 testes de progênies, em diferentes tipos de plantio e espaçamentos. Alguns testes acima de 10 anos de idade são: a) consorciados: *Myracrodruon urundeuva* x *Astronium fraxinifolium* x *Terminalia argentea*;

*Myracrodruon urundeuva* x *Trema micrantha* x *Peltophorum dubium* x *Syagrus romanzoffiana* x *Corimbia citriodora*; *Myracrodruon urundeuva* x *Jacaranda cuspidifolia* x *Mabaea fistulifera* x *Cordia trichotoma*; *Aspidosperma cylindrocarpon* x *Aspidosperma polyneuron* x *Inga uruguensis*; b) solteiros (homogêneos): *Astronium fraxinifolium*, *Myracrodruon urundeuva*, *Hevea brasiliensis*, *Hymenaea stigonocarpa*, *Genipa americana*, *Dipteryx alata*. Para otimizar os estudos com espaçamentos adequados para produção de sementes em junho de 2006 foram feitos 6 testes de progênies (*Myracrodruon urundeuva*, *Hymenaea stigonocarpa*, *Jacaranda cuspidifolia*, *Mabaea fistulifera*, *Inga sessilis* e *Cecropia peltata*) em forma de um delineamento sistemático tipo “leque”, conforme proposto por Nelder (1962), e reforçado por Bleasdale (1967) e Chalita (1991).

Assim, permitiu estudar vários espaçamentos em pequenas áreas. Vale ressaltar que a intervenção antrópica foi a menor possível, com tratamentos culturais como irrigação e controle de plantas daninhas, só foram realizados nos 6 primeiros meses de plantio.

A ideia central é que as espécies se adaptem às condições ambientais adversas e competição entre elas ou de outras espécies. Com esta seleção natural, já facilita o trabalho de selecionar boas matrizes para futuros desbastes e formação de Pomar de Sementes.

## **2.5 Caracteres quantitativos e parâmetros genéticos**

Com a necessidade do emprego de uma alta intensidade de seleção em curto prazo em espécies florestais, a estimativa de parâmetros genéticos surgiu como uma ferramenta muito importante para a caracterização de populações, necessárias ao estabelecimento de estratégias de melhoramento e conservação (PIRES, 1984).

A obtenção de estimativa dos parâmetros genéticos possibilita obter informações sobre a natureza da ação gênica envolvida na herança dos caracteres e fornece a base para a avaliação dos planos de melhoramento e conservação. Dessa forma, a genética quantitativa, de um modo geral, explica a

quase totalidade dos fenômenos genéticos envolvidos nos trabalhos de melhoramento (VENCOVSKY; BARRIGA, 1992).

A separação da variação genética da não genética (ambiental) é o principal estudo da genética quantitativa (FALCONER, 1981).

Dentre os parâmetros que mais interessam ao melhorista e que são objetos de estudos em teste de progênies, são as variâncias genéticas, a herdabilidade no sentido amplo e restrito, a repetibilidade, o ganho genético e as associações entre os caracteres estudados das plantas em estágio juvenil e adultos (COSTA, 1999).

Dentre estes parâmetros, destaca-se o coeficiente de herdabilidade, o qual quantifica a herança genética presente na variação fenotípica. De acordo com Vencovsky e Barriga (1992), o coeficiente de herdabilidade é um parâmetro próprio de uma população em um determinado ambiente, não sendo, portanto, propriedade de um caráter de uma espécie, podendo, dessa forma, variar em diferentes idades e ambientes; logo, suas estimativas em idades precoces servem apenas como indicativas do seu comportamento, sendo ideal sua estimativa na idade de uso.

Vários estudos têm sido realizados com espécies nativas, a fim de estimar parâmetros que irão auxiliar no conhecimento e melhoramento das mesmas. O estudo da distribuição da variação genética entre e dentro de populações de uma espécie, é de fundamental importância para delimitar as estratégias ótimas para a conservação, manejo e melhoramento de organismos (SEBBENN et al., 1999).

Resende e Higa (1994), colocaram que a predição de valores genéticos exige a previa ou simultânea estimativa dos componentes de variância e de parâmetros genéticos, a qual pode ser realizada pelo método de quadrados mínimos para situações de dados balanceados ou pelo método da máxima verossimilhança restrita (REML) para a situação de dados desbalanceados, dentre outros.

Atualmente, segundo Missio et al. (2004), a metodologia REML para estimativas de parâmetros genéticos vem sendo utilizada com sucesso em várias espécies florestais e perenes. O conhecimento acerca dos parâmetros genéticos de uma determinada espécie nativa proporciona inúmeras contribuições para o aprimoramento de estratégias de conservação *in situ* e *ex situ* (BATISTA et al., 2012).

## 2.6 Densidade básica da madeira

A recomposição florestal de áreas naturais além de beneficiar o meio ambiente, com melhor qualidade ambiental e conservando a biodiversidade genética, é capaz de gerar renda para o proprietário, com projetos incentivados pelo governo como a produção de água, e pela produção de madeira.

Importante matéria prima para indústria, e com vários aspectos em função da sua utilidade faz da madeira um dos produtos mais importantes do setor florestal. Sendo este, um ponto desfavorável associado a utilização de madeiras nobres de exploração depredatória e ilegal (DIAS JÚNIOR et al., 2014).

A qualidade da madeira depende de um parâmetro que avalia suas características, por conseguinte a densidade básica é uma variável complexa, resultante da associação de vários fatores como espessura da parede celular, dimensão das fibras, volume dos vasos e parênquimas, arranjo dos elementos anatômicos e proporção entre madeira do cerne e alburno (FOELKEL et al. 1971).

Definida como um biopolímero tridimensional, a madeira é composta por celulose, hemiceluloses e lignina, e uma menor quantidade de extrativos e materiais inorgânicos, tendo a água como substância química mais abundante numa árvore viva (ROWELL et al., 2005).

As análises químicas dos elementos constituintes da massa seca da madeira, independente das características genéticas ou da idade, são de aproximadamente 50% carbono, 6% hidrogênio e 44% oxigênio (PENEDO, 1980).

A densidade da madeira é uma propriedade física que afeta outras propriedades, portanto Chimello (1980), relata que a madeira de maior densidade corresponde, em geral, a uma maior resistência mecânica e alto valor energético, isso, porque a densidade está diretamente relacionada à quantidade de celulose que a constitui. Segundo Vale et al. (1999) a densidade da madeira reflete a quantidade de matéria lenhosa por unidade de volume, sendo assim um excelente indicador das propriedades da madeira.

A densidade é uma das propriedades da madeira que pode variar de 0,13 a 1,40 g cm<sup>-3</sup> (BURGER; RICHTER, 1991). Sendo semelhantes os valores da densidade da madeira estudada (entre 0,70 a 0,80 g cm<sup>-3</sup>) (DURIGAN e NOGUEIRA, 1990), Dias Júnior et al. (2014) em *Tabebuia alba* (ipê amarelo) (1,18 g cm<sup>-3</sup>), *Andira anthelmia* (angelim) (0,76 g cm<sup>-3</sup>), *Anila firmula* (canela) (0,75 g cm<sup>-3</sup>), *Cedrela fissilis* (cedro) (0,37 g cm<sup>-3</sup>) e *Astronium lecointein* (muiracatiara) (0,98 g cm<sup>-3</sup>).

Estudos em biomas brasileiros, o cerrado e a caatinga por Machado Neto et al. (2015) observaram que as espécies estudadas no primeiro bioma obtiveram DBM menor que 0,70 g cm<sup>-3</sup>, e o segundo com as seguintes espécies apresentou valores de DBM superiores. É considerável que neste caso, exista diferenças entre o clima, solo, relevo, idade dos indivíduos, pois as árvores mais velhas apresentam valores médios maiores para comprimento de fibras, diâmetro de lúmen e espessura de parede celular.

A determinação da densidade básica da madeira é um dos principais ensaios realizados como um caráter para avaliação da qualidade da Madeira, tornando-se uma das propriedades físicas mais importantes, pois dela depende a maior parte das demais propriedades. Dessa forma, ela fornece muitas informações sobre as características desse material, servindo na prática como referência para usos diversos da madeira, porém não deve ser considerada como um índice isolado de qualidade (MATTOS et. al., 2011).

## **2.7 Biomassa e sequestro de carbono**

A ação antrópica, na atualidade, provoca mudanças climáticas, que por sua vez são geradoras de Gases do Efeito Estufa (GEEs), que causam impactos mais negativos do que positivos, sendo a causa de extinção de espécies, destacando-se o risco de vulnerabilidade de populações mais expostas às mudanças do clima (IPCC, 2014).

O uso da terra para agricultura, queima de combustíveis fósseis e desmatamento aumentaram em 42% a concentração de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) na atmosfera, desde a Revolução Industrial (TANHUA et al., 2015). Neste cenário, a ONU realizou junto aos países várias Conferências, em 1997 a

Convenção do Clima, que resultou o Protocolo de Kyoto, o qual estipulou prazos e metas para a redução das emissões de GEEs por países industrializados, e desenvolveu o Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL), o qual trata sobre o sequestro florestal de carbono.

Esta é uma estratégia que permite que países desenvolvidos financiem projetos de redução de emissões ou sequestro de carbono em países em desenvolvimento, como forma de cumprir seus compromissos e, ao mesmo tempo contribuir com o desenvolvimento sustentável de países emergentes (JACOVINE et al., 2006).

Outra conferência aconteceu no ano de 2015, a COP 21 - Conferência das Partes (Conferência das Partes da Convenção Quadro da ONU sobre o Clima), sendo um dos principais objetivos criar um novo acordo entre os países para diminuir a emissão de gases de efeito estufa diminuindo o aquecimento global e em consequência limitar o aumento da temperatura global.

O sequestro de carbono é uma forma viável na captura de CO<sub>2</sub> no controle da emissão de gases do efeito estufa e na redução dos efeitos do aquecimento global (ADUAN et al., 2003).

Uma das formas mais eficientes de fixar o excesso de CO<sub>2</sub> é a plantação de florestas de crescimento rápido. O carbono é utilizado para formar a parte lenhosa e quanto mais rápida o crescimento, maior a absorção de CO<sub>2</sub>.

A fotossíntese é a principal via de ingresso de carbono no ecossistema. A taxa de fotossíntese de uma área de Cerrado é determinada pela área foliar, pela sua proporção gramíneas/arbóreas e pelo status fisiológico da comunidade vegetal que pode ser influenciado por todos os fatores que interferem na fotossíntese na escala da planta individual (disponibilidade de água e nutrientes, radiação, dentre outros) (ADUAN et al., 2003).

As espécies florestais distinguem-se das demais espécies vegetais por possuírem a capacidade de fixar carbono por anos ou décadas e armazená-lo na forma de madeira (LITTON et al., 2007).

Nas plantas o carbono entra e sai por difusão, na forma de CO<sub>2</sub>, por meio dos estômatos presentes na epiderme das folhas. Entrando, o CO<sub>2</sub> vai servir como matéria-prima de compostos orgânicos, durante a fotossíntese. Na qual, o CO<sub>2</sub> é um dos produtos finais da respiração (MARTINS,2004).

A concentração atmosférica de CO<sub>2</sub> tem influência direta sobre a fisiologia das plantas por ser a fonte primária de carbono para a fotossíntese, o que a torna um fator limitante para esse processo.

Portanto, o incremento de (CO<sub>2</sub>) irá estimular a taxa fotossintética das plantas com aumento na produção de açúcares e conseqüentemente, maior produção de biomassa em plantas e ecossistemas (MARTINEZ et al., 2015).

O termo biomassa, para Caldeira (2003), representa a matéria orgânica armazenada em um determinado ecossistema, pois especifica o valor numérico dos componentes presentes, além de ser fundamental nos estudos de ciclagem de nutrientes, conversão de energia, absorção e armazenamento de energia solar e também possibilita tirar conclusões para uma exploração racional dos ecossistemas.

A quantificação de biomassa florestal divide-se em métodos diretos que implicam em determinações onde as árvores são cortadas e todos os componentes pesados, e métodos indiretos onde são feitas estimativas utilizando dados de sensoriamento remoto, inventário florestal e de modelagem.

Estas últimas podem ser realizadas por meio de relações empíricas entre a biomassa e outras variáveis e por meio da derivação do volume comercial (VIEIRA, 2011).

Em vegetação de cerrado *sensu stricto*, o rendimento de madeira dos galhos (copas) corresponde a cerca de 35% do rendimento dos troncos. Em matas ciliares do Centro-Oeste, o rendimento de madeira dos galhos (copas) corresponde a cerca de 18% da madeira do fuste.

Diante desses resultados recomenda-se que em inventário florestal deve se incluir também a madeira dos galhos, tendo em vista que a madeira da copa não sendo aproveitada nas serrarias, pode ser utilizada na produção de carvão, aglomerado e MDF. Além disso, no caso de aplicação de multas por ação predatória, os cálculos devem incluir a madeira dos troncos e a madeira das copas.

A quantificação da biomassa fornece informações sobre a magnitude, qualidade e distribuição dos produtos da floresta que não se encontram nos tradicionais mapas dos ecossistemas. Seu conhecimento também é importante do ponto de vista ecológico, porque permite estabelecer a produção real de um sítio florestal além de permitir conhecer o crescimento, a produtividade e o ciclo

dos nutrientes nos ecossistemas florestais, tanto naturais como implantados (CALDEIRA, 2003).

Os estudos de biomassa florestal são feitos com objetivos diversos, dentre os quais destacam-se a quantificação da ciclagem de nutrientes, a quantificação para fins energéticos e como base de informação para estudos de sequestro de carbono (SILVEIRA et al., 2008).

O dióxido de carbono fixado na biomassa é liberado para a atmosfera pelo processo de decomposição, sendo que a velocidade de liberação depende de fatores externos, como temperatura e umidade, e da relação C/N de cada componente da biomassa. Quanto menor for a relação C/N mais rápida é a liberação de CO<sub>2</sub>. Sobre isso, Araújo et al. (1999) quantificaram a emissão de cerca de 19,1 t ha<sup>-1</sup> em uma área de floresta primária cortada e deixada para secar por quatro meses e depois queimada.

Atualmente, estima-se que apenas 5% da população mundial está situada nos países desenvolvidos e consomem o equivalente a 58% da energia mundial, enquanto que 50% da população mundial vive nos países subdesenvolvidos e consomem menos de 4% da energia mundial. Esses números refletem na emissão de CO<sub>2</sub> e permitem inferir que entre os países a maior emissão ocorre nos Estados Unidos.

## 2.8 Métodos de Regeneração

Plantio puro a pleno sol: é um sistema de plantio homogêneo que é destinado principalmente, a espécies pioneiras como monjoleiro (*Acácia polyphylla*), como pasto apícola e produção de energia.

Plantio misto a pleno sol: por motivos ecológicos, plantios mistos também são fundamentais para produção de espécies nativas de madeiras valiosas. A implantação de sistemas de plantios mistos reproduz a complexidade de interações, evitando a homogeneidade ambiental que pode levar ao ataque de pragas e doenças.

Geralmente, o plantio heterogêneo- com essências nativas vem sendo desenvolvidos a partir de três linhas básicas: 1- Plantio aleatório de espécies não selecionadas. 2- Seleção de espécies e distribuição no campo (segundo

características ecofisiológicas de forma florestal original). 3- Seleção de espécies e plantio, de acordo com o estágio de sucessão.

Entre os principais motivos que justificam plantios mistos, devem ser mencionados: Em plantios puros, o perigo de perdas é maior, na eventualidade de qualquer praga ou doença.

Em consorciação, é maior a variedade de produtos: algumas espécies não se beneficiam em ganhos dendrométricos de madeira expressiva. Contudo, a consorciação concorre para melhoria na forma.

Os plantios mistos para recuperação ambiental começaram a ser delineados há 20 anos, e hoje são bastante factíveis, o que responde às dúvidas sobre a viabilidade silvicultural dos plantios mistos para a produção de madeira. Os plantios para recuperação ambiental ocorrem principalmente devido à obrigação legal, os plantios mistos de produção madeireira seriam atividade econômica voluntária (CARPANEZZI, 1996).

## **2.9 Diâmetro de copa**

A fonte de energia de uma árvore é a luz do sol, que é transformada pelo processo de fotossíntese em energia química, e a copa é o órgão responsável por esse processo, por isso as variáveis como superfície, diâmetro e comprimento da copa estão diretamente relacionadas com o crescimento e a produção de uma árvore.

Essas variáveis são modificadas pela concorrência; a luz e o vento são os principais fatores responsáveis por essas modificações; quanto mais denso o povoamento, menos luz atinge as camadas mais baixas do dossel, o que faz com que os galhos nessas posições morram (Nuto, 2001).

Segundo Wadsworth (2000), a produtividade por unidade de área relaciona-se com a forma da copa. Copas de vários níveis, com um tronco central, produzem mais por unidade de área do que copas amplas, hemisféricas, com muitos galhos e um só nível.

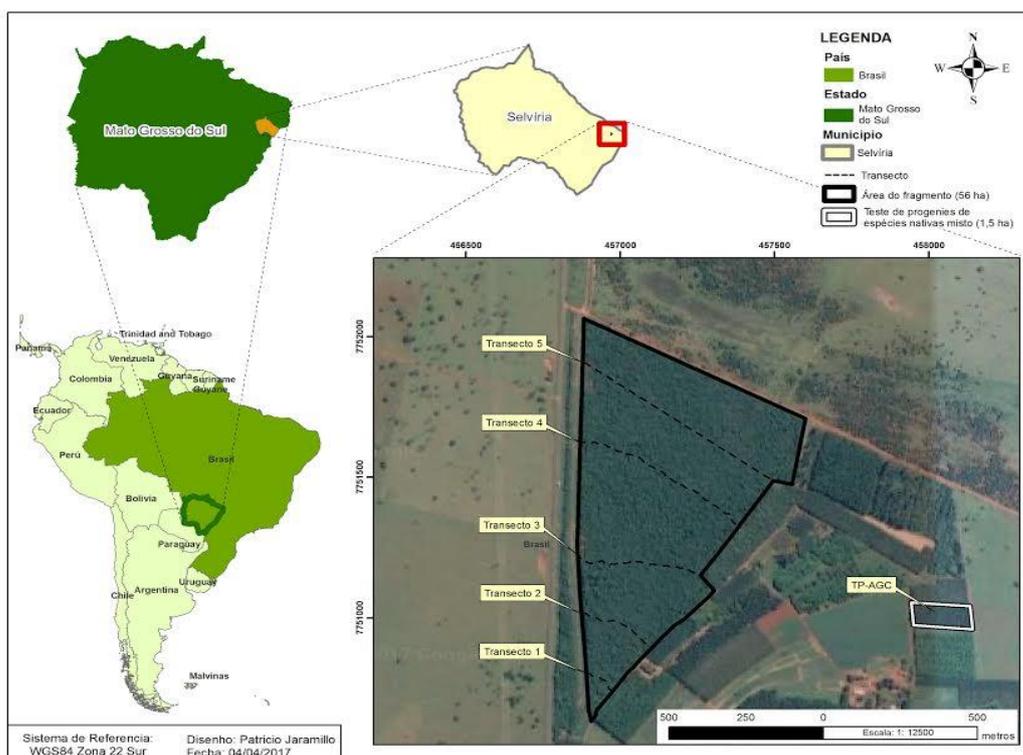
### 3 MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1 Material

O estudo foi realizado em duas áreas (fragmento florestal e teste de progênies), pertencentes a Fazenda de Ensino, Pesquisa e Extensão (FEPE), da Faculdade de Engenharia, Campus de Ilha Solteira (FEIS/UNESP), no município de Selvíria-MS (Figura 3). A área de estudo passou por significativas perturbações antrópicas, dentre essas destaca-se a exploração seletiva de árvores com importância econômica, no final da década de 1960, e na atualidade é uma paisagem formada por Cerrado *stricto sensu* (CALGARO et al., 2015).

De acordo com a classificação climática de Köppen, o clima é caracterizado como Aw, subtropical úmido, com inverno seco e ameno, e verão quente e chuvoso (ROLIM et al., 2007). Temperatura média anual de 22,4°C e a precipitação média anual registrada foi de 1354 mm (DAMIÃO et al., 2010). O solo é classificado segundo o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos como Latossolo Vermelho Distrófico (SANTOS et al., 2013). Os principais usos do solo da fazenda são pecuária extensiva, culturas agrícolas e plantações florestais.

**Figura 3.** Localização geográfica do fragmento florestal e do teste de progênies na FEPE/FEIS/UNESP), no município de Selvíria-MS.



Fonte: Autoria própria.

## 3.2 Métodos

### 3.2.1 Fragmento florestal

A área de estudo é um fragmento florestal remanescente de Cerrado (56 ha - 20° 20' 7,87" S e 51° 24' 38,56" W, altitude em torno de 328 m), onde para a análise fitossociológica e de distribuição de espécies, os dados foram coletados por meio da amostragem sistemática (transectos) em um único estágio, perfazendo uma amostra equivalente a 0,89 hectare (cinco transectos) (Figura 3 e Figura 1A, do Apêndice), com a finalidade de transformar o fragmento florestal em uma área de coleta de sementes (ACS). Todos os indivíduos amostrados (porte arbóreo, com diâmetro a altura do peito (DAP) superior ou igual a 10 cm) foram mensurados e georreferenciados, além disso, fez-se a identificação botânica de cada indivíduo. As espécies registradas no remanescente de vegetação natural foram identificadas *in loco* e por meio de literatura especializada. A identificação da nomenclatura botânica foi realizada com base nos trabalhos de: Silva-Junior (2005), Carvalho (2008; 2010; 2014), Lista de Espécies da Flora do Brasil (JBRJ, 2017) e o sistema do Angiosperm Phylogeny Group (APG IV, 2016).

#### 3.2.1.1 Parâmetros fitossociológicos

Os dados de campo, foram processados e analisados por meio do cálculo da frequência (FA), da densidade (DA, DR) e dominância (DoA, DoR) absolutas e relativas, bem como o índice de valor de importância (IVI) (Mueller-Dombois e Ellenberg 1974), conforme as equações de 1 a 8.

$$FA_i = [u_i / u_t] \quad \text{Equação (1)}$$

$$FR_i = \left[ \frac{FA_i}{\sum_{i=1}^P FA_i} \right] \cdot 100 \quad \text{Equação (2)}$$

em que:  $FA_i$ = frequência absoluta da  $i$ -ésima espécie na comunidade vegetal;  $FR_i$ = frequência relativa da  $i$ -ésima espécie na comunidade vegetal;  $u_i$ = número de unidades amostrais em que a  $i$ -ésima espécie ocorre;  $u_t$ = número total de unidades amostrais;  $P$ = número de espécies amostradas.

$$Da_i = (n_i / A) \quad \text{Equação (3)}$$

$$DR_i = (DA_i / DT) \cdot 100 \quad \text{Equação (4)}$$

em que: **DA<sub>i</sub>**= densidade absoluta da i-ésima espécie, em número de indivíduos por hectare; **n<sub>i</sub>**= número de indivíduos da i-ésima espécie na amostragem; **DT**=número total de indivíduos amostrados; **A**= área total amostrada, em hectare; **DR<sub>i</sub>**= densidade relativa (%) da i-ésima espécie.

$$AB = \pi \cdot DAP^2 / 4 \quad \text{Equação (5)}$$

$$DoA_i = AB_i / A \quad \text{Equação (6)}$$

$$DoR_i = (DoA_i / DoT) \cdot 100 \quad \text{Equação (7)}$$

em que: **AB**= área basal; **DAP**: diâmetro a altura do peito, em m; **DoA<sub>i</sub>**= dominância absoluta da i-ésima espécie, em m<sup>2</sup>/ha; **AB<sub>i</sub>**= área basal da i-ésima espécie, em m<sup>2</sup>, na área amostrada; **A**= área amostrada, em hectare; **DoR<sub>i</sub>**= dominância relativa (%) da i-ésima espécie; **DoT**: dominância absoluta de todas as espécies, em m<sup>2</sup>/ha.

$$IVI_i = DR_i + DoR_i + FR_i \quad \text{Equação (8)}$$

em que: **IVI<sub>i</sub>**= Índice de Valor de Importância; **DR<sub>i</sub>**= densidade relativa (%) da i-ésima espécie; **DoR<sub>i</sub>**= dominância relativa (%) da i-ésima espécie; **FR<sub>i</sub>**= frequência relativa da i-ésima espécie na comunidade vegetal.

O número de espécies (**S**) é uma variável importante, pois a partir dela é que se conhece a diversidade da floresta, para isso foi estimado o índice de Shannon-Wiener (**H'**), conforme a equação 9 (LUDWIG e REYNOLDS, 1988). Quanto menor o valor do H', a diversidade da amostra é baixa, ou seja, a diversidade tende a ser mais alta quanto maior o valor.

$$H' = \sum_{i=1}^s (p_i \cdot \ln p_i) \quad \text{Equação (9)}$$

em que: **p<sub>i</sub>**= abundância relativa (proporção) da espécie i na amostra (**n<sub>i</sub>** = número de indivíduos da espécie i / **N**= Número de indivíduos total da amostra), **ln**= logaritmo natural.

Foram selecionadas as dez espécies de maior IVI como potenciais para coleta de sementes com qualidade genética desejável, ou seja, com tamanho efetivo (**Ne**) adequado. Nessas espécies foi avaliado o Índice de Dispersão de Morisita (**ID**), que é um dos métodos mais utilizados para a avaliação do padrão de distribuição espacial (agregada, aleatória ou regular) de indivíduos de espécies arbóreas, além de geradas as distribuições diamétricas. O número de

classes (**nc**) de diâmetro foi definido pela fórmula de Sturges (MACHADO e FIGUEIREDO, 2003), conforme as equações 10 e 11.

$$ID = N \left[ \frac{\sum x^2 - \frac{(\sum x)^2}{n}}{n} \right] \quad \text{Equação (10)}$$

$$nc = 1 + 3,322 (\log_{10} n) \quad w = R/nc \quad \text{Equação (11)}$$

em que: **nc**= número de classes, **n**= valores das observações, **w**= Tamanho de cada intervalo, **R**= diferença entre o maior e menor valor.

### 3.2.1.2 Desempenho das espécies em DAP

Para determinar as espécies que tem potencial para aumento ou diminuição do DAP médio do fragmento florestal, foi utilizado o procedimento REML/BLUP (máxima verossimilhança restrita/melhor predição linear não viciada), empregando-se o *software* SELEGEN (RESENDE, 2007a).

Para análise individual do DAP das árvores, utilizou-se a metodologia do modelo linear misto (aditivo univariado) – REML/BLUP do modelo 93, o delineamento utilizado foi blocos casualizados, 60 tratamentos (espécies), e cinco repetições (transectos), seguindo a equação 12, proposta por Resende (2002, 2007b):

$$y = Xr + Za + Wp + e \quad \text{Equação (12)}$$

em que: **y** é o vetor de dados; **r** é o vetor dos efeitos de estratos ou repetições (fixo) somados a média geral; **a** é o vetor dos efeitos genéticos aditivos individuais (aleatório); **p** é o vetor dos efeitos de parcelas (aleatório) e **e** é o vetor de erros (aleatórios). As letras maiúsculas representam as matrizes de incidência para referidos efeitos.

### 3.2.1.3 Árvores matrizes para coleta de sementes

O número de árvores matrizes ( $\hat{m}$ ) para a coleta de sementes foi estimado, assumindo que o objetivo é reter na amostra total o tamanho efetivo de referência ( $N_{e(\text{referência})}$ ) de 150, conforme a equação 13 (SEBBENN, 2006).

$$\hat{m} = N_{e(\text{referência } v)} / N_{e(v)} \quad \text{Equação (13)}$$

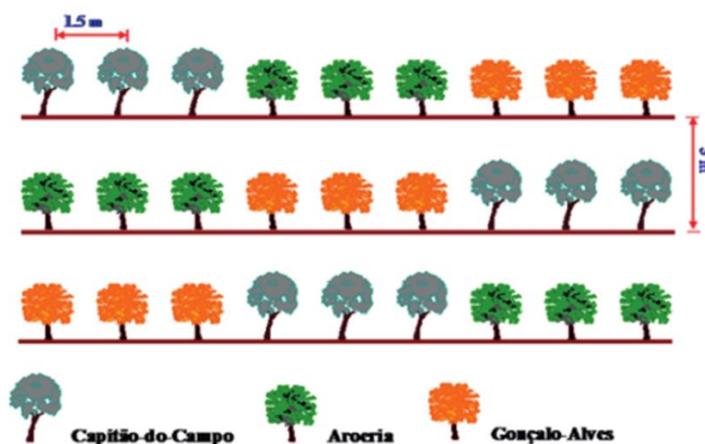
O tamanho efetivo de variância ( $Ne_{(v)}$ ), para cada uma das espécies, foi obtido na literatura. Quando não se encontrava para a espécie em questão foi utilizado o da espécie mais próxima. Os procedimentos estatísticos, para cada questão em estudo, foram realizados utilizando o *software* R (R CORE TEAM, 2016).

### 3.2.2 Testes de progênies de espécies nativas misto

Sementes de 28 árvores de polinização livre em populações naturais de *Myracrodruon urundeuva*, *Astronium fraxinifolium* e *Terminalia argentea* foram coletadas na região de Selvíria-MS, para constituir a coleção de germoplasma na forma de teste de progênies misto. O teste de progênies (TP-AGC) foi instalado em 12 julho de 1994 (latitude 20° 19' S, e longitude 51° 26' W, altitude média de 372 metros sobre nível do mar) (Figura 3).

O delineamento experimental utilizado foi blocos casualizados, com 28 tratamentos (progênies) e quatro repetições para cada uma das espécies estudadas. As parcelas instaladas no experimento obedeceram a uma disposição linear, alternando-se as espécies a cada 10 plantas por parcela, ficando as plantas da linha com um espaçamento de 3,0 x 1,5 m (Figura 4). Formou-se assim, um teste de progênies, numa área de 1,446 hectares (Figura 2A, do Apêndice).

**Figura 4.** Esquema das disposições das árvores no teste de progênies misto com as espécies *Myracrodruon urundeuva* (Aroeira), *Astronium fraxinifolium* (Gonçalo Alves) e *Terminalia argentea* (Capitão do Campo).



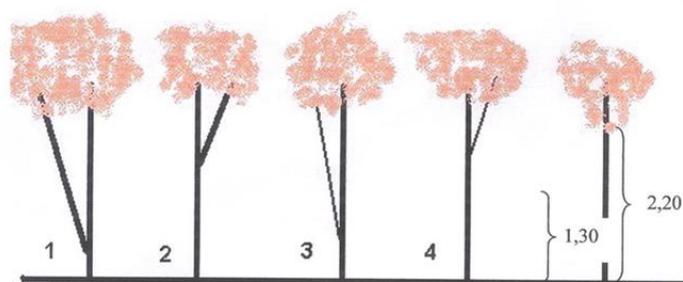
Fonte: Moraes et al. (2006).

Os caracteres quantitativos avaliados no teste de progênies, no ano de 2016 (aos 22 anos), foram: altura total (ALT- m); diâmetro a altura do peito (DAP - cm); diâmetro médio de copa (DMC - m),  $DMC = (L1+L2)/2$ , em que  $L1$ : leitura do diâmetro da projeção da copa na linha e  $L2$ : leitura do diâmetro da projeção da copa na entrelinha; e sobrevivência (SOB - %).

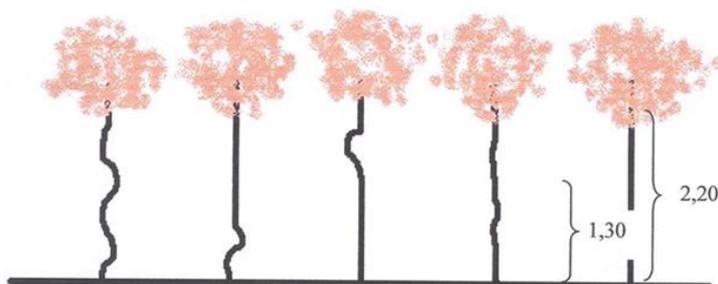
Com o intuito de disponibilizar sementes de qualidade genética para reflorestamento, a seleção foi realizada dentro de cada uma das progênies/espécie, selecionando os indivíduos com menor desempenho no caráter DAP e forma do fuste (Figura 5), sendo assim a seleção com intensidade de 40% (levando em conta a sobrevivência). Dessa forma, foi possível avaliar os caracteres considerando população total de indivíduos em cada parcela (POP-10), dos seis indivíduos remanescentes (POP-6) e dos quatro indivíduos que foram desbastadas (POP-4).

**Figura 5.** Escala de atribuição de notas para forma do fuste até 2,20m em *Myracrodruon urundeuva*, *Astronium fraxinifolium* e *Terminalia argentea*.

- 1: Bifurcação abaixo de 1,30 m com diâmetro igual ao fuste principal.
- 2: Bifurcação acima de 1,30 m com diâmetro igual ao fuste principal.
- 3: Bifurcação abaixo de 1,30 m com diâmetro inferior ao fuste principal.
- 4: Bifurcação acima de 1,30 m com diâmetro inferior ao fuste principal.
- 5: Sem bifurcação.



- 1: Tortuosidade acentuada em toda a extensão.
- 2: Tortuosidade acentuada abaixo de 1,30 m.
- 3: Tortuosidade acentuada acima de 1,30 m.
- 4: Leve tortuosidade em toda a extensão.
- 5: Sem tortuosidade.



Fonte: Cambuim (2013)

Em cada uma das árvores abatidas, foi determinada a massa verde da copa, folha e fuste. Uma amostra correspondente a 10% dessa massa verde de cada uma dessas partes da planta foi colocada em estufa de circulação forçada de ar, a 65°C para a obtenção da massa seca e conseqüentemente a biomassa de cada uma delas.

Para a determinação da densidade básica da madeira (DBM) foi utilizado o método de Foelkel et al. (1971), onde foram retirados discos do fuste (base, DAP, metade da árvore e altura comercial (com até 3 cm de diâmetro)) e alocados em tanques de água para saturarem, ficando submersos, sendo possível avaliar a massa imersa ( $P_i$ ) com uma balança hidrostática. Em seguida, removeu-se o excesso da água dos discos, para se determinar a massa úmida ( $P_u$ ). Logo após os discos foram colocados em estufa a  $103 \pm 2^\circ\text{C}$ , para a determinação da massa seca ( $P_s$ ). Dessa forma, a DBM foi obtida pela equação 14:

$$\text{DBM} = P_s / (P_u - P_i) \quad \text{Equação (14)}$$

em que: **DBM**: densidade básica da madeira ( $\text{g cm}^{-3}$ );  **$P_s$** : massa da madeira (g) a 0% de umidade;  **$P_u$** : massa de madeira (g) úmida (saturada) e  **$P_i$** : massa da madeira (g) imersa.

### 3.2.2.1 *Estimativas de componentes de variância e parâmetros genéticos*

#### i). Análise Univariada

As estimativas de componentes de variância e parâmetros genéticos foram obtidas pelo método REML/BLUP (máxima verossimilhança restrita/melhor predição linear não viciada), por meio do modelo 93, empregando-se o *software* genético-estatístico SELEGEN-REML/BLUP, desenvolvido por Resende (2007a).

Em cada uma das populações (Pop-10; Pop-6; Pop-4) as variáveis quantitativas foram analisadas pela metodologia do modelo linear misto (aditivo univariado) – REML/BLUP, aplicado aos testes de progênies de polinização aberta (assumindo progênies de meios-irmãos), delineamento em blocos ao acaso, várias plantas por parcela, seguindo o procedimento (equação 15) proposto por Resende (2002 e 2007b).

$$\mathbf{y} = \mathbf{Xr} + \mathbf{Za} + \mathbf{Wp} + \mathbf{e} \quad \text{Equação (15)}$$

em que:  **$\mathbf{y}$**  é o vetor de dados,  **$\mathbf{r}$**  é o vetor dos efeitos de repetições (assumidos

como fixos) somados a média geral,  $\mathbf{a}$  é o vetor dos efeitos genéticos aditivos individuais (assumidos como aleatórios),  $\mathbf{p}$  é o vetor dos efeitos de parcelas (aleatórios),  $\mathbf{e}$  é o vetor de erros ou resíduos (aleatórios). As letras maiúsculas representam as matrizes de incidência para referidos efeitos.

As estimativas dos parâmetros genéticos tiveram por base conforme as equações de 16 a 28.

i) Variância genética aditiva ( $\hat{\sigma}_a^2$ ):

$$\hat{\sigma}_a^2 = [\hat{\mathbf{a}}' \mathbf{A}^{-1} \hat{\mathbf{a}} + \hat{\sigma}_e^2 \text{tr} (\mathbf{A}^{-1} \mathbf{C}^{22})] / q; \quad \text{Equação (16)}$$

ii) Variância ambiental entre parcelas ( $\hat{\sigma}_c^2$ ):

$$\hat{\sigma}_c^2 = [\hat{\mathbf{c}}' \hat{\mathbf{c}} + \hat{\sigma}_e^2 \text{tr} \mathbf{C}^{33}] / s_1 \quad \text{Equação (17)}$$

iii) Variância residual (ambiental + não aditiva) ( $\hat{\sigma}_e^2$ ):

$$\hat{\sigma}_e^2 = [y' y - \hat{\mathbf{r}}' \mathbf{X}' y - \hat{\mathbf{a}}' \mathbf{Z}' y - \hat{\mathbf{c}}' \mathbf{W}' y] / [N - r(x)] \quad \text{Equação (18)}$$

em que:  $\mathbf{C}^{22}$  e  $\mathbf{C}^{33}$  vem da inversa de  $\mathbf{C}$ ;  $\mathbf{C}$ : matriz dos coeficientes das equações de modelo misto;  $\text{tr}$ : operador traço matricial;  $r(x)$ : posto da matriz  $\mathbf{X}$ ;  $N$ ,  $q$ ,  $s$ : números de dados, de indivíduos e de parcelas, respectivamente.

iv) Variância fenotípica individual ( $\hat{\sigma}_f^2$ ):

$$\hat{\sigma}_f^2 = \hat{\sigma}_a^2 + \hat{\sigma}_c^2 + \hat{\sigma}_e^2 \quad \text{Equação (19)}$$

v) Herdabilidade individual no sentido restrito, ou seja, dos efeitos aditivos:

$$\hat{h}_a^2 = \frac{\hat{\sigma}_a^2}{\hat{\sigma}_f^2} \quad \text{Equação (20)}$$

vi) Herdabilidade da média de progênies:

$$\hat{h}_m^2 = \frac{(1/4) \cdot \hat{\sigma}_a^2}{(1/4) \cdot \hat{\sigma}_a^2 + \frac{\hat{\sigma}_c^2}{r} + \frac{(0,75 \cdot \hat{\sigma}_a^2 + \hat{\sigma}_e^2)}{n \cdot r}} \quad \text{Equação (21)}$$

em que:  $n$  é o número de plantas por parcela; e  $r$  o número de repetições.

vii) Herdabilidade aditiva dentro de parcela:

$$\hat{h}_{ad}^2 = \frac{0,75 \cdot \hat{\sigma}_a^2}{0,75 \cdot \hat{\sigma}_a^2 + \hat{\sigma}_e^2} \quad \text{Equação (22)}$$

viii) Coeficiente de variação genética aditiva individual:

$$CV_{gi}(\%) = \frac{\sqrt{\hat{\sigma}_a^2}}{\hat{m}} \cdot 100 \quad \text{Equação (23)}$$

em que:  $\hat{m}$  é a média geral do caráter.

ix) Coeficiente de variação genotípica entre progênes:

$$CV_{gp}(\%) = \frac{\sqrt{0,25 \cdot \hat{\sigma}_a^2}}{\hat{m}} \cdot 100 \quad \text{Equação (24)}$$

x) Coeficiente de variação experimental:

$$CV_e(\%) = \frac{\sqrt{[(0,75 \cdot \hat{\sigma}_a^2 + \hat{\sigma}_e^2) / n] + \hat{\sigma}_c^2}}{\hat{m}} \cdot 100 \quad \text{Equação (25)}$$

xi) Coeficiente de variação relativa:

$$CV_r = \frac{CV_{gp}}{CV_e} \quad \text{Equação (26)}$$

xii) Acurácia da seleção de progênes, assumindo sobrevivência completa:

$$r_{\hat{a}a} = \sqrt{\hat{h}_m^2} \quad \text{Equação (27)}$$

xiii) Coeficiente de determinação dos efeitos de parcela ( $\hat{C}_p^2$ ):

$$\hat{C}_p^2 = \frac{\hat{\sigma}_c^2}{\hat{\sigma}_f^2} \quad \text{Equação (28)}$$

Para análise conjunta, com a finalidade de verificar a significância ou não entre as espécies, empregou-se o modelo 5 do SELEGEN, baseando-se no modelo estatístico (equação 29).

$$\mathbf{y} = \mathbf{Xr} + \mathbf{Za} + \mathbf{Wp} + \mathbf{Ts} + \mathbf{e} \quad \text{Equação (29)}$$

em que:  $\mathbf{y}$  é o vetor de dados;  $\mathbf{r}$  é o vetor dos efeitos de repetição (assumidos como fixos) somados à média geral;  $\mathbf{a}$  é o vetor dos efeitos genéticos aditivos individuais (assumidos como aleatórios);  $\mathbf{p}$  é o vetor dos efeitos de parcela (assumidos como aleatórios);  $\mathbf{s}$  é vetor dos efeitos de população ou procedência (aleatórios) e  $\mathbf{e}$  é o vetor de erros ou resíduos (aleatórios). As letras maiúsculas representam as matrizes de incidência para os referidos efeitos.

Os dados coletados das árvores para biomassa e densidade foram equacionados no excel, obtendo-se um gráfico com uma explicação da relação entre o DAP (x) e massa seca (y), resultando em uma equação de regressão, a qual se interpreta com o ajuste dos pontos próximos da reta, ou seja,  $R^2$ .

ii). Análise multivariada

Após a análise no modelo 93, procedeu-se a utilização do modelo 102, do SELEGEN para obtenção das correlações genéticas entre os caracteres, as quais tiveram sua significância avaliada pelo teste *t* de Student, de acordo com Ferreira (2009), em base as equações 30 e 31.

Correlações genéticas ( $\hat{r}_{x,y}$ ):

$$\hat{r}_{x,y} = \frac{C\hat{O}V_{a(x,y)}}{\sqrt{\hat{\sigma}_{a(x)} \cdot \hat{\sigma}_{a(y)}}} \quad \text{Equação (30)}$$

Distância generalizada de Mahalanobis (Modelo 104) ( $D^2$ ):

$$D_{ii}^2 = \delta' \psi^{-1} \delta \quad \text{Equação (31)}$$

em que:  $D_{ii}^2$  é a distância de Mahalanobis entre os genótipos *i* e *i'*;  $\psi$  é a matriz de variâncias e covariâncias residuais;  $\delta' = [d_1, d_2, \dots, d_v]$ , sendo  $d_j = Y_{ij} - Y_{i'j}$ ;  $Y_{ij}$  é a média do *i*-ésimo genótipo em relação a *j*-ésima variável (CRUZ e CARNEIRO, 2003).

As estimativas das distâncias de Mahalanobis ( $D^2$ ) permitiram agrupar as progênies, em cada uma das espécies e populações (Pop 10, Pop 6, Pop 4) pelo Método de Tocher (CRUZ et al., 2004). O método citado adota como critério de inclusão de novas progênies no grupo as seguintes expressões:

Se  $(D_{(\text{Grupo})i}^2 / \eta) \leq \alpha \Rightarrow$  inclui-se a progênie no grupo;

Se  $(D_{(\text{Grupo})i}^2 / \eta) > \alpha \Rightarrow$  a progênie “*i*” não deve ser incluída no grupo;

em que:  $\eta$  = número de progênies que constitui o grupo original;  $\alpha$  = limite de acréscimo, na média da distância intragrupo, para formação ou inclusão de um novo elemento no grupo.

iii). Sexagem, tamanho efetivo e distância entre subpopulações

A sexagem foi feita por ocasião da avaliação dos caracteres de desenvolvimento, portanto em *M. urundeuva* e *A. fraxinifolium*, foi necessário identificar os indivíduos com flores masculinas ou flores femininas. A verificação da sexagem foi realizada no período em que as árvores perdem as folhas e iniciam o florescimento. Dessa forma, a pop 10 (população de referência T) podem

ser subdivididas em subpopulação com florescimento masculino (M), florescimento feminino (F), e sem florescimento (SF).

Dessa forma, a Pop 10 (População de referência T) pode ser subdividida em uma subpopulação com florescimento masculino (M), florescimento feminino (F) e sem florescimento (SF) (Figura 6).

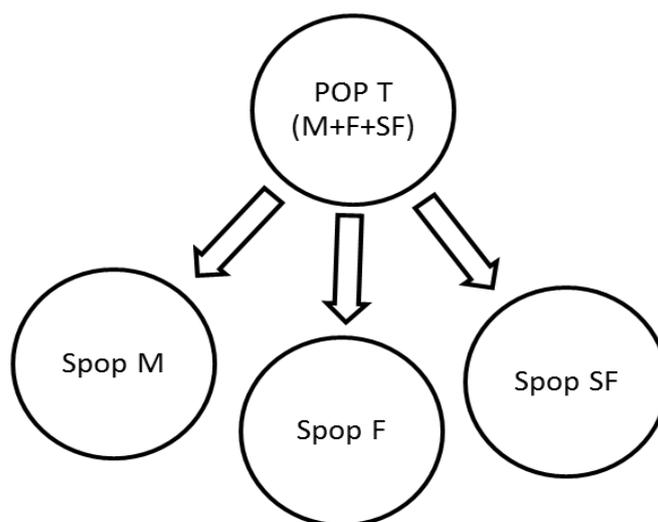
A distância entre as subpopulações (M, F e SF) foi estimada com base nas herdabilidade média de progênies ( $\hat{h}_m^2$ ), considerando que a herdabilidade é uma propriedade da população e não do caráter (FALCONER, 1981). A significância entre as distâncias foi obtida pelo teste G.

O tamanho efetivo (**Ne**) da população foi estimado de acordo com o número de indivíduos com flores masculinas e femininas na população. O Ne para *M. urundeuva* e *A. fraxinifolium* foi calculado de acordo com a equação 32:

$$\mathbf{Ne} = \frac{4 \cdot \mathbf{Nm} \cdot \mathbf{Nf}}{\mathbf{Nm} + \mathbf{Nf}} \quad \text{Equação (32)}$$

em que: **Nm** o número total de plantas com florescimento masculino e **Nf** o número total com florescimento feminino.

**Figura 6.** Distância de herdabilidade entre a população de referência (POP-T) e as subpopulações (Spop) masculina (M), feminina (F) e sem florescimento (SF) para os caracteres de crescimento e forma em *Myracrodruon urundeuva* e *Astronium fraxinifolium*.



Fonte: Autoria própria.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 Fragmento florestal

#### 4.1.1 Parâmetros fitossociológicos

O levantamento fitossociológico quantificou 1187 indivíduos correspondentes a 60 espécies distribuídas em 31 famílias e duas morfoespécies classificadas como indeterminadas (Tabela 1). As famílias de maior diversidade de espécies foram: Fabaceae, Vochysiaceae, Apocynaceae, Malpighiaceae, Malvaceae, contribuindo com 43% do total de espécies amostradas. Em estudos realizados nas áreas de reserva legal e de empréstimo, também na FEPE, Simas et al. (2013) e Calgaro et al. (2015) observaram resultados semelhantes, mesmo com diferentes formas de amostragem. As principais famílias representativas do cerrado *stricto sensu* como Leguminosae, Annonaceae, Vochysiaceae, Bombacaceae, Proteaceae, Malpighiaceae, Melastomataceae e Myrtaceae (RIZZINI, 1971), foram amostradas na área do estudo.

**Tabela 1.** Famílias, espécies arbóreas, número de indivíduos por espécie (Ind. sp<sup>-1</sup>) e diâmetros médios registrados na área amostrada do fragmento florestal (0,89 ha) em Selvíria-MS, 2017. (continua)

Família	Nome científico	Nome popular	Ind. sp <sup>-1</sup>	DAP (cm)
Anacardiaceae	<i>Astronium fraxinifolium</i> Schott.	Gonçalo Alves	64	13,0
Anacardiaceae	<i>Tapirira guianensis</i> Aubl.	Peito de Pomba	86	19,7
Annonaceae	<i>Annona crassiflora</i> Mart.	Marolo vermelho	1	15,7
Annonaceae	<i>Xylopia aromatica</i> (Lam.) Mart.	Pimenta de macaco	147	13,5
Apocynaceae	<i>Aspidosperma subincanum</i> Mart. ex A. DC.	Guatambú	6	14,6
Apocynaceae	<i>Aspidosperma tomentosum</i> Mart.	Guatambú--cerrado	2	16,8
Apocynaceae	<i>Tabernaemontana hystrix</i> Steud.	Leiteiro vermelho	2	13,4
Araliaceae	<i>Schefflera macrocarpa</i> (Cham. & Schltdl.)	Mandiocão	9	22,9
Asteraceae	<i>Piptocarpha rotundifolia</i> (Less.) Baker	Mercurinho	2	16,6
Bignoniaceae	<i>Handroanthus avellanedae</i> (Lorentz ex Griseb.)	Ipê roxo	2	11,4
Bignoniaceae	<i>Jacaranda cuspidifolia</i> Mart. ex A. DC.	Jacaranda caroba	1	24,5
Burseraceae	<i>Protium heptaphyllum</i> (Aubl.) Marchand	Almecega	22	15,3
Calophyllaceae	<i>Kielmeyera rubriflora</i> Cambess.	Roseira do campo	6	13,7
Caryocaraceae	<i>Caryocar brasiliense</i> Cambess.	Pequi	4	15,1
Combretaceae	<i>Terminalia argentea</i> Mart.	Capitão de campo	7	17,2
Combretaceae	<i>Terminalia brasiliensis</i> (Cambess. ex A. St.-Hil.)	Mirindiba	7	16,2
Dilleniaceae	<i>Curatella americana</i> L.	Lixeira	9	14,3
Erythroxylaceae	<i>Erythroxylum deciduum</i> A. St.-Hil.	Fruta de pomba	9	11,7
Euphorbiaceae	<i>Mabea fistulifera</i> Mart.	Canudo de pito	26	15,2
Fabaceae	<i>Acosmium dasycarpum</i> (Vogel) Yakovlev	Amargozinha	7	15,9
Fabaceae	<i>Andira cujabensis</i> Benth.	Angelim do cerrado	5	13,1
Fabaceae	<i>Bowdichia virgilioides</i> Kunth	Sucupira preta	9	22,8
Fabaceae	<i>Copaifera landesdorffii</i> Desf.	Copaíba	172	18,1
Fabaceae	<i>Dalbergia miscolobium</i> Benth.	Caviúna	1	18,7
Fabaceae	<i>Dimorphandra mollis</i> Benth.	Fava d'anta	5	16,0
Fabaceae	<i>Diptychandra aurantiaca</i> (Mart.) Tul.	Balsemin	114	14,6
Fabaceae	<i>Machaerium brasiliense</i> Vogel	Jacaranda-o campo	1	21,7
Fabaceae	<i>Parapiptadenia rigida</i> (Benth.) Brenan	Angico vermelho	46	20,1
Fabaceae	<i>Plathymenia reticulata</i> Benth.	Amarelinho	8	19,3
Fabaceae	<i>Platypodium elegans</i> Vogel	Jacarandazinho	1	10,4
Lauraceae	<i>Ocotea velutina</i> Mart. ex Nees	Canelinha	4	12,9

**Tabela 1** (continua). Famílias, espécies arbóreas, número de indivíduos por espécie (Ind. sp<sup>-1</sup>) e diâmetros médios registrados na área amostrada do fragmento florestal (0,89 ha) em Selvíria-MS, 2017. (conclusão)

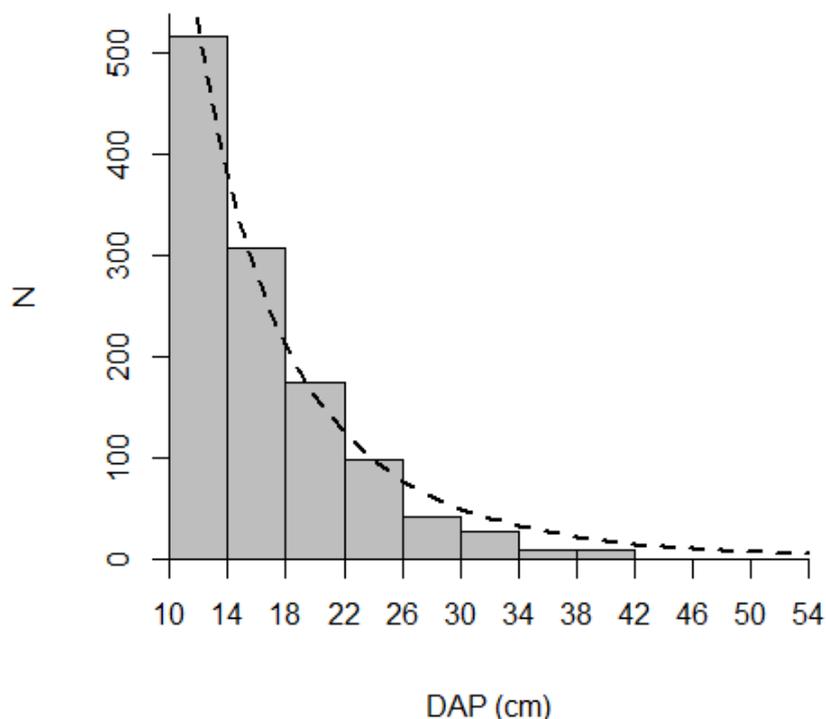
Família	Nome científico	Nome popular	Ind. sp <sup>-1</sup>	DAP (cm)
Lythraceae	<i>Lafoensia pacari</i> A. St.-Hil.	Dedaleiro	3	14,5
Malpighiaceae	<i>Byrsonima verbascifolia</i> (L.) DC.	Muricizão	2	11,9
Malpighiaceae	<i>Byrsonima coccolobifolia</i> Kunth	Murici-rosa	2	15,5
Malpighiaceae	<i>Heteropterys byrsonimifolia</i> A. Juss.	Murici-macho	28	17,5
Malvaceae	<i>Eriotheca pubescens</i> (Mart. & Zucc.)	Painera do cerrado	8	18,8
Malvaceae	<i>Luehea divaricata</i> Mart.	Açoita	1	12,4
Malvaceae	<i>Pseudobombax tomentosum</i> (Mart.)	Embiricu	2	14,5
Melastomataceae	<i>Miconia burchellii</i> Triana	Pixirica	1	19,5
Monimiaceae	<i>Siparuna guianensis</i> Aubl.	Negamina	10	12,5
Moraceae	<i>Brosimum gaudichaudii</i> Trécul	Mama-cadela	1	12,0
Moraceae	<i>Ficus guaranitica</i> Chodat	Figueira branca	1	36,2
Myrtaceae	<i>Psidium sartorianum</i> (O. Berg) Nied.	Cambuim	6	10,7
Nyctaginaceae	<i>Neea theifera</i> Oerst.	Caparrosa	2	18,6
Opiliaceae	<i>Agonandra brasiliensis</i> Miers ex Benth.	Cerveja de pobre	2	14,9
Proteaceae	<i>Roupala montana</i> Aubl.	Carne de vaca	9	17,2
Rubiaceae	<i>Alibertia edulis</i> (Rich.) A. Rich. ex DC.	Marmelo-cachorro	7	10,5
Rubiaceae	<i>Ferdinandusa elliptica</i> (Pohl) Pohl	Brindo d'agua	1	16,3
Rutaceae	<i>Zanthoxylum riedelianum</i> Engl.	Mamica de porca	2	16,5
Sapindaceae	<i>Magonia pubescens</i> A. St.-Hil.	Tingui	3	15,7
Sapindaceae	<i>Matayba elaeagnoides</i> Radlk.	Camboata	6	12,2
Sapotaceae	<i>Pouteria ramiflora</i> (Mart.) Radlk.	Curiola	6	12,6
Sapotaceae	<i>Pouteria torta</i> (Mart.) Radlk.	Guapeva	1	18,2
Styracaceae	<i>Styrax ferrugineus</i> Pohl	Laranjinha-cerrado	1	10,0
Vochysiaceae	<i>Qualea grandiflora</i> Mart.	Pau-terra-folhalarg	170	15,6
Vochysiaceae	<i>Qualea multiflora</i> Mart.	Pau terra do campo	1	14,3
Vochysiaceae	<i>Qualea parviflora</i> Mart.	Pau terra folha fina	66	18,8
Vochysiaceae	<i>Salvertia convallariodora</i> A. St.-Hil.	Colher de vaqueiro	13	20,3
Vochysiaceae	<i>Vochysia cinnamomea</i> Pohl	Quina doce	14	13,5
Vochysiaceae	<i>Vochysia tucanorum</i> Mart.	Tucaneiro	31	22,1
Vochysiaceae	Morfo espécie 1	-	1	12,4
Vochysiaceae	Morfo espécie 2	-	1	14,4
	TOTAL		1187	-
	$\bar{x}$ (cm)		-	15,88
	CVe (%)		8,60	-
	Índice de Diversidad de Shannon-Wiener (H': nits ind <sup>-1</sup> )		2,98	-
	Densidade (ind ha <sup>-1</sup> )		1332	-
	Área Basal (m <sup>2</sup> ha <sup>-1</sup> )		31,70	-

O índice de Shannon-Weaver apresentou um  $H' = 2,98$  nits ind<sup>-1</sup>, o que pode ser considerado como uma diversidade média (espécies raras e comuns), o que caracteriza as florestas tropicais, conforme Margalef (1972), os valores para este índice em geral situam-se entre 1,5 e 3,5 nits ind<sup>-1</sup>. Amaral et al. (2013) sugerem que as alterações na floresta em anos anteriores, podem interferir na ocorrência das espécies. Santos e Almeida (2005), também encontraram diversidade média para o componente florístico em três fragmentos de cerrado, sendo o  $H'$  de 3,00; 2,68 e 2,52, respectivamente, explicando que as áreas possuem espécies de estágio de sucessão avançada quanto a sucessão inicial. Teixeira et al. (2004) encontraram em fragmentos,  $H'$  de 3,04 nats ind<sup>-1</sup>, considerando como índices medianos de diversidade.

A média geral do DAP foi de 15,88 cm, assim também a distribuição diamétrica no fragmento florestal, apresentou o formato de J-invertido (Figura 7), observa-se que 44% do total de indivíduos registrados estão na primeira classe

e abrangem 83% das espécies registradas, e decréscimo do número de indivíduos no sentido para os maiores intervalos de classes, sugerindo um balanço positivo entre recrutamento e mortalidade (FELFILI; FELFILI, 2001).

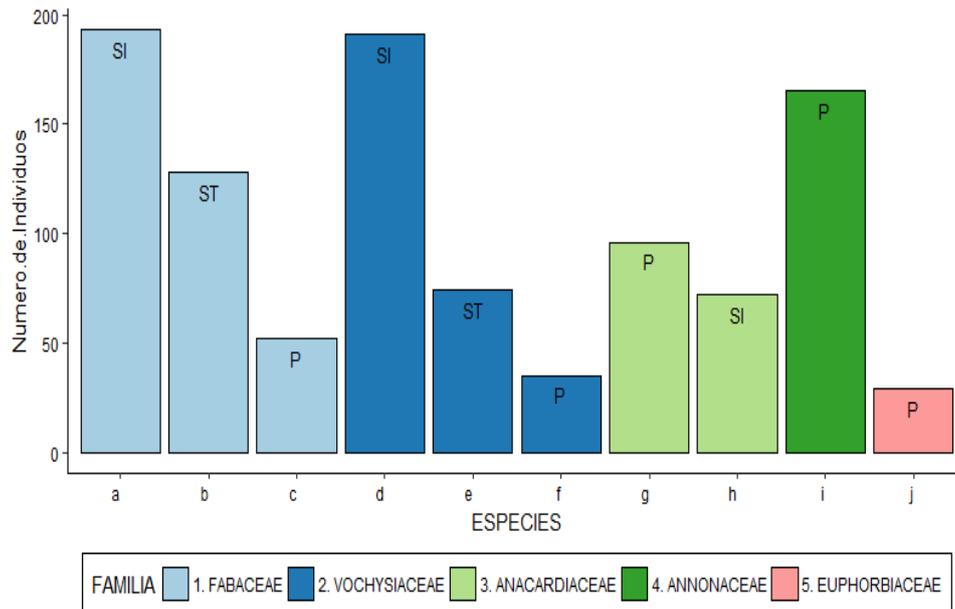
**Figura 7.** Distribuição diamétrica das espécies arbóreas registradas no fragmento florestal de Selvíria, MS, em 2017 (N= número de indivíduos amostrados com  $DAP \geq 10$  cm).



Fonte: Autoria própria.

As espécies com os dez maiores IVI (Tabela 1A, do Apêndice) concentram-se 77% dos indivíduos amostrados, evidenciando grupos ecológicos na área de estudo (Figura 8). Assim, cinco foram classificadas como pioneiras e cinco como secundárias iniciais e tardias, as quais pertencem às famílias Fabaceae, Vochysiaceae, Anacardiaceae, Annonaceae e Euphorbiaceae. Das dez mais abundantes registradas neste estudo apenas quatro espécies foram comuns aos estudos de Aragão et al. (2013) e Calgaro et al. (2015), isso pode ser devido a diferença das fisionomias na região.

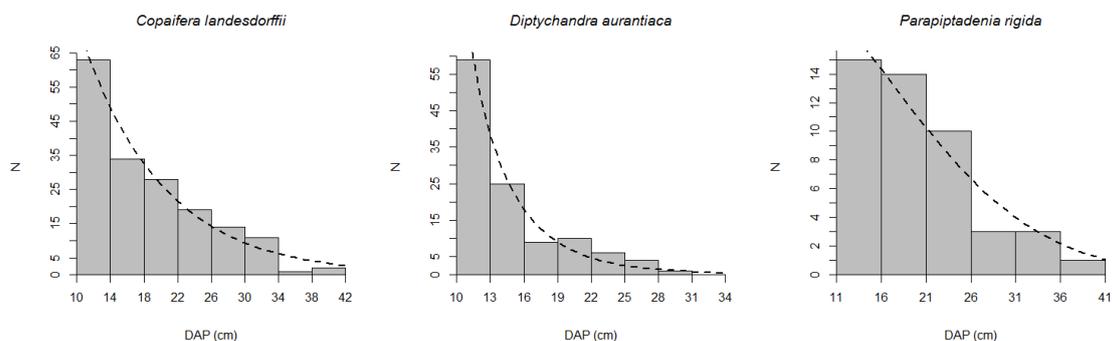
**Figura 8.** Distribuição das dez espécies com maior Índice de valor de Importância (IVI) em fragmento florestal, Selvíria-MS. a) *Copaifera landesdorffii*, b) *Diptychandra aurantiaca*, c) *Parapiptadenia rigida*, d) *Qualea grandiflora*, e) *Qualea parviflora*, f) *Vochysia tucanorum*, g) *Tapirira guianensis*, h) *Astronium fraxinifolium*, i) *Xylopia aromatica*, e j) *Mabea fistulifera*; Grupo ecológico: SI=secundária inicial, ST= secundária tardia e, P= pioneira.



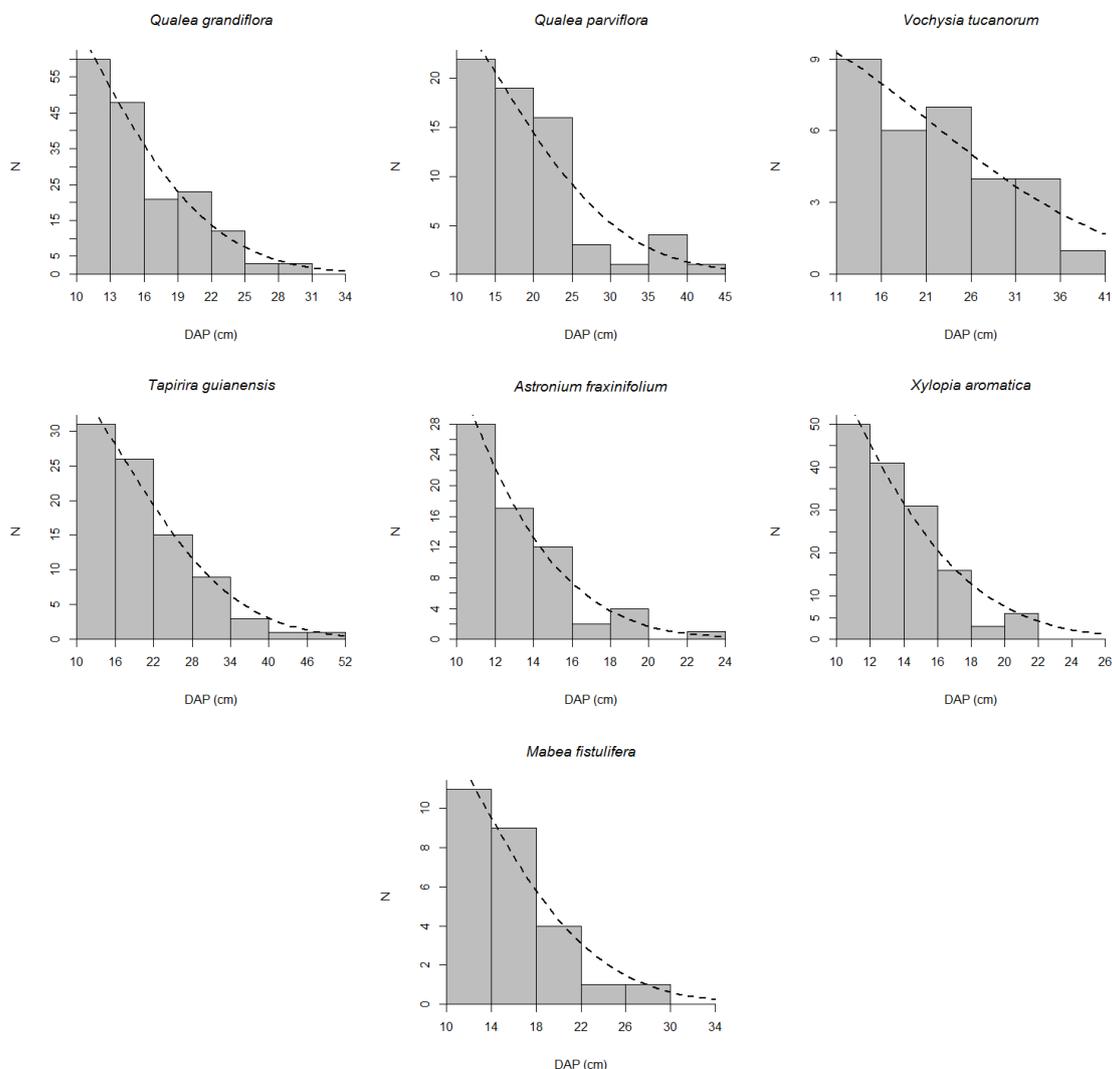
Fonte: Autoria própria.

A distribuição diamétrica individual das dez espécies com maior IVI (Figura 9) apresentam a tendência em “J” invertido, o qual indica a dinâmica da floresta (crescimento, ingresso e mortalidade).

**Figura 9.** Distribuição dos diâmetros (DAP, cm) das dez espécies arbóreas com o maior índice de Valor de Importância no fragmento florestal em Selvíria-MS, 2017. (N= número de indivíduos). (continua)



**Figura 9.** (continua). Distribuição dos diâmetros (DAP, cm) das dez espécies arbóreas com o maior índice de Valor de Importância no fragmento florestal em Selvíria-MS, 2017, (N= número de indivíduos). (conclusão)

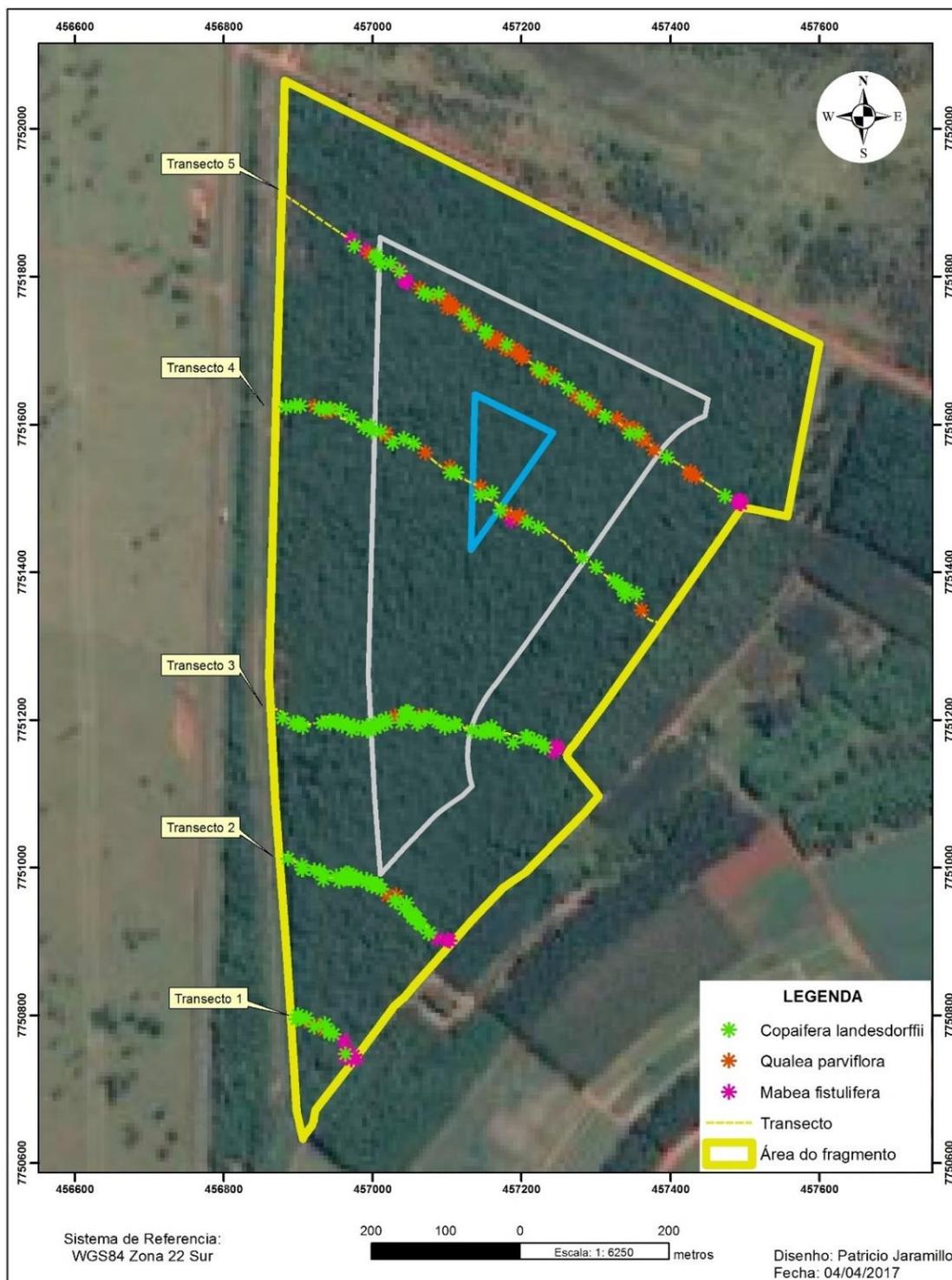


Fonte: Autoria própria.

Com o índice de dispersão de Morisita foi possível visualizar a distribuição espacial agregada das dez espécies com maior IVI dentro do fragmento florestal, indicando que as distâncias entre as árvores das espécies são próximas, formando pequenos aglomerados. Souza e Coimbra (2005) relacionaram este comportamento a relações fitossociológica, ou seja, a interação com outras espécies de plantas ou animais levam a este tipo de distribuição. *Copaifera landesdorffii*, *Qualea parviflora* e *Mabea fistulifera*, estão dispersas na parte central, média e periférica do fragmento, respectivamente, indicando o papel ecológico que cumprem, seja de sucessão secundária (transição de cerrado a

floresta semidecidual) ou pioneiras (expansão do fragmento a áreas adjacentes para formar corredores ecologicos) (Figura 10).

**Figura 10.** Distribuição espacial de três espécies arbóreas com maior número de indivíduos e diferente estágio sucessional, no fragmento florestal de Cerrado em Selvíria-MS, em 2017.



Fonte: Autoria própria.

#### 4.1.2 Desempenho das espécies em DAP

Das 60 espécies registradas, 9 pertencentes a 6 famílias, estão contribuindo para o aumento do DAP no fragmento (Tabela 2), observa-se que nove espécies estão contribuindo com mais de 73,9%, são elas: Mandiocão, Tucaneiro, Sucupira preta, Figueira branca, Angico vermelho, Peito de Pomba, Colher de vaqueiro, Copaíba e Amarelinho, destaca-se a participação do mandiocão com 11%, inferi-se que a presença dessa espécie seja pelo fato da cercania do fragmento florestal com a mata ciliar aonde ela ocorre (SILVA et al., 2016) “corredor biológico entre elas” ou a dispersão das sementes por morcegos. A implicação ecológica seria, que de predominar essa tendência no fragmento se confirmaria a hipótese de Coutinho (2002), segundo a qual a fisionomia de uma área protegida do fogo tenderia a se tornar mais fechada até se transformar numa floresta estacional semidecidual. Pinheiro e Durigan (2009) indicaram que em áreas de Cerrado, protegidas das atividades antrópicas, ocorre uma evolução estrutural de fitofisionomias abertas para outras mais fechadas com tendência ao desaparecimento das primeiras. Lorenzi (2000), relata a ocorrência de *Copaifera langsdorffii* como característica das formações de transição do cerrado para Floresta Estacional Semidecidual.

**Tabela 2.** Espécies que estão contribuindo para o aumento ou diminuição do DAP no fragmento florestal (56 ha) em Selvíria-MS, 2017. (continua)

Ordem	Especie	Nome popular	Familia	Blup-dap	%
1	<i>Schefflera macrocarpa</i>	Mandiocão	Araliaceae	9,33	10,9
2	<i>Vochysia tucanorum</i>	Tucaneiro	Vochysiaceae	8,61	10,0
3	<i>Bowdichia virgilioides</i>	Sucupira preta	Fabaceae	8,46	9,9
4	<i>Ficus guaranitica</i>	Figueira branca	Moraceae	7,90	9,2
5	<i>Parapiptadenia rigida</i>	Angico vermelho	Fabaceae	7,15	8,3
6	<i>Tapirira guianensis</i>	Peito de Pomba	Anacardiaceae	6,31	7,4
7	<i>Salvertia convallariodora</i>	Colher de vaqueiro	Vochysiaceae	6,31	7,4
8	<i>Copaifera landesdorffii</i>	Copaiba	Fabaceae	4,70	5,5
9	<i>Plathymeria reticulata</i>	Amarelinho	Fabaceae	4,57	5,3
10	<i>Jacaranda cuspidifolia</i>	Jacaranda caroba	Bignoniaceae	3,47	4,0
11	<i>Eriotheca pubescens</i>	Painera do cerrado	Malvaceae	3,15	3,7
12	<i>Qualea parviflora</i>	Pau terra folha fina	Vochysiaceae	2,32	2,7
13	<i>Terminalia argentea</i>	Capitão de campo	Combretaceae	1,89	2,2
14	<i>Machaerium brasiliense</i>	Jacaranda campo	Fabaceae	1,88	2,2
15	<i>Heteropterys byrsonimifolia</i>	Murici-macho	Malpighiaceae	1,73	2,0
16	<i>Neea theifera</i>	Caparrosa	Nyctaginaceae	1,40	1,6
17	<i>Miconia burchellii</i>	Pixirica	Melastomataceae	1,33	1,6
18	<i>Pouteria torta</i>	Guapeva	Sapotaceae	1,09	1,3
19	<i>Dalbergia miscolobium</i>	Caviúna	Fabaceae	0,95	1,1
20	<i>Roupala montana</i>	Carne de vaca	Proteaceae	0,91	1,1
21	<i>Terminalia brasiliensis</i>	Mirindiba	Combretaceae	0,59	0,7
22	<i>Aspidosperma tomentosum</i>	Guatambú do cerrado	Apocynaceae	0,48	0,6
23	<i>Magonia pubescens</i>	Tingui	Sapindaceae	0,38	0,4
24	<i>Dimorphandra mollis</i>	Fava d'anta	Fabaceae	0,37	0,4

**Tabela 2.** (continua). Espécies que estão contribuindo para o aumento ou diminuição do DAP no fragmento florestal (56 ha) em Selvíria-MS, 2017.

(conclusão)					
Ordem	Especie	Nome popular	Familia	Blup-dap	%
25	<i>Acosmium dasycarpum</i>	Amargozinha	Fabaceae	0,27	0,3
26	<i>Ferdinandusa elliptica</i>	Brindo d'água	Rubiaceae	0,12	0,1
27	<i>Zanthoxylum riedelianum</i>	Mamica de porca	Rutaceae	0,06	0,1
28	<i>Piptocarpha rotundifolia</i>	Mercurinho	Asteraceae	-0,09	0,1
29	Morfo 2			-0,35	0,4
30	<i>Protium heptaphyllum</i>	Almecega	Burseraceae	-0,66	0,8
31	<i>Agonandra brasiliensis</i>	Cerveja de pobre	Opiliaceae	-0,75	0,9
32	<i>Byrsonima verbascifolia</i>	Muricizão	Malpighiaceae	-0,79	0,9
33	<i>Qualea grandiflora</i>	Pau terra folha larga	Vochysiaceae	-0,84	1,0
34	<i>Caryocar brasiliense</i>	Pequi	Caryocaraceae	-1,07	1,2
35	<i>Aspidosperma subincanum</i>	Guatambú	Apocynaceae	-1,08	1,3
36	Morfo 1			-1,11	1,3
37	<i>Pseudobombax tomentosum</i>	Embiriçu	Malvaceae	-1,21	1,4
38	<i>Luehea divaricata</i>	Açoita	Malvaceae	-1,43	1,7
39	<i>Mabea fistulifera</i>	Canudo de pito	Euphorbiaceae	-1,60	1,9
40	<i>Lafoensia pacari</i>	Dedaleiro	Lythraceae	-1,64	1,9
41	<i>Brosimum gaudichaudii</i>	Mama-cadela	Moraceae	-1,79	2,1
42	<i>Tabernaemontana hystrix</i>	Leiteiro vermelho	Apocynaceae	-2,05	2,4
43	<i>Kielmeyera rubriflora</i>	Roseira do campo	Calophyllaceae	-2,30	2,7
44	<i>Platypodium elegans</i>	Jacarandazinho	Fabaceae	-2,40	2,8
45	<i>Curatella americana</i>	Lixeira	Dilleniaceae	-2,46	2,9
46	<i>Styrax ferrugineus</i>	Laranjinha do cerrado	Styracaceae	-2,55	3,0
47	<i>Byrsonima coccolobifolia</i>	Murici-rosa	Malpighiaceae	-2,66	3,1
48	<i>Ocotea velutina</i>	Canelinha	Lauraceae	-2,78	3,2
49	<i>Handroanthus avellanadae</i>	Ipê roxo	Bignoniaceae	-2,84	3,3
50	<i>Diptychandra aurantiaca</i>	Balsemin	Fabaceae	-2,90	3,4
51	<i>Andira cujabensis</i>	Angelim do cerrado	Fabaceae	-2,99	3,5
52	<i>Vochysia cinnamomea</i>	Quina doce	Vochysiaceae	-3,90	4,5
53	<i>Matayba elaeagnoides</i>	Camboatá	Sapindaceae	-4,04	4,7
54	<i>Siparuna guianensis</i>	Negamina	Monimiaceae	-4,14	4,8
55	<i>Pouteria ramiflora</i>	Curioia	Sapotaceae	-4,39	5,1
56	<i>Xylopia aromatica</i>	Pimenta de macaco	Annonaceae	-4,79	5,6
57	<i>Astronium fraxinifolium</i>	Gonçalo alves	Anacardiaceae	-5,55	6,5
58	<i>Erythroxylum deciduum</i>	Fruta de pomba	Erythroxylaceae	-5,78	6,7
59	<i>Psidium sartorianum</i>	Cambuim	Myrtaceae	-5,98	7,0
60	<i>Alibertia edulis</i>	Marmelo de cachorro	Rubiaceae	-6,83	8,0

Fonte: Autoria própria

#### 4.1.3 Árvores matrizes para coleta de sementes

Avaliando-se as distâncias entre os indivíduos (100 m) das dez espécies com maior IVI (Tabela 1A, do Apêndice) e de *Terminalia argentea*, verificou-se que é possível chegar a indicação como árvores matrizes (Tabela 3), que garantirão um tamanho efetivo de população de 150 (SEBBENN, 2006). Manoel et al. (2012a; 2012b) e Gonela et al. (2013) em *C. langsdorffii* (copaíba) sugerem coletar sementes de 109 árvores a uma distância maior ou igual a 66 m; Antiqueira e Kageyama (2015) indicaram que a coleta de sementes para *Q. grandiflora* (Pau terra folha larga) precisa ser realizada em 95 árvores a uma distância de 50 m; Ribas (1999) registrou o número de matrizes (m=22) para reter o tamanho efetivo de 50 em populações com dois diferentes níveis de

endogamia e Souza et al. (2013) em uma amostra com de 159 indivíduos a uma distância de 30 m, estimaram alta variabilidade genética em *P. rigida*;

**Tabela 3.** Número de matrizes (distanciamento de 100 m) para coleta de sementes (m), amostragem (%), número de indivíduos com distanciamento requerido ( $n\ ha^{-1}$ ), síndrome de dispersão (SD), sistema sexual (SS) e grupo ecológico (GE: SI=secundária inicial, ST= secundária tardia, P= pioneira) das espécies mais abundantes do fragmento florestal (56 ha) em Selvíria-MS, em 2017.

Espécie	m	%	n ha <sup>-1</sup>	≅n 56ha <sup>-1</sup>	SD	SS	GE
<i>Copaifera landesdorffii</i>	74	5,0	23	1447	Zoocórica	Monoica	SI
<i>Diptychandra aurantiaca</i>	38	3,0	19	1195	Anemocórica	Monoica	ST
<i>Parapiptadenia rígida</i>	22	2,6	13	818	Anemocórica	Monoica	P
<i>Qualea grandiflora</i>	38	3,0	19	1195	Anemocórica	Monoica	SI
<i>Qualea parviflora</i>	38	5,4	11	692	Anemocórica	Monoica	ST
<i>Vochysia tucanorum</i>	38	12,0	5	315	Anemocórica	Monoica	P
<i>Tapirira guianensis</i>	55	5,8	15	944	Zoocórica	Dioica	P
<i>Astronium fraxinifolium</i>	55	5,8	15	944	Anemocórica	Dioica	Si
<i>Xylopia aromática</i>	38	2,1	18	1800	Zoocórica	Monoica	P
<i>Mabea fistulifera</i>	38	10,0	6	378	Zoocórica	Monoica	P
<i>Terminalia argentea</i>	38	10,0	6	378	Anemocórica	Monoica	P

Fonte: Autoria própria.

Goncalves-Alvim et al. (2004), estudando 30 árvores de três populações naturais (distanciamento médio de 172 m) de *Q. parviflora* (Pau terra folha fina) por meio de marcadores RAPD, indicaram que o fluxo de genes entre sítios é alto e provavelmente pertencem à mesma população, portanto infere-se que tem que se aumentar a distância entre árvores para evitar endogamia. Silva et al. (2008), a partir dos resultados obtidos por polimorfismo em isoenzimas, indicaram que a fragmentação alterou a estrutura genética de pequenas populações de *T. guianensis* a partir do efeito da endogamia e do fluxo gênico restrito, Souza (2017) sugeriu que para *M. urundeuva* (Anacardaceae - dioica) o número de matrizes para coleta de sementes é de 55 para o tamanho efetivo de 150, valor referencial usado neste estudo para *T. guianensis* e *A. fraxinifolium*.

Portanto, essas populações requerem atenção especial para evitar mudanças significativas em sua estrutura genética. Goulart et al. (2005), em *M. fistulifera* (Euphorbiaceae) por meio de marcadores RAPD, revelaram que a

maior parte da variação genética está localizada entre indivíduos dentro das populações. Os dados revelaram ainda que dentro de uma mesma população, indivíduos espacialmente mais próximos tendem a ser mais semelhantes geneticamente. Visando garantir o papel de conservação das espécies arbóreas existentes, o monitoramento do tamanho efetivo garante o valor genético para subsidiar as coletas de sementes (KAGEYAMA et al., 1998).

## **4.2 Teste de Progênes de espécies nativas Misto**

### **4.2.1 Analise Univariada**

#### **4.2.1.1 *Myracrodruon urundeuva***

A sobrevivência aos 22 anos foi 88%, reforça a ideia de que a espécie tem boa adaptação e o potencial para uso em reflorestamentos consorciados, atuando como secundária tardia. Esse valor é inferior ao obtido por Otsubo et al. (2015), aos 14 anos, neste mesmo experimento, quando foi registrada sobrevivência de 91,96%, o aumento da mortalidade, pode estar associada ao efeito de competição por nutrientes e espaço entre os indivíduos. Souza (2017) encontrou sobrevivência de 80% e 83,89% aos 29 e 19 anos, respectivamente, estudando a sobrevivência desta espécie, mas em testes de progênes puros. Bertonha et al. (2016) encontraram resultados semelhantes (89% aos 20 anos) em testes de progênes intercalado com *Corymbia citriodora* no mesmo local de estudo, indicando, portanto, que a espécie tem alto potencial para reflorestamentos nessas áreas.

O desenvolvimento da população antes e depois do desbaste (Pop 10 e 6), incremento nos valores médios foram observados para todos os caracteres, especialmente altura (10,30 a 11,30 m) e DAP (9,28 a 10,45 cm), respectivamente) (Tabela 4). Isto era esperado pelo fato do desbaste (40%, pop 4) ao cortar os indivíduos dentro de cada família com fenótipos inferiores. Esses valores também foram superiores quando comparados com os obtidos por Souza (2017) (aos 19 anos: 9,01 m de altura e 10,13 cm de DAP), Bertonha et al. (2016) (aos 20 anos: 5,27 m de altura e 6,87 cm de DAP) e Otsubo et al. (2015) (aos 14 anos: 9,08 m de altura e 9,42 cm de DAP), em testes de progênes homogêneo e consorciado de *M. urundeuva*. Ao levar em consideração que estas populações se encontram sob condições ambientais semelhantes,

conforme Oliveira et al. (2001) uma possível explicação é que o ambiente criado pelo consórcio das espécies tenha permitido uma melhor expressão genética dos caracteres.

Os valores médios observados para o caráter DMC (Tabela 4), foram superiores aos obtidos por Souza (2017) e Bertonha et al. (2016), este fato pode ser explicado pelo espaçamento e monocultivo, e inferior aos obtidos Otsubo et al. (2015), isso, pode ser explicado porque aos 14 anos estava no início do efeito de competição.

A forma do tronco das árvores recebeu nota 4, o que corresponde a que as árvores apresentarem uma bifurcação acima de 1,30 m, com e leve tortuosidade em toda a extensão do fuste considerado (Tabela 4). Sugere-se que, o arranjo, espaçamento e grupo ecológico do experimento tenham beneficiado este caráter, sendo superior também ao observado em outros trabalhos em *M. urundeuva*, baseados em plantios mistos (OTSUBO et al., 2015) onde as notas dos fustes ficaram em 3,27.

As herdabilidades em nível de média de progênies ( $\hat{h}_m^2$ ) (Tabela 4) apresentaram valores altos ( $> 0,60$ ) para os caracteres ALT e DAP, revelando controle genético nos caracteres estudados em nível de média de progênies. Em termos gerais, o desbaste (40%) gerou o avanço no melhoramento genético, via seleção das melhores progênies. Em termos de manejo florestal e conservação, tais herdabilidades indicam que essas procedências têm potencial evolutivo para responder a mudanças ambientais, visto que parte significativa da variação genética observada nos caracteres é de origem genética (SEBBENN et al., 2009). Em trabalhos realizados com *M. urundeuva*, os valores obtidos para este parâmetro, para altura e DAP, variaram de 0,31 a 0,72 (BALERONI et al., 2003; OTSUBO et al., 2015; BERTONHA et al., 2016; SOUZA, 2017) revelando concordância com os aqui observados.

A precisão experimental para os caracteres ALT, DAP, DMC, FOR e DBM, revelada pelo coeficiente de variação experimental ( $CV_e$ ), variou de 6,90% a 16,49% (Tabela 4), o qual pode ser considerado como valores baixos, o que, promove boa precisão nas estimativas dos parâmetros genéticos.

A variação genética entre progênies, evidenciada por meio do teste da razão da verossimilhança (LRT) foi significativa para os caracteres altura e DAP.

Melo (2016) indica que a amostragem das progênies de polinização aberta reteve parte dessa variação, o que é de suma importância para o melhoramento quando submetido ao método de seleção entre progênies.

**Tabela 4.** Estimativas de parâmetros genéticos para altura total (ALT), diâmetro a altura do peito (DAP), diâmetro médio de copa (DMC), forma de fuste (FOR), densidade básica da madeira (DBM) e biomassa seca: fuste (BFU), folha (BFO), e copa (BCO), aos 22 anos de idade de *Myracrodruon urundeuva* em plantio consorciado com progênies de *Astronium fraxinifolium*, e *Terminalia argentea*, no município de Selvíria-MS.

Estimativa	ALT (m)			DAP (cm)			DMC (m)			FOR			DBM (g cm <sup>-3</sup> )	BFU (kg arv <sup>-1</sup> )	BFO (kg arv <sup>-1</sup> )	BCO (kg arv <sup>-1</sup> )
	Pop. 10	Pop. 6	Pop. 4	Pop. 4												
$\hat{h}_m^2$	0,64	0,68	0,65	0,65	0,71	0,68	0,30	0,29	0,46	0,25	0,14	0,70	0,59	0,56	0,14	0,49
$CV_{sp}$ (%)	8,70	9,44	11,15	10,15	11,57	11,13	3,40	3,24	4,98	2,11	1,66	5,29	1,82	21,56	7,02	25,31
$CV_r$	0,67	0,73	0,68	0,69	0,78	0,72	0,33	0,32	0,46	0,29	0,20	0,77	0,60	0,57	0,20	0,49
$\hat{C}_p^2$ (%)	14,07	27,69	20,61	9,33	18,41	20,98	7,10	7,74	7,71	5,07	13,39	2,53	21,59	16,03	18,61	15,76
$CV_e$ (%)	13,09	12,86	16,49	14,76	14,86	15,41	10,40	10,22	10,88	7,36	8,30	6,90	3,03	37,87	35,44	51,50
$\mu$	10,30	11,30	8,12	9,28	10,45	6,69	3,15	3,25	2,91	3,92	4,09	3,57	0,61	12,75	1,06	4,94
LRT ( $\chi^2$ )	9,92**	11,84**	3,96*	10,26**	12,22**	5,18*	0,86	0,58	0,48	0,65	0,13	2,94	2,81	1,84	0,06	0,9

Nota: \*, \*\* significativo a 5% e 1%, com 1 grau de liberdade, respectivamente;  $\hat{h}_m^2$ : herdabilidade da média de progênies;  $\hat{C}_p^2$ : coeficiente de determinação dos efeitos de parcela;  $CV_{sp}$  coeficiente de variação genotípica entre progênies;  $CV_e$  coeficiente de variação experimental;  $CV_r$  coeficiente de variação relativa;  $\mu$  - média geral; LRT: Teste da Razão de Verossimilhança  
 Fonte: Autoria própria.

Essa variação genética entre as progênies foi corroborada pelo fato das estimativas de coeficiente de variação genética ( $CVg_i$ ) serem superiores a 10% (Tabela 2A e 5A, do Apêndice) e serem maiores que o coeficiente de variação experimental.

Os valores médios da biomassa variaram de 1,06 (folha) a 12,75 kg arv<sup>-1</sup> (fuste). Silveira et al. (2008) destacam o interesse na completa utilização da árvore (raízes, tronco, ramos) e a importância de realizar estudos sobre biomassa e estoque de carbono, pois fornecem elementos para um melhor entendimento sobre as mudanças ambientais globais.

A DBM apresentou média de 0,61 g cm<sup>-3</sup>, encontra-se dentro do esperado para espécies tropicais. Silva et al. (2015) observaram 0,65 g cm<sup>-3</sup> ao analisarem a densidade básica de espécies arbóreas da fitofisionomia Cerradão, no domínio do Cerrado no estado do Tocantins. Cintra (2009) registrou na espécie 0,75 g cm<sup>-3</sup>. Vale et al. (1999) citaram que dentro de uma mesma árvore também ocorre variação da densidade da madeira, assim como entre indivíduos de uma mesma espécie, tal variabilidade ocorre em função de fatores genéticos (gêneros, espécies, procedências, etc.), fatores do meio (clima, solo, topografia, etc.) e silviculturais (espaçamento, fertilização, idade de corte, desbaste, desrama, etc.).

As equações de regressão com base na massa seca das progênies desbastadas (Tabela 5) apresentaram regressões lineares. Silveira et al. (2008) recomendaram que para as equações de regressão, a estimativa seja não só com a variável diâmetro, mas também com a variável altura.

**Tabela 5.** Equações de regressão para densidade básica da madeira (DBM) e biomassa seca: fuste (BFU), folha (BFO), e copa (BCO), aos 22 anos de idade, de *Myracrodruon urundeuva* em plantio consorciado com progênies de *Astronium fraxinifolium*, e *Terminalia argentea*, no município de Selvíria-MS.

Caráter	Equação	R <sup>2</sup>
DBM	$y = 0,5252 + 0,0128x$	0,47
BFU	$y = - 17,415 + 4,3942x$	0,87
BFO	$y = - 0,5268 + 0,2288x$	0,51
BCO	$y = - 3,3722 + 1,1321x$	0,53

Nota: x= DAP ; y= caráter

Fonte: Autoria própria.

#### 4.2.1.2 *Astronium fraxinifolium*

O valor observado para o caráter sobrevivência foi 85,89%, indica boa adaptação da espécie ao ambiente. Esses valores foram inferiores aos obtidos neste mesmo experimento por Otsubo et al. (2015), aos 14 anos, quando foi observada sobrevivência de 90,18%. Esta mortalidade, pode estar associada ao efeito de competição entre os indivíduos.

O desenvolvimento da população antes e depois do desbaste (Pop 10 e 6), incremento nos valores médios foram observados para todos os caracteres, especialmente altura (9,73 a 10,81 m) e DAP (10,08 a 11,18 cm), respectivamente (Tabela 6), isto pode ser explicado pelo desbaste dos indivíduos com fenótipos inferiores dentro de cada progênie. Mendonça et al. (2017) verificaram em plantios puros de *Astronium concinnum*, com 22 anos de idade no espaçamento de 2 x 2 m em Linhares-ES, valores de DAP de 15,5 cm e Altura de 13,6 m. Esses valores também foram semelhantes com o mesmo espaçamento quando comparados com os obtidos por Cornacini (2016), que apresentou uma estimativa de 9,54 m de altura e 11,45 cm de DAP aos 18 anos em consórcio com *Jacaranda cuspidifolia*, e Otsubo et al. (2015) registraram 8,60 m de altura e 9,40 cm de DAP aos 14 anos de idade no mesmo experimento. Segundo Oliveira et al. (2001) uma possível explicação é que o ambiente criado pelo consórcio das espécies tenha permitido uma melhor expressão genética dos caracteres.

As progênies apresentaram média de 3,62 para a bifurcação do tronco (Tabela 6). Isto que corresponde a tortuosidade acentuada em toda a extensão do tronco e a bifurcação abaixo de 1,30 m de altura do solo, com diâmetro inferior ao tronco principal. Contudo, estes valores médios podem ser melhorados pela seleção de genitores dentro do teste com menor tortuosidade e ausência de bifurcação. Dados semelhantes aos obtidos por Sant'ana et al. (2013).

Não foram detectadas diferenças significativas para o efeito de progênies para os caracteres avaliados, com exceção DMC, FOR e DBM. Souza et al. (2003) também não encontraram diferenças significativas para todos os caracteres em progênies de *A. fraxinifolium* aos 4 anos de idade.

O controle da variação experimental, bem como dentro de parcelas, foi eficiente no teste. Isso pode ser confirmado a partir dos coeficientes de variação experimental, variação relativa e de parcela (Tabela 6).

As estimativas do coeficiente de herdabilidade em nível de média de progênies ( $\hat{h}_m^2$ ) (Tabela 6) variaram entre 0,14 e 0,78 para todos os caracteres, destaca-se ALT e DBM, já no caso do DAP (0,14 a 0,53) que é o caráter sugerido para a seleção foi baixo quando comparadas aos resultados obtidos por Cornacini (2016) em *A. fraxinifolium* consorciado com *J. cuspidifolia* em duas procedências (0,71 e 0,78), e Otsubo et al. (2015), trabalhando com a mesma população, aos 14 anos (0,51). Patiño-Valera citado por Souza et al. (2003) atribui esse comportamento da herdabilidade, ao efeito da competição entre plantas, afirmando que quanto maior a competição menor o coeficiente de herdabilidade. Sugere-se, então o uso da ALT e DBM no processo de seleção individual ou entre progênies, além do DAP, mesmo tendo valor baixo. Souza et al. (2003) também destacaram a forma, como caráter importante para seleção quando as progênies estão em condição de sombreamento. Destacando que a seleção proporcionara a formação de um Pomar de Sementes por mudas que pode ser utilizado para diversos fins. Outras estimativas genéticas são apresentadas na Tabela 3A e 6A, do Apêndice.

A densidade básica da madeira apresentou média de 0,48 g cm<sup>-3</sup>, encontra-se dentro do esperado para espécies tropicais.

**Tabela 6.** Estimativas de parâmetros genéticos para altura total (ALT), diâmetro a altura do peito (DAP), diâmetro médio da copa (DMC), forma de fuste (FOR), densidade básica da madeira (DBM) e biomassa seca: fuste (BFU), folha (BFO), e copa (BCO) aos 22 anos de idade de *Astronium fraxinifolium* em plantio consorciado com progênies de *Myracrodruon urundeuva*, e *Terminalia argentea*, no município de Selvíria-MS.

Estimativa	ALT (m)			DAP (cm)			DMC (m)			FOR			DBM (g cm <sup>-3</sup> )	BFU (kg arv <sup>-1</sup> )	BFO (kg arv <sup>-1</sup> )	BCO (kg arv <sup>-1</sup> )
	Pop. 10	Pop. 6	Pop. 4	Pop. 4												
$\hat{h}_m^2$	0,37	0,52	0,40	0,26	0,14	0,53	0,69	0,69	0,60	0,57	0,49	0,78	0,81	0,43	0,53	0,18
$CV_{gp}$ (%)	4,64	6,32	6,03	4,22	3,12	8,04	7,90	8,05	6,42	3,62	3,25	5,95	2,60	19,89	19,12	9,00
$CV_r$	0,38	0,52	0,40	0,29	0,20	0,53	0,75	0,75	0,62	0,57	0,49	0,95	1,03	0,44	0,54	0,23
$\hat{C}_p^2$ (%)	5,38	14,70	20,31	9,77	21,65	15,11	7,45	8,29	10,42	3,01	5,62	6,27	2,67	33,19	19,31	18,04
$CV_e$ (%)	12,06	12,23	14,91	14,39	15,41	27,72	10,51	10,67	10,80	6,34	6,67	2,80	2,68	33,20	19,32	2,50
$\mu$	9,73	10,81	7,02	10,08	11,18	7,22	2,99	3,09	2,70	3,86	3,95	3,62	0,48	11,17	0,92	18,04
LRT ( $\chi^2$ )	1,6	3,43	0,7	0,61	0,14	2,33	9,61*	8,06*	1,68	5,5*	2,38	3,99*	5,38*	1,38	1,66	0,07

Nota:  $\hat{h}_m^2$ : herdabilidade da média de progênies;  $\hat{C}_p^2$ : coeficiente de determinação dos efeitos de parcela;  $CV_{gp}$  coeficiente de variação genotípica entre progênies;  $CV_e$  coeficiente de variação experimental;  $CV_r$  coeficiente de variação relativa;  $\mu$  - média geral; LRT - Teste da Razão de Verossimilhança.

Fonte: Autoria própria.

As equações de regressão com base na massa seca das progênes desbastadas (Tabela 7) apresentaram regressões lineares, porém para BFO a regressão foi potência. Os valores do  $R^2$  foram semelhantes aos resultados obtidos por Coletto (2016), estudando a biomassa e estoque de carbono em *Genipa americana*.

**Tabela 7.** Equações de regressão para densidade básica da madeira (DBM) e biomassa seca: fuste (BFU), folha (BFO), e copa (BCO), aos 22 anos de idade, de *Astronium fraxinifolium* em plantio consorciado com progênes de *Myracrodruon urundeuva* e *Terminalia argentea*, no município de Selvíria-MS.

Caráter	Equação	R <sup>2</sup>
DBM	$y = 0,3627 + 0,0163x$	0,81
BFU	$y = - 15,561 + 3,6169x$	0,88
BFO	$y = - 0,2119x + 0,0375x^2 + 0,5498$	0,85
BCO	$y = - 1,8148 + 0,5769x$	0,81

Nota: x= DAP ; y= caráter  
Fonte: Autoria própria.

#### 4.2.1.3 *Terminalia argentea*

A sobrevivência observada aos 22 anos de idade para as progênes desta espécie foi de 59,55%, valor que indicam boa adaptação da espécie em estudo. Esse valor é inferior aos obtidos no mesmo experimento por Otsubo et al. (2015), aos 14 anos, quando foi observada sobrevivência de 72,68%. Esta mortalidade com o passar dos anos, possivelmente foi decorrente ao fato de que *T. argentea* ser uma espécie pioneira que está cumprindo o ciclo natural de vida, portanto está deixando o espaço para a chegada de novos indivíduos, além do desenvolvimento das outras duas secundárias em consorcio.

Os valores médios para os caracteres de crescimento foram: 12,12 m; 14,93 cm e 4,42 m para ALT, DAP e para DMC, respectivamente (Tabela 8). Esses resultados são superiores ao obtidos por Otsubo et al. (2015) quines registraram aos 14 anos valores inferiores (9,72 m; 12,83 cm, 4,17 m).

Na análise de desviance (LRT) foram detectadas diferenças significativas a 1% de probabilidade entre e dentro de progênes para ALT, DAP e DMC (Tabela 8). Essas diferenças significativas sugerem que a população apresenta variabilidade genética que pode ser explorada a longo prazo para fins de

conservação e melhoramento genético. Portanto, a estratégia de amostragem no local de origem reteve a variação natural na população conservada *ex situ*.

Os coeficientes de variação experimental foram baixos, variando de 2,46 a 25,66, ao contrário dos coeficientes de herdabilidade em nível de média de progênies foram 0,78 (DAP), 0,84 (ALT), 0,69 (DMC), 0,80 (DMC) e 0,51 (FOR), semelhantes aos obtidos por Otsubo et al. (2015) quem obtiveram valores de herdabilidade para 0,73 (DAP), 0,81 (ALT), 0,69 (DMC) e 0,83 (FOR), esta estabilidade segundo Patiño-Valera citado por Souza et al. (2003) indica que a amostragem das progenies foi eficiente para preservar uma boa variação genética. Sant'ana et al. (2013) verificaram em plantios puros de *Enterolobium contortisiliquum*, com 21 anos de idade no espaçamento de 3 x 3 m em Luiz Antônio-SP, valores de herdabilidade para DAP (0,65), Altura (0,67) e forma (0,50), indicando que os caracteres estudados têm forte controle genético em nível de progênie. Segundo Resende (1995) valores menores que 0,15 são interpretados como de baixa magnitude; de  $0,15 \leq 0,50$  medianos, valores acima de 0,50 como altos. Os valores altos a moderados neste caso para as três populações, porém se apresentaram significativos para os efeitos genotípicos, reforçando as diferenças genéticas observadas entre os indivíduos na análise de desviance. Segundo Sebbenn et al. (2009) quando há controle genético dos caracteres, se realizada uma seleção a possibilidade de se obter ganhos significativos é alta com a seleção. Outras estimativas genéticas são apresentadas na Tabela 4A e 7A, do Apêndice.

A densidade básica da madeira apresentou média de  $0,55 \text{ g cm}^{-3}$ , encontra-se dentro do esperado para espécies tropicais.

Esses resultados também sugerem que a existência de variação genética o que possibilita a exploração desse teste de progênies para formação de pomares de sementes por mudas e como fontes de propágulos para programas de recuperação de áreas degradadas (CANUTO et al., 2015).

**Tabela 8.** Estimativas de parâmetros genéticos para altura total (ALT), diâmetro a altura do peito (DAP), diâmetro médio da copa (DMC), forma de fuste (FOR), densidade básica da madeira (DBM) e biomassa seca: fuste (BFU), folha (BFO), e copa (BCO) aos 22 anos de idade de *Terminalia argentea* em plantio consorciado com progênies de *Myracrodruon urundeuva*, e *Astronium fraxinifolium*, no município de Selvíria-MS.

Estimativa	ALT (m)			DAP (cm)			DMC (m)			FOR			DBM (g cm <sup>-3</sup> )	BFU (kg arv <sup>-1</sup> )	BFO (kg arv <sup>-1</sup> )	BCO (kg arv <sup>-1</sup> )
	Pop. 10	Pop. 6	Pop. 4	Pop. 4												
$\hat{h}_m^2$	0,84	0,89	0,77	0,78	0,86	0,33	0,80	0,83	0,18	0,51	0,48	0,87	0,89	0,79	0,25	0,07
$CV_{gp}$ (%)	11,8	13,84	14,67	10,21	12,30	7,73	12,65	13,42	4,17	3,27	3,20	9,29	3,51	31,41	12,6	7,48
$CV_r$	1,16	1,44	0,91	0,95	1,25	0,34	1,01	1,10	0,22	0,51	0,48	1,30	1,43	0,95	0,26	0,10
$\hat{C}_p^2$ (%)	0,46	0,89	18,7	0,31	0,34	43,1	12,55	2,96	32,6	8,51	11,5	7,2	9,47	5,94	22,35	49,94
$CV_e$ (%)	10,2	9,64	16,15	10,71	9,80	22,25	3,00	12,16	19,59	6,38	6,66	7,12	2,46	33,14	49,3	71,4
$\mu$	12,12	12,61	9,34	14,93	15,61	11,03	4,42	4,55	3,27	4,33	4,37	4,0	0,55	25,66	2,90	9,18
LRT ( $\chi^2$ )	23,07**	29,26**	3,52	17,28**	25,97**	0,16	13,61**	15,07**	0,01	2,71	2,18	3,29	2,74	1,86	0,03	0,00

Nota: \*, \*\* significativo a 5% e 1%, com 1 grau de liberdade, respectivamente;  $\hat{h}_m^2$ : herdabilidade da média de progênies;  $\hat{C}_p^2$ : coeficiente de determinação dos efeitos de parcela;  $CV_{gp}$ : coeficiente de variação genotípica entre progênies;  $CV_e$ : coeficiente de variação experimental;  $CV_r$ : coeficiente de variação relativa;  $\mu$  - média geral; LRT - Teste da Razão de Verossimilhança.

Fonte: Autoria própria.

As equações de regressão com base na massa seca das progênes desbastadas (Tabela 9) apresentaram regressões lineares, porém para BCO a regressão foi potência e para BFU foi logarítmica.

**Tabela 9.** Equações de regressão para densidade básica da madeira (DBM) e biomassa seca: fuste (BFU), folha (BFO), e copa (BCO), aos 22 anos de idade, de *Terminalia argentea* em plantio consorciado com progênes de *Myracrodruon urundeuva* e *Astronium fraxinifolium*, no município de Selvíria-MS.

Caráter	Equação	R <sup>2</sup>
DBM	$y = 0,4769 + 0,0072x$	0,60
BFU	$y = 0,0365x^{2,8136}$	0,88
BFO	$y = - 5,2458 - 0,8161x$	0,80
BCO	$y = - 1,9456x + 0,2111x^2 + 5,876$	0,76

Nota: x= DAP ; y= caráter  
Fonte: Autoria própria.

#### 4.2.1.4 Análise conjunta

A significância dos efeitos genéticos e dos efeitos da interação das espécies foi avaliada por meio do teste da razão de verossimilhança (LRT) na Tabela 10. Assim observa-se que os efeitos de espécies e progênes se mostrou significativa em todos os caracteres das três populações, destacasse DAP com o maior valor, o que é verificado nas análises individuais. Kubota et al. (2015) inferem que o LRT o para o delineamento experimental, baseado em blocos foi eficiente para controlar a heterogeneidade ambiental entre os blocos.

O LRT também indica a existência de diferenças genéticas, e, portanto, a possibilidade de se obter ganhos com a seleção, explorando a variabilidade genética existente entre as progênes em cada espécie. Já em nível de parcela, apenas os caracteres DMC, FOR, BFU não apresentaram diferenças entre si com 95% de significância, o fato de o efeito de parcela é significativo é porque existe competência. Etori et al. (1999) registrou também diferenças significativas entre progênes de *Cordia trichocoma* para DAP, aos 11 anos é indica a possibilidade de obter ganhos genéticos com a seleção entre progênes.

**Tabela 10.** Análises da razão de verossimilhança (LRT) para altura total (ALT), diâmetro a altura do peito (DAP), diâmetro médio da copa (DMC), forma de fuste (FOR), densidade básica da madeira (DBM) e biomassa seca: fuste (BFU), folha (BFO), e copa (BCO) em um teste consorciado de progênies de *Myracrodruon urundeuva*, *Astronium fraxinifolium* e *Terminalia argentea*, aos 22 anos de idade no município de Selvíria, MS.

	Pop. 10				Pop. 06				Pop. 04							
	ALT (m)	DAP (cm)	DMC (m)	FOR	ALT (m)	DAP (cm)	DMC (m)	FOR	ALT (m)	DAP (cm)	DMC (m)	FOR	DBM (g cm <sup>-3</sup> )	BFU (kg arv <sup>-1</sup> )	BFO (kg arv <sup>-1</sup> )	BCO (kg arv <sup>-1</sup> )
<b>Prog.</b>	35,38**	27,26**	33,7**	7,33**	48,83**	35,82**	33,61**	3,24	13,26**	4,76*	1,83	9,01**	4,84*	8,55**	2,65	0,15
<b>Espécie</b>	34,05**	108,62**	81,43**	51,5**	12,23**	77,31**	76,22**	32,22**	13,59**	44,65**	10,27**	17,15**	147,11**	21,48**	35,27**	24,71**
<b>Parcela</b>	20,72**	13,8**	15,8**	13,93**	39,61**	24,24**	8,84**	28,95**	21,08**	38,62**	4,39*	0,33	20,05*	20,4	33,42**	41,55**

Nota: Valores tabelados de qui-quadrado: 6,63 3,84, significativo para 1 grau de liberdade, a 1%(\*\*) e 5% (\*), respectivamente.  
Fonte: Autoria própria.

## 4.2.2 Correlação e análise multivariada

### 4.2.2.1 *Myracrodruon urundeuva*

#### i). Correlação

Das estimativas dos coeficientes de correlação genética e fenotípica, em nível de média (Tabela 11) o caráter que apresenta maior diferença é o diâmetro a altura do peito (DAP) com a Altura (ALT) na população 10 e 6, e na população 4 sobressai a correlação do DAP e BFU. Freitas et al. (2006), numa população de aroeira ao correlacionar os caracteres silviculturais, obtiveram resultados semelhantes. Batista et al. (2012) obtiveram similar correlação entre os dois caracteres, e manifesta que tem fortes ligações gênicas entre os locos, e assim a possibilidade de seleção em um caráter e a obtenção de ganhos indiretos em outro é relativamente alta.

**Tabela 11.** Correlações genéticas entre caracteres silviculturais e de forma aos 22 anos de idade de *Myracrodruon urundeuva*, em plantio consorciado com progênies de *Astronium fraxinifolium* e *Terminalia argentea*, no município de Selvíria-MS.

VAR.	Pop. 10			Pop. 6			
	DAP	DMC	FOR	DAP	DMC	FOR	
ALT	0,93*	0,28*	0,57*	0,94*	0,27*	0,58*	
DAP	1	0,46*	0,50*	1	0,46*	0,50*	
DMC		1	0,03		1	0,03	
Pop. 4							
	DAP	DMC	FOR	DBM	BFU	BFO	BCO
ALT	0,88*	0,22*	0,48*	0,72*	0,72*	0,58*	0,56*
DAP	1	0,33*	0,34*	0,61*	0,90*	0,68*	0,61*
DMC		1	-0,27	0,31*	0,43*	0,34*	0,40*
FOR			1	0,23*	0,12	0,24*	-0,06
DBM				1	0,54*	0,51*	0,45*
BFU					1	0,67*	0,64*
BFO						1	0,68*

Nota: \*significativo a 5%, com 1 grau de liberdade, ALT: Altura total, DAP: Diâmetro a Altura do Peito, DMC: Diâmetro Médio da Copa e FOR: Forma do fuste.

Fonte: Autoria própria.

#### ii). Distância de Mahalanobis

O método de agrupamento Tocher permitiu a formação de grupos distintos nas três populações (Tabela 12), confirmando a presença de variabilidade no

germoplasma e divergência entre as progênies, mesmo assim, o grupo I reuniu o maior número de progênies, demonstrando que eles são similares entre si.

**Tabela 12.** Formação de grupos com base nas distâncias de Mahalanobis (D2) para os caracteres de crescimento e forma em progênies de *Myracrodruon urundeuva* aos 22 anos de idade, em plantio consorciado com progênies de *Astronium fraxinifolium* e *Terminalia argentea*, no município de Selvíria-MS.

Pop.	Grupo	Progênies	Total
10	I	3, 7, 8, 14, 22, 23, 25, 27	8
	II	6, 9, 13, 15, 21, 26	6
	III	16, 17, 18, 19, 24, 28	6
	IV	2, 5	2
	V	1	1
	VI	11	1
	VII	12	1
	VIII	10	1
	IX	20	1
	X	4	1
6	I	1, 3, 6, 7, 9, 11, 13, 14, 16, 17, 18, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28	20
	II	8, 15	2
	III	2, 5	2
	IV	12	1
	V	19	1
	VI	10	1
	VII	4	1
4	I	1, 2, 10, 11, 15, 19, 22, 23, 28	9
	II	12, 17, 18	3
	III	14, 20, 25, 27	4
	IV	4, 6, 16, 21	4
	V	13, 26	2
	VI	3, 7	2
	VII	9	1
	VII	24	1
	IX	5	1
	X	8	1

Fonte: Autoria própria

#### 4.2.2.2 *Astronium fraxinifolium*

##### i). Correlação

As correlações genéticas entre os caracteres de crescimento foram significativas e de alta magnitude ( $> 0,80$ ) para DAP, indicando que a seleção a partir do diâmetro implicará em resposta positiva no outro (Tabela 13), além de

ser de rápida mensuração, o DAP é preferível para avaliação em campo e predição das estimativas de seleção. Observa-se que apenas a correlação DMC – ALT apresentaram associações negativas.

**Tabela 13.** Correlações genéticas entre caracteres silviculturais e de forma aos 22 anos de idade de *Astronium fraxinifolium*, em plantio consorciado com progênies de *Myracrodruon urundeuva* e *Terminalia argentea*, no município de Selvíria-MS.

VAR.	Pop. 10			Pop. 6		
	DAP	DMC	FOR	DAP	DMC	FOR
ALT	0,76*	-0,03	0,49*	0,77*	-0,04	0,41*
DAP	1	0,42*	0,34*	1	0,42*	0,27*
DMC		1	-0,21		1	-0,25

VAR.	Pop. 4						
	DAP	DMC	FOR	DBM	BFU	BFO	BCO
ALT	0,83*	-0,07	0,44*	0,71*	0,84*	0,62*	0,45*
DAP	1	0,23*	0,30*	0,85*	0,95*	0,81*	0,67*
DMC		1	-0,39	0,40	0,26*	0,43*	0,50*
FOR			1	0,18	0,32*	0,16	0,23*
DBM				1	0,87*	0,80*	0,76*
BFU					1	0,78*	0,69*
BFO						1	0,78*

Nota: \* significativo a 5%, com 1 grau de liberdade, ALT: Altura total, DAP: Diâmetro a Altura do Peito, DMC: Diâmetro Médio da Copa e FOR: Forma do fuste.

Fonte: Autoria própria

ii). Distância de Mahalanobis

O método de agrupamento Tocher permitiu a formação de 3 a 5 grupos nas três populações (Tabela 14). Os resultados obtidos podem ser explicados por Siqueira et al. (1993) sugerindo que a baixa diversidade pode ser devida à sua origem a partir de uma população ancestral comum, ou ainda, que essas populações possam ter sofrido ação antrópica, dispersão de frutos via animais ou polinização cruzada.

**Tabela 14.** Formação de grupos com base nas distâncias de Mahalanobis ( $D^2$ ) para os caracteres de crescimento e forma em progênies de *Astronium fraxinifolium* aos vinte e dois anos de idade, em Selvíria-MS.

Pop.	Grupo	Progênies	Total
10	I	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 13, 15, 16, 18, 19, 20, 21, 23, 25, 26, 27	22
	II	14, 17	2
	III	24, 28	2
	IV	22	1
	V	12	1
6	I	1, 2, 3, 7, 9, 11, 13, 14, 15, 16, 17, 19, 20, 21, 23, 25, 26, 27	18
	II	6, 8, 10, 12	4
	III	5, 22, 24	3
	IV	4, 18	2
	V	28	1
4	I	1, 2, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 25, 26, 27, 28	26
	II	3	1
	III	24	1

Fonte: Autoria própria

#### 4.2.2.3 *Terminalia argentea*

##### i). Correlação

As estimativas das correlações fenotípicas evidenciaram associações positivas e significativas. A seleção indireta pode ser mais eficiente nesse caso. Sant'ana et al. (2013) manifestam que as associações positivas entre os caracteres indicam que a seleção em um caráter pode trazer ganhos indiretos em outro, em especial entre DAP, que apresentou as maiores correlações (>0,70) (Tabela 15).

**Tabela 15.** Correlações genéticas entre caracteres silviculturais aos 22 anos de idade de *Terminalia argentea*, em plantio consorciado com progênies de *Astronium fraxinifolium*, e *Myracrodruon urundeuva*, no município de Selvíria-MS. (continua)

VAR.	Pop. 10			Pop. 6		
	DAP	DMC	FOR	DAP	DMC	FOR
ALT	0,71*	0,48*	0,57*	0,78*	0,56*	0,64*
DAP	1	0,78*	0,43*	1	0,80*	0,50*
DMC		1	0,43*		1	0,50*

**Tabela 15.** (continua). Correlações genéticas entre caracteres silviculturais aos 22 anos de idade de *Terminalia argentea*, em plantio consorciado com progênies de *Astronium fraxinifolium*, e *Myracrodruon urundeuva*, no município de Selvíria-MS. (conclusão)

VAR.	Pop. 4						
	DAP	DMC	FOR	DBM	BFU	BFO	BCO
ALT	0,70*	0,08	0,61*	0,51*	0,92*	0,76*	0,76*
DAP	1	0,16	0,59*	0,59*	0,69*	0,69*	0,59*
DMC		1	0,16	0,18	0,16	0,17	0,13
FOR			1	0,52*	0,63*	0,36	0,49*
DBM				1	0,60*	0,59*	0,49*
BFU					1	0,73*	0,82*
BFO						1	0,80*

Fonte: Autoria própria

ii). Distância de Mahalanobis

O método de agrupamento Tocher permitiu a formação de 7 a 9 grupos distintos nas três populações (Tabela 16), confirmando a presença de variabilidade no germoplasma e divergência entre as progênies. Assim, o grupo I nas populações reuniu o maior número de progênies, demonstrando que eles são similares entre si. Dados contrários se comparados aos obtidos por Zaruma et al. (2015) quem encontrou baixo grau de diversidade genética nas árvores matrizes aonde foram coletadas as sementes.

**Tabela 16.** Formação de grupos com base nas distâncias de Mahalanobis ( $D^2$ ) para os caracteres de crescimento e forma em progênies de *Terminalia argentea* aos 22 anos de idade, em plantio consorciado com progênies de *Astronium fraxinifolium*, e *Myracrodruon urundeuva*, no município de Selvíria-MS. (continua)

Pop.	Grupo	Progênies	Total
10	I	2, 3, 4, 7, 10, 12, 13, 17, 18, 20, 23, 24, 25, 26, 27	15
	II	5, 6, 9, 15, 28	5
	III	14, 16	2
	IV	8, 11	2
	V	1	1
	VI	22	1
	VII	21	1
	VIII	19	1
6	I	3, 4, 7, 10, 12, 17, 18, 20, 23, 24, 25, 26, 27	13
	II	2, 9, 15, 28	4

**Tabela 16.** (continua). Formação de grupos com base nas distâncias de Mahalanobis ( $D^2$ ) para os caracteres de crescimento e forma em progênies de *Terminalia argentea* aos 22 anos de idade, em plantio consorciado com progênies de *Astronium fraxinifolium*, e *Myracrodruon urundeuva*, no município de Selvíria-MS. (conclusão)

Pop.	Grupo	Progênies	Total	
6	III	6, 8, 13	3	
	IV	1, 11	2	
	V	14, 16	2	
	VI	21	1	
	VII	5	1	
	VIII	19	1	
	IX	22	1	
	4	I	1, 2, 3, 4, 7, 12, 13, 17, 24, 25, 26	11
		II	5	1
III		21	1	
IV		23	1	
V		6	1	
VI		22	1	

Fonte: Autoria própria

#### 4.2.3 Sexagem, tamanho efetivo e distância entre populações

##### 4.2.3.1 Sexagem e tamanho efetivo

No teste de progênies, del total das arvores, o florescimento para *M. urundeuva* foi 48,42%, e de *A. fraxinifolium* em 30,01% das arvores (Tabela 17), os níveis baixos de florescimento podem ter sido afetados, pelos níveis de sombreamento provocado pelo consórcio de espécies, apesar de possuírem o mesmo espaçamento, o que interferiu na quantidade de luz dentro do experimento, além, do nível de sincronia entre os indivíduos durante o período de estudo de floração.

**Tabela 17.** Número de plantas (N) tamanho efetivo (Ne) e porcentagem de plantas com florescimento masculino (M), feminino (F), e sem florescimento para *Myracrodruon urundeuva* e *Astronium fraxinifolium*, em um teste de progênies consorciado, em Selvíria - MS, aos 22 anos. (continua)

Progênie	<i>Myracrodruon urundeuva</i>					<i>Astronium fraxinifolium</i>				
	N. Plantas	M (%)	F (%)	SF (%)	Ne	N. Plantas	M (%)	F (%)	SF (%)	Ne
1	29	34,5	13,8	51,7	11	34	23,5	14,7	61,8	12
2	35	22,9	11,4	65,7	11	34	35,3*	2,9	61,8	4

**Tabela 17.** (continua). Número de plantas (N) tamanho efetivo (Ne) e porcentagem de plantas com florescimento masculino (M), feminino (F), e sem florescimento para *Myracrodruon urundeuva* e *Astronium fraxinifolium*, em um teste de progênies consorciado, em Selvíria - MS, aos 22 anos. (conclusão)

Progênie	<i>Myracrodruon urundeuva</i>					<i>Astronium fraxinifolium</i>				
	N. Plantas	M (%)	F (%)	SF (%)	Ne	N. Plantas	M (%)	F (%)	SF (%)	Ne
3	32	34,4	15,6	50,0	14	32	40,6*	9,4	50,0	10
4	32	31,3	40,6	28,1	23	32	15,6	3,1	81,3	3
5	33	27,3*	3,0	69,7	4	31	19,4	6,5	74,2	6
6	33	9,1	21,2	69,7	8	28	10,7	21,4	67,9	8
7	34	23,5	29,4	47,1	18	30	23,3	13,3	63,3	10
8	38	34,2	21,1	44,7	20	23	4,3	30,4*	65,2	4
9	33	24,2	30,3	45,5	18	33	24,2	12,1	63,6	11
10	37	40,5	24,3	35,1	23	29	24,1	13,8	62,1	10
11	37	35,1	18,9	45,9	18	32	6,3	6,3	87,5	4
12	37	24,3*	5,4	70,3	7	27	7,4	18,5	74,1	6
13	28	35,7	14,3	50,0	11	25	12,0	4,0	84,0	3
14	34	20,6	8,8	70,6	8	28	21,4	7,1	71,4	6
15	36	13,9	13,9	72,2	10	30	10,0	13,3	76,7	7
16	35	14,3	28,6	57,1	13	32	18,8*	3,1	78,1	3
17	39	35,9	25,6	38,5	23	32	15,6	12,5	71,9	9
18	39	30,8	17,9	51,3	18	33	21,2	12,1	66,7	10
19	30	43,3	23,3	33,3	18	28	3,6	3,6	92,9	2
20	38	47,4*	18,4	34,2	20	33	12,1	18,2	69,7	10
21	37	24,3	21,6	54,1	17	30	13,3	6,7	80,0	5
22	37	10,8	5,4	83,8	5	33	21,2	6,1	72,7	6
23	35	17,1	11,4	71,4	10	29	27,6	20,7	51,7	14
24	34	23,5	14,7	61,8	12	35	34,3	17,1	48,6	16
25	38	31,6	15,8	52,6	16	31	19,4*	0,0	80,6	0
26	38	44,7	31,6	23,7	28	31	16,1	9,7	74,2	8
27	38	36,8	34,2	28,9	27	32	31,3*	3,1	65,6	4
28	35	34,3	25,7	40,0	21	22	13,6	18,2	68,2	7
<b>TOTAL</b>	981					849				

Fonte: Autoria própria

A proporção masculina:feminina encontrado para *M. urundeuva* foi de 1,5:1, assim, o teste G aplicado com a proporção 1:1, determinou diferenças genéticas significativas para três progênies (5, 12 e 20); no caso do *A. fraxinifolium* se registrou uma proporção de 1,8:1, assim, o teste G aplicado com a proporção 1:1 observou-se diferenças significativas para seis progênies (2, 3, 8, 16, 25, 27) para *A. fraxinifolium*. Bertonha et al. (2016) encontraram em testes de progênies de *M. urundeuva* a proporção sexual de aproximadamente de 5:1.

No estudo realizado numa população de *M. urundeuva* em Paranaíba, a proporção masculina:feminina foi próxima de 1:1 (0,8: 1) (LEITE e MACHADO, 2010).

O tamanho efetivo ( $N_e$ ), considerando sobrevivência completa em cada uma das progênies (10 plantas por parcela e 4 repetições) e para uma proporção de 1:1 entre os indivíduos com florescimento masculino e feminino seria de 40. No entanto, verifica-se que nenhuma das progênies atingiu esse valor em função da presença da subpopulação SF e da desproporção entre as subpopulações M e F. Desse modo, recomenda-se que seria interessante dispor de algum marcador morfológico ou molecular que permitisse saber o sexo do indivíduo antes do mesmo florescer, pois assim as estimativas do tamanho efetivo, levando-se em consideração a proporção entre indivíduos com florescimento masculino e feminino, será mais precisa.

#### **4.2.3.2** *Distância entre subpopulações com diferente florescimento*

A herdabilidade é uma propriedade da população e não só do caráter, como também da influência do ambiente, que os indivíduos estão expostos (FALCONER, 1981). Dessa forma, pode-se utilizar as estimativas de herdabilidade como um parâmetro, que mede a distância genética entre populações (DIAS e KAGEYAMA, 1997; DIAS, 1998) (Tabela 18). Assim, a herdabilidade, em nível de média de progênies, foi estimada nas populações: Pop. 10, Pop. 6 e Pop. 4. Em cada uma dessas populações foram retiradas subpopulações da população de referência (T) composta só por indivíduos com florescimento masculino (M), florescimento feminino (F) e sem florescimento (SF). A hipótese  $H_0$ , nesse caso, é a de que: “se as amostras das subpopulações: M, F e SF forem representativas da população de referência (T) então as estimativas de herdabilidade entre essa população e as subpopulações serão semelhantes”. Nesse caso a hipótese  $H_0$  não é rejeitada. Caso as amostras dessas subpopulações não sejam representativas, a hipótese  $H_0$  é rejeitada, ou seja, aquela subpopulação não tem a mesma representatividade genética da população de referência (T). O teste G foi utilizado para rejeitar ou não a hipótese  $H_0$ .

Em todas as populações de *M. urundeuva* (Pop. 10, Pop. 6 e Pop. 4) a hipótese  $H_0$  foi rejeitada em dez vezes para a subpopulação M (Pop. 10: DAP,

DMC e FOR; Pop. 6: DMC e FOR; Pop. 4: ALT, DAP, FOR, DBM e BCO), nove vezes para a subpopulação F (Pop. 10: FOR; Pop. 6: DMC e FOR; Pop. 4: ALT, DAP, DMC, DBM, BFU e BCO) e apenas duas vezes para a subpopulação SF (Pop. 6: DMC e FOR). No que se refere as populações de *A. fraxinifolium* a hipótese  $H_0$  foi rejeitada nove vezes para a subpopulação M (Pop. 10: ALT, DAP e DMC; Pop. 6: DAP, DMC e FOR; Pop. 4: ALT, BFU e BFO), dez vezes para a subpopulação F (Pop. 10: ALT, DAP, DMC e FOR; Pop. 6: DAP, DMC e FOR; Pop. 4: ALT, BFU e BFO) e seis vezes para a subpopulação SF (Pop. 10: ALT e DAP; Pop. 6: ALT, DAP e FOR; Pop. 4: BCO).

O fato das subpopulações: M, F e SF rejeitarem a hipótese  $H_0$  tem implicações genéticas consideráveis, pois como essas subpopulações não são representativas da população de referência (T) os cruzamentos entre as subpopulações M e F deixam de ser aleatórios e passam a ser direcionados, o que implica no aumento de cruzamentos correlacionados, que podem levar a endogamia e a perda ou fixação de alelos nas próximas gerações. Assim, deve-se levar em consideração que esses resultados estão sujeitos de se alterarem a medida em que todos os indivíduos apresentem florescimento com a tendência do desaparecimento da subpopulação SF e a maior representatividade das subpopulações M e F em relação a população de referência (T).

**Tabela 18.** Herdabilidade média de progênes ( $\hat{h}_m^2$ ) para a população de referência (T) e para as subpopulações (Spop) com florescimento masculino (M), feminino (F), e sem florescimento (SF) nos caracteres altura (ALT), diâmetro a altura do peito (DAP), diâmetro médio de copa (DMC), forma (FOR), densidade básica da madeira (DBM), biomassa de fuste (BFU), biomassa de folha (BFO) e biomassa de copa (BCO) em progênes de *Myracrodruon urundeuva* e *Astronium fraxinifolium* aos 22 anos de idade, em Selvíria-MS.

Espécie	Spop	Pop. 10				Pop. 6				Pop. 4							
		ALT (m)	DAP (cm)	DMC (m)	FOR	ALT (m)	DAP (cm)	DMC (m)	FOR	ALT (m)	DAP (cm)	DMC (m)	FOR	DBM (g cm <sup>-3</sup> )	BFU (kg arv <sup>-1</sup> )	BFO (kg arv <sup>-1</sup> )	BCO (kg arv <sup>-1</sup> )
<i>M. urundeuva</i>	T	0,64	0,65	0,30	0,25	0,68	0,71	0,29	0,14	0,65	0,68	0,46	0,70	0,59	0,56	0,14	0,49
	M	0,51	0,04*	0,06*	0,72*	0,64	0,55	0,03*	0,63*	0,03*	0,02*	0,54	0,06*	0,03*	0,69	0,07	0,10*
	F	0,81	0,82	0,46	0,80*	0,87	0,80	0,76*	0,62*	0,03*	0,99*	0,04*	0,91	0,95*	0,27*	0,18	0,02*
	SF	0,76	0,75	0,37	0,20	0,75	0,78	0,52*	0,02*	0,68	0,64	0,52	0,66	0,67	0,59	0,13	0,49
<i>A. fraxinifolium</i>	T	0,37	0,26	0,69	0,57	0,52	0,14	0,69	0,49	0,40	0,53	0,6	0,78	0,81	0,43	0,53	0,18
	M	0,62*	0,03*	0,06*	0,79	0,36	0,03*	0,21*	0,75*	0,71*	0,69	0,75	0,75	0,70	0,70*	0,18*	0,18
	F	0,04*	0,61*	0,14*	0,36*	0,61	0,78*	0,24*	0,10*	0,71*	0,69	0,75	0,75	0,70	0,70*	0,18*	0,18
	SF	0,02*	0,02*	0,54	0,39	0,12*	0,01*	0,57	0,06*	0,57	0,61	0,50	0,76	0,79	0,44	0,49	0,02*

Nota: \*significativo a 5%, com 1 grau de liberdade, pelo teste G.

Fonte: Autoria própria

## 5 CONCLUSÕES

Dentre as espécies encontradas com o maior IVI, podem ser classificadas como potenciais para a locação de árvores matrizes para subsidiar a coleta de sementes. Portanto, dispõem de tamanho efetivo, que permite a formação de novas populações, a partir da coleta de sementes nessa área de fragmento florestal, o que será fundamental para restauração ecológica, e início de processos de melhoramento genético em áreas do Bolsão Sul-Mato-Grossense.

Em relação ao teste de progênies as árvores remanescentes do desbaste, permitem a utilização do teste em um Pomar de Sementes por Mudas (PSM), por apresentar variabilidade para os caracteres quantitativos. Dessa forma, as sementes que poderão ser coletadas no PSM já apresentam um grau de melhoramento superior as do fragmento florestal.

A associação entre as progênies das espécies *Myracrodruon urundeuva*, *Astronium fraxinifolium* e *Terminalia argentea* é favorável a produção de sementes nessas espécies.

As subpopulações de florescimento masculino (M), feminino (F) e sem florescimento (SF), obtidas a partir da população de referência (T), em alguns casos é divergente da população de referência (T), o que implica em cruzamentos correlacionados, que poderão conduzir o PSM a ter problemas de endogamia em função da desproporção sexual. Porém, esse efeito pode ser amenizado, se o florescimento aumentar nas árvores remanescentes ao desbaste.

## REFERÊNCIAS

ADUAN, R. A.; VILELA, M. F.; KLINK, C. A. **Ciclagem de carbono em ecossistemas terrestres: o caso do Cerrado brasileiro**. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2003. 30 p. (Documentos, 105).

AGUIAR, R.V.; CANSIAN, R.L.; KUBIAK, G.B.; SLAVIERO, L.B.; TOMAZONI, T.A.; BUDKE, J.C.; MOSSI, A.J. Variabilidade genética de *Eugenia uniflora* L. em remanescentes florestais em diferentes estádios sucessionais. **Revista Ceres**, Viçosa, MG, v. 60, n. 2, p. 226-233, 2013.

AGUIAR, A. V.; BORTOLOZO, F. R.; MORAES, M. L. T.; DE SÁ, M. E. Determinação de parâmetros genéticos em populações de gonçalo-alves (*Astronium fraxinifolium*) através de características fisiológicas de sementes. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, n. 60, p. 89-97, 2001.

ALTMANN, A. **Pagamento por serviços ambientais: aspectos jurídicos para a sua aplicação no Brasil**. São Paulo, 2017. Disponível em: <[http://www.planetaverde.org/artigos/arq\\_12\\_51\\_43\\_26\\_10\\_10.pdf](http://www.planetaverde.org/artigos/arq_12_51_43_26_10_10.pdf)>. Acesso em: 28 fev. 2017.

AMARAL, L. P.; FERREIRA, R. A.; LISBOA, G.S.; LONGHI, S. J.; WATZLAWICK, L.F. Variabilidade espacial do Índice de diversidade de Shannon-Wiener em Floresta Ombrófila Mista. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 41, n. 97, p. 83-93, 2013.

ANTIQUERA, L. M.; KAGEYAMA, P. Y. Reproductive system and pollen flow in progenies of *Qualea grandiflora* Mart., a typical species of the brazilian cerrado. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 39, n. 2, p. 337–344, 2015.

APG IV. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG IV. **Botanical Journal of the Linnean Society**, London, v. 181, n. 1, p. 1–20, 2016.

ARAÚJO, T. M.; CARVALHO, Jr., J. A.; HIGUCHI, N.; BRASIL, Jr., A. C. P.; MESQUITA, A.L.A. A tropical rain Forest clearing experiment by biomass burning in the state of Pará, Brazil. **Atmospheric Environment**, Oxford, v. 33, n. 13, p. 1991-1998, 1999.

ARAÚJO, G.M.; HARIDASAN, M. A comparison of the nutrients status of two forests on dystrophic and mesotrophic soils in the cerrado region of central Brazil. **Communications in Soil Science and plant analysis**, New York, n. 19, p. 1075-1089, 1988.

ARAGÃO F.S.; SILVA, A.M.; CAMBUIM, J.; MORAES, M.L.T.; BUZETTI, S.; GANDARA, F.B. Espécies arbóreas que ocorrem na transição da floresta estacional semidecidual e o cerrado, em reserva legal no município de Selvíria, MS. **Cultura Agrônômica**, Ilha Solteira, v. 22, n. 2, p. 1-14, 2013.

BALERONI, C.R.S.; ALVES, P.F.; SANTOS, E.B.R.; CAMBUIM, J.; ANDRADE, J.A. C.; MORAES, M.L.T. Variação genética em populações naturais de aroeira em dois sistemas de plantio. **Revista do Instituto Florestal**, São Paulo, v. 15, n. 2, p. 125–136, 2003. Disponível em:

<[http://www.iflorestal.sp.gov.br/RIF/RevistaF/RIF15-2/RIF15-2\\_125-136.pdf](http://www.iflorestal.sp.gov.br/RIF/RevistaF/RIF15-2/RIF15-2_125-136.pdf)>. Acesso em: 28 fev. 2017.

BATISTA, C. M.; FREITAS, M. L. M.; MORAES, M. A.; ZANATTO, A. C. S.; SANTOS, P. C.; ZANATA, M.; MORAES, M. L. T.; SEBBENN, A. M. Estimativas de parâmetros genéticos e a variabilidade em procedências e progênies de *Handroanthus vellosi*. **Pesquisa Florestal Brasileira**, Colombo, v. 32, n. 71, p. 269-272, 2012.

BATISTA, C. M.; FREITAS, M. L. M.; MORAES, M. A.; ZANATTO, A. C. Z.; SANTOS, P. C.; ZANATA, M.; MORAES, M. L. T.; SEBBENN, A. M. Estimativas de parâmetros genéticos e a variabilidade em procedências e progênies de *Handroanthus vellosi*. **Pesquisa Florestal Brasileira**, Colombo, v. 32, n. 71, p. 269-276, 2012.

BERTONHA, L.J.; FREITAS, M.L.M.; CAMBUIM, J.; MORAES, M.L.T.; SEBBENN, A.M. Seleção de progênies de *Myracrodruon urundeuva* baseada em caracteres fenológicos e de crescimento para reconstituição de áreas de Reserva Legal. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 44, n. 109, p. 95–104, 2016. Disponível em: <http://doi.org/10.18671/scifor.v44n109.09>. Acesso em: 28 fev. 2017.

BLEASDALE, J.K.A. Systematic designs for spacing experiments. **Experimental Agriculture**, New York, v. 3, n. 1, p. 73-86, 1967.

BURGER, L. M.; RICHTER, H. G. **Anatomia da madeira**. São Paulo: Nobel, 1991.157 p.

CALGARO, H.F.; BUZETTI, S.; SILVA, L.R.; LORRAINE, S.; MIRANDA, L.P.M.; MORAES, M.A.; MORAES, M.L.T. Distribuição natural de espécies arbóreas em áreas com diferentes níveis de antropização e relação com os atributos químicos do solo. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 39, n. 2, p. 233-243, 2015.

CALDEIRA, M. V. W. **Determinação de biomassa e nutrientes em uma floresta ombrófila mista Montana em General Carneiro, Paraná**. 176 f. 2003. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2003.

CAMBUIM, J. **Sistema silvipastoril com *Myracrodruon urundeuva* Fr. All.como alternativa de sustentabilidade**. 2013. 92 f. Dissertação (Mestrado em Sistema de Produção) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Engenharia, Ilha Solteira, 2013.

CANUTO, D. S. O.; ZARUMA, D. U. G.; MORAES, M. A.; SILVA, A. M.; MORAES, M. L. T.; FREITAS, M. L. M. Caracterização genética de um teste de progênies de *Dipteryx alata* Vog. proveniente de remanescente florestal da Estação Ecológica de Paulo de Faria, SP, Brasil. **Hoehnea**, São Paulo, v. 42, n. 4, p. 641-648, 2015.

CARVALHO, P.E.R. Aroeira verdadeira. Colombo: Embrapa Florestas, 2003. 16 p. (Circular técnica, n. 82)

CARVALHO, P.E.R. **Espécies arbóreas brasileiras**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica; Colombo: Embrapa Florestas, 2008. v. 3. 604 p.

CARVALHO, P.E.R. **Espécies Arbóreas Brasileiras**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica; Colombo: Embrapa Florestas, 2010. v. 4. 644 p.

CARVALHO, P.E.R. **Espécies Arbóreas Brasileiras**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica; Colombo: Embrapa Florestas, 2014. v. 5. 634 p.

CARPANEZZI, A. A. Ecologia aplicada ao planejamento de plantações de espécies madeireiras nativas. In: SIMPOSIO SOBRE ECOSISTEMAS NATURAIS DO MERCOSUL, 1996, Santa Maria. **Anais...** Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria, CEPEF, 1996. p. 13-20.

CINTRA, T. C. **Avaliação energética de espécies florestais nativas plantadas na região do médio Paranapanema, SP**. 2009. 84 f. Dissertação (Mestrado em Recursos Florestais) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2009.

CHALITA, M. A. C. Delineamentos sistemáticos. 1991. 72 f. (Mestrado) – Universidade de São Paulo – USP, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, 1991.

CHIMELLO, J. **Anotações sobre anatomia e identificações de madeiras**. São Paulo: IPT, 1980. Apostila.

COSTA, F. M. Diversidade genética e distribuição geográfica: uma abordagem para a **conservação on farm e ex situ e o uso sustentável dos recursos genéticos de milho do Oeste de Santa Catarina**. 2013. 212 f. Dissertação (Mestrado em Recursos Genéticos Vegetais) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências Agrárias, Florianópolis, 2013.

COSTA, R. B. **Métodos de seleção, interação genótipo x ambiente e ganho genético para o melhoramento da seringueira no estado de São Paulo**. 1999. 185 f. Tese (Doutorado) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1999.

COLETO, A. L. **Estoque de carbono e variação genética para caracteres silviculturais em teste de progênes e procedências de *Genipa americana*** L. 2016. 72 f. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Ciências Biológicas) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Engenharia, Ilha Solteira, 2016.

CORNACINI, M. R. **Desbaste seletivo de um teste de procedências e progênes de *Astronium fraxinifolium* e *Jacaranda cuspidifolia* com base na variação genética de caracteres quantitativos.** 2016. 74 f. Dissertação (Mestrado em Sistemas de Produção) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Engenharia, Ilha Solteira, 2016.

COUTINHO, L. M. O Bioma Cerrado. In: KLEIN, A. L. (Org.). **Eugen Warming e o cerrado brasileiro: um século depois.** São Paulo: Editora UNESP, 2002. 156 p.

CRUZ, C. D.; CARNEIRO, P. C. S. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético.** v. 2. Viçosa, MG: Editora UFV, 2003. 585 p.

DAMIÃO, J. O.; HERNANDEZ, F. B. T.; SANTOS, G. O.; ZOCOLER, J. L. Balanço hídrico da região de Ilha Solteira, Noroeste Paulista. In: CONGRESSO NACIONAL DE IRRIGAÇÃO E DRENAGEM, 2010, Uberaba. **Anais...** [S. l.: s. n.], 2010.

DIAS JÚNIOR, A. F.; CARVALHO, A. M.; SANTOS, P. V.; SILVA, M. A. Usinagem da madeira de cinco espécies nativas brasileiras. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental-REGET**, Santa Maria, v. 18, n. 3, p. 1200-1206, 2014.

DIAS, L. A. S.; KAGEYAMA, P. Y. Multivariate genetic distance and hybrid performance of cacao (*Theobroma cacao* L.). **Brazilian Journal of Genetics**, Ribeirão Preto, v. 20, n. 1, p. 63-70, 1997.

DIAS, L. A. S. Análises multidimensionais. In: ALFENAS, A. C. **Eletroforese de isoenzimas e proteínas afins: fundamentos e aplicações em plantas e microrganismos.** Viçosa, MG: UFV, 1998. p. 405-475.

DURIGAN, G.; NOGUEIRA, J. C. B. Recomposição de matas ciliares. **Série Registros Instituto Federal de São Paulo**, São Paulo, v. 4, p. 1-14, 1990.

DURIGAN, G.; SIQUEIRA, M.F.; FRANCO, G.A. Threats to the Cerrado remnants of the state of São Paulo, Brazil. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 64, n. 4, p. 355–363, 2007.

EITEN, G. Vegetação do cerrado. In: PINTO, M.N. (Org.). **Cerrado: caracterização, ocupação e perspectivas.** Brasília, DF: Ed. Universidade de Brasília, 1994. 681 p.

ETTORI, L. C.; SIQUEIRA, A. C. M. F.; ZANATTO, A. C. S.; BOAS, O. V. Variabilidade genética em duas populações de *Cordia trichotoma*. **Revista Instituto Florestal**, São Paulo, v. 11, n. 2, p. 179-187, 1999.

FALCONER, D.S. **Introdução à genética quantitativa**. Viçosa, MG: UFV, 1981. 279 p.

FALCONER, D. S.; MACKAY, T. F. **Introdução à genética quantitativa**. Londres: Longman, 1996. 464 p.

FERREIRA, D.F. **Estatística Básica**. Lavras: Editora UFLA, 2009. 664p.

FELFILI, M.C.; FELFILI, J.M. Diversidade alfa e beta no cerrado *sensu stricto* da Chapada Pratinha, Brasil. **Acta Botânica Brasílica**, Porto Alegre, v. 15, n. 2, p. 243-254, 2001.

FREITAS, M. L.; ANDRADE, A. A. P.; SEBBEN, A. M.; MORAES, M. L. T.; MACEDO, L. E. G. Variação genética em progênies de *Myracrodruon urundeuva* F.F. & M.F. Allemão em três sistemas de cultivo. **Arvore**, Viçosa, MG, v. 30, n. 3, p. 319-329, 2006.

FREITAS, M. L. M.; AGUIAR, A. V.; SPOLADORE, J.; SOUSA, V. A.; SEBBEN, A.M. Produção de sementes de espécies florestais nativas: estratégias de melhoramento. In: PINA-RODRIGUES, F. C. M.; FIGLIOLIA, M. B.; SILVA, A. **Sementes florestais tropicais: da ecologia a produção**. Londrina: ABRATES, 2015. p.128-152.

FOELKEL, C.E.B.; BRASIL, M.A.M.; BARRICHELO, L.E.G. Métodos para determinação da densidade básica de cavacos para coníferas e folhosas. **IPEF**, Piracicaba, v. 1, n. 2/3, p. 65-74, 1971.

GONELA, A.; SEBBEN, A. M.; SORIANI, H. H.; MESTRINER, M. A.; MARTINEZ, C. A.; ALZATE-MARIN, A. L. Genetic diversity and mating system of *Copaifera langsdorffii* (Leguminosae/Caesalpinioideae). **Genetics and Molecular Research**, Ribeirão Preto, v. 12, n. 1, p. 569-580, 2013.

GONCALVES-ALVIM, S.J.; COLLEVATTI, R.G.; FERNANDES, G.W. Effects of Genetic Variability and Habitat of *Qualea parviflora* (Vochysiaceae) on Herbivory by Free-feeding and Gall-forming Insects. **Annals of Botany**, London, v. 94, n. 2, p. 259-268, 2004.

GOULART, M. F.; RIBEIRO, S. P.; LOVATO, M. B. Genetic, morphological and spatial characterization of two populations of *Mabea fistulifera* Mart. (Euphorbiaceae), in different successional stages. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, Curitiba, v. 48, n. 2, p. 275-284. 2005.

GOLLE, D. P; REINIGER, L. R.; CURTI, A. R.; BEVILACQUA, C. B. Melhoramento florestal: ênfase na aplicação da biotecnologia. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 39, n. 5, p. 1607-1614, 2009.

GRATTAPAGLIA, D. **Melhoramento de *Eucalyptus***: híbridos, clonagem e marcadores moleculares. [S. l.], 2008. Palestra. Disponível em: <[http://ww.cenargen.embrapa.br/palestras/21102006/21102006\\_001.pdf](http://ww.cenargen.embrapa.br/palestras/21102006/21102006_001.pdf)> Acesso em: 28 fev. 2017.

HAY, J.D.; BIZERRIL, M.X.; CALOURO, A.M.; COSTA, E.M.N.; FERREIRA, A.A.; GASTAL, M.L.A.; GOES JUNIOR, C.D.; MANZAN, D.J.; MARTINS, C.R.; MONTEIRO, J.M.G.; OLIVEIRA, S.A.; RODRIGUES, M.C.M.; SEYFFARTH, J.A.S.; WALTER, B.M.T. Comparação do padrão da distribuição espacial em escalas diferentes de espécies nativas do cerrado, em Brasília, DF. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 23, n. 3, p. 341-347, 2000.

HAYWARD, M.D.; HAMILTON, N.R.S. Genetic diversity – population structure and conservation. In: CALLOW, J. A.; FORD-LLOYD, B. V.; NEWBURY, H. J. **Biotechnology and plant genetic resources: conservation and use**. New York: Cab internacional, 1997. p. 49-76. (Biotechnology in agriculture series, 19)

HIGA, A. R.; DUQUE SILVA, L. Certificação da produção de sementes e mudas de espécies florestais nativas. In: SILVA, L. D.; HIGA, A. R. **Pomar de espécies florestais nativas**. Curitiba: FUPEF, 2006. p. 65-77.

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE - IIPCC. **Climate Change: 2014–Impacts, Adaptation and Vulnerability: Regional Aspects**. Cambridge: Cambridge University, 2014. 1132 p.

INSTITUTO DE PESQUISAS JARDIM BOTÂNICO DO RIO DE JANEIRO – JBRJ. **Lista de espécies da flora do Brasil** . [S. l.], 2017.

JACOVINE, L. A. G.; NISHI, M. H.; SILVA, M. L.; VALVERDE, S. R.; ALVARENGA, A. A. P. A seringueira no contexto das negociações sobre mudanças climáticas globais. In: ALVARENGA, A. P.; CARMO, C. A. F. S. (Ed.). **Sequestro de carbono: quantificação em seringais de cultivo e na vegetação natural**. Viçosa, MG: UFV, 2006. p.1-41.

KAGEYAMA, P.Y. Conservação “*in situ*” de recursos genéticos de plantas. **Silvicultura**, São Paulo, v. 11, n. 41, p. 7-37, 1987.

KAGEYAMA, P. Y.; GANDARA, F. B.; SOUZA, L. D. Consequências genéticas da fragmentação sobre populações de espécies arbóreas. **Série Técnica IPEF**, São Paulo, v. 12, n. 32, p. 65-70, 1998.

KAGEYAMA, P. Y.; GANDARA, F. B.; VENCOSKY, R. Conservação *in-situ* de espécies arbóreas tropicais. In: NASS, L. L.; VALOIS, A. C. C.; MELO, I. S.; VALADARES-INGLIS, M. C. **Recursos genéticos e melhoramentos de plantas**. Rondonópolis: Fundação MT, 2001. p. 149-158.

- KUBOTA, T. Y. K., MORAES, M. A.; SILVA, E. C. B.; PUPIN, S.; AGUIAR, A. V.; MORAES, M. L. T.; FREITAS, M. L. M.; SATO, A. S.; MACHADO, J. A. R.; SEBBENN, A. M. Variabilidade genética para caracteres silviculturais em progênies de polinização aberta de *Balfourodendron riedelianum* (Engler). **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 43, n. 106, p. 407-415, 2015.
- LACERDA, A. E.; NIMMO, E. R.; SEBBENN, A. M. Modelling the long-term impacts of logging on genetic diversity and demography of *Hymenaea courbaril*. **Forest Science**, Bethesda, v. 59, n. 1, p. 15-26, 2013.
- LEITE, A.V.L.; MACHADO, I.C. Reproductive biology of woody species in Caatinga, a dry forest of northeastern Brazil. **Journal of Arid Environments**, London, v. 74, n. 11, p. 1374-1380, 2010.
- LIMA-RIBEIRO, M.S. Distribuição espacial de *Duguetia furfuraceae* (A. St.-Hil.) Benth. & Hook. (Annonaceae) em um campo sujo no município de Caiapônia, GO, Brasil. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 23, n. 2, p. 96-104, 2007a.
- LIMA-RIBEIRO, M. S. Distribuição espacial de espécies arbóreas em fragmentos de cerrado sentido restrito no planalto central brasileiro - GO. **Biociências**, Porto Alegre, v. 15, n. 2, p. 160-165, 2007b.
- LIMA-RIBEIRO, M.S.; PRADO, E.C. Distribuição espacial de uma população de *Vernonia aurea* Mart. ex DC. (Asteraceae) em um fragmento de cerradão no município de Caiapônia, GO, Brasil. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 23, n. 3, p. 81-89, 2007.
- LIMA, R. A.; LOPES, M. T. G.; BENTES, J. L. L. S.; VALENTE, M. S. F.; PEREIRA, J. O.; MUNIZ, G. I. B. Diversidade e estrutura genética de *Senna reticulata*. **Floresta**, Curitiba, v. 45, n. 3, p. 507-514, 2015.
- LITTON, C.; RAICH, J. W.; RYAN, M. G. Carbon allocation in forest ecosystems. **Global Change Biology**, Oxford, v. 13, n. 10, p. 2089-2109, 2007.
- LORENZI, H. **Plantas daninhas do Brasil**: terrestres, aquáticas, parasitas e tóxicas. 3. ed. Nova Odessa: Plantarum, Zootecnia, 2000. 620 p.
- LORENZI, H. **Árvores brasileiras**: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. 5. ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2008. v.1. 368p.
- LUDWIG, J.A.; REYNOLDS, J.F. **Statistical ecology**: a primer on methods and computing. New York: J. Wiley & Sons, 1988. v. 1. 337 p.
- LLEIRAS, E. Conservação de recursos genéticos florestais. In: CONGRESSO NACIONAL SOBRE ESSÊNCIAS NATIVAS, 2., 1992, São Paulo. **Anais...** São Paulo: Secretaria do Meio Ambiente/Instituto Florestal, 1992. p.1179-1184.
- MACHADO, S. A.; FIGUEIREDO FILHO, A. **Dendrometria**. Curitiba: UFPR, 2003. 309 p.

MACHADO NETO, A. P.; BRANDÃO, C. F. L. S. Densidade e poder calorífico como base para prevenção de incêndios florestais sob linhas de transmissão. **Nativa**, Sinop, v. 3, n. 1, p. 10-15, 2015.

MARTINEZ, C. A.; OLIVEIRA, E. A. D.; MELLO, T. R. P.; ALZATE-MARIN, A. L. Respostas das plantas ao incremento atmosférico de dióxido de carbono e da temperatura. **Revista Brasileira de Geografia Física**, Recife, v. 8, p. 635-650, 2015.

MARTINS, O. S. **Determinação do potencial de sequestro de carbono na recuperação de matas ciliares na região de São Carlos – SP**. 2004. 136 f. Tese (Doutorado em Ecologia e Recursos Naturais) - Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2004. Disponível em: < <http://www.bv.Fapesp.br/pt>>. Acesso em: 28 fev. 2017.

MARGALEF, R. **Ecological diversity and its measurement**. Londres: CroomHelm, 1988. 179 p.

MANOEL, R. O.; CARDIN, L. T.; MOREIRA, J. P.; SILVA, E. C. B.; SENNA, S. N.; KUBOTA, T. Y. K.; FREITAS, M. L. M.; MORAES, M. L. T.; SEBBENN, A. M. Sistema de reprodução, parentesco e tamanho efetivo em sementes de polinização livre de populações fragmentadas de *Copaifera langsdorffii* Desf. por análise de *locos* microssatélites. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 40, n. 94, p. 145-155, 2012a.

MANOEL, R. O.; ALVES, P. F.; DOURADO, C. L.; GAINO, A. P.; FREITAS, M. L. M.; MORAES, M. L. T.; SEBBENN, A. M. Contemporary pollen flow, mating patterns and effective population size inferred from paternity analysis in a small fragmented population of the neotropical tree *Copaifera langsdorffii* Desf. (Leguminosae-Caesalpinioideae). **Conservation Genetics**, Netherlands, v. 13, n. 3, p. 613-623, 2012b.

MATTOS, B. D.; DARCI, A. G.; DIEGO, M. S.; LEANDRO, C.; RAFAEL, R. M.; ELIO, J. S. Variação axial da densidade básica da madeira de três espécies de gimnosperma. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v. 6, n. 1, p. 121-126, 2011.

MELO, M.F.V. **Diversidade genética, estrutura genética espacial, sistema de reprodução e fluxo gênico em jenipapo (*Genipa americana* Linnaeus) utilizando marcadores microssatélites**. 2016. 64 f Tese (Doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu, 2016.

MENDONÇA, G.C.; CHICHORRO, J.F.; MENDONÇA, A.R.; GUIMARÃES, L.A.D.O.P. Avaliação silvicultural de dez espécies nativas da mata Atlântica. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 27, n. 1, p. 277-290, 2017.

MEIRELES, M.L.; LUIZ, A.J.B. Padrões espaciais de árvores de um cerrado em Brasília, DF. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 18, n. 2, p. 185-189, 1995.

- MISSIO, E. L.; NICOLOSO, F. T.; JUCOSKI, G. O.; SARTORI, L. Exigências nutricionais da grábia ao fósforo e enxofre em Argissolo Vermelho distrófico arsênico: efeito da adubação no crescimento. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 34, n. 4, p. 1051-1057, 2004.
- MONTEIRO, E. A.; FISCH, S. T. V. Estrutura e padrão espacial das populações de *Bactris setosa* Mart. e *B. hatschbachii* Noblick ex A. Hend (Arecaceae) em um gradiente altitudinal, Ubatuba (SP). **Biota Neotrópica**, Campinas, v. 5, n. 2, p. 111-117, 2005.
- MORAES, M. L. T.; MORI, E. S.; RODRIGUES, C. J. Delineamento de pomar multiespécies. In: HIGA, A. R. I.; SILVA, L. D. **Pomar de sementes de espécies florestais nativas**. Curitiba: FUPEF, 2006. v.1. p.183-202.
- MUELLER-DOMBOIS, D.; ELLENBERG, H. **Aims and methods of vegetation ecology**. New York: John Wiley & Sons, 1974. 547 p.
- NASS, L. L.; VALOIS, A. C. C.; MELO, I. S.; VALADARES-INGLIS, M. C. **Recursos genéticos e melhoramento-plantas**. Rondonópolis: Fundação MT, 2001. 1183 p.
- NELDER, J. A. New kinds of systematic designs for spacing experiments. **Biometrics**, Arlington, v. 18, n. 3, p. 283-307, 1962.
- NUTTO, L. Manejo do crescimento diamétrico de *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Ktze. baseado na árvore individual. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 11, n. 2, p. 9-25, 2001.
- OTSUBO, H.C.B.; MORAES, M.L.T.; MORAES, M.A.; NETO, J.M.; FREITAS, M.L.M.; COSTA, R.B.; RESENDE, M.D.V.; SEBBENN, A.M. Variação genética para caracteres silviculturais em três espécies arbóreas da região do bolsão sul-mato-grossense. **Cerne**, Lavras, v. 21, n. 4, p. 535-544, 2015.
- OLIVEIRA FILHO, A.R.; RATTER, J.A. Vegetation physiognomies and woody flora of the Cerrado biome. In: OLIVEIRA, P. S.; MARQUIS, R. S. (Eds.). **The cerrados of Brazil: Ecology and natural history of a neotropical savanna**. New York: The University of Columbia, 2002. p. 91-120.
- OLIVEIRA FILHO, A. T.; SHEPHERD, G. J.; MARTINS, F. R.; STUBBLEBINE, W. H. Environmental factors affecting physiognomic and floristic variation in an area of cerrado in central Brazil. **Journal of Tropical Ecology**, Cambridge, v. 5, n. 4, p. 413-451, 1989.
- OLIVEIRA, S. A.; MORAES, M. L. T.; KURAMOTO, C. M.; SIQUEIRA, A. C. M. F.; KAGEYAMA, P. Y. Variação genética em progênies de aroeira (*Myracrodruon urundeuva* Fr. All.) sob diferentes condições de cultivo. **Revista do Instituto Florestal**, São Paulo, v. 12, n. 2, p. 155–166, 2001. Disponível em <[http://www.iflorestal.sp.gov.br/RIF/RevistaIF/RIF12-2/RIF12-2\\_155-166.pdf](http://www.iflorestal.sp.gov.br/RIF/RevistaIF/RIF12-2/RIF12-2_155-166.pdf)>. Acesso em: 28 fev. 2017.

PAIVA, J. R.; VALOIS, A. C. C. Espécies selvagens e sua utilização no melhoramento. In: NASS, L. L. L.; VALOIS, A. C. C., MELO, I. S.; INGLIS, M. C. V. **Recursos genéticos e melhoramento: plantas**. Rondonópolis: Fundação MT, 2001. p. 79-99.

PENEDO, W.R. **Uso da madeira para fins energéticos**. Belo Horizonte. Fundação CETEC, 1980.

PIGATO, S.M.P.C.; LOPES C.R. Avaliação da variabilidade genética em quatro gerações de *Eucalyptus urophylla* S.T.Blake por meio de marcador molecular RAPD. **Scientia Florestalis**, Piracicaba, v. 1, n. 60, p. 119-133, 2001.

PIRES, I.E. **Variabilidade genética em progênies de uma população de algaroba - *Prosopis juliflora* (Sw) Dc** - na região de Soledade - Paraíba. 1984. 93 f. Dissertação (Mestrado)- Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1984.

PINHEIRO, E.D.S.; DURIGAN, G. Dinâmica espaço-temporal (1962-2006) das fitofisionomias em unidade de conservação do Cerrado no sudeste do Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 32, n. 3, p. 441–454, 2009.

PRIMACK, R. B.; RODRIGUES, E. **Biologia da conservação**. Londrina: Planta, 2001. 328 p.

R CORE TEAM. **R: a language and environment for statistical computing**. Versão 3.2.1. Viena: R Foundation for Statistical Computing, 2016.

RATTER, J. A. Some notes on two types of cerradão occurring in northeastern Mato Grosso. In: FERRI, M. G. (Ed.). **III Simpósio Sobre o Cerrado**. São Paulo: [s. n.], 1971. p. 110-112.

RATTER, J. A.; RICHARDS, P. N.; ARGENTE, G. E.; GIFFORD, D. R. G. Observations on the vegetation of northeastern Mato Grosso. **Philosophical Transaction fo the Royal Society of London, Series B.; Biological Sciences**, London, v. 226, n. 880, p. 449-492, 1973.

RESENDE, M.D.V., HIGA, A.R. Estimação de valores genéticos no melhoramento de *Eucalyptus*: seleção em um caráter com base em informações do indivíduo e de seus parentes. **Boletim de Pesquisa Florestal**, Colombo, n. 28-29, p. 11-36, 1994.

RESENDE, M.D.V. **Matemática e estatística na análise de experimentos e no melhoramento genético**. Colombo: Embrapa Florestal, 2007a. 561 p.

RESENDE, M.D.V. **SELEGEN-REML/BLUP: Sistema Estatístico e Seleção Genética Computadorizada via Modelos Lineares Mistos**. Colombo: Embrapa Florestas, 2007b. 360 p.

RESENDE, M. D. V. **Genética biométrica e estatística no melhoramento de plantas perenes**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2002. 975 p.

RIBAS, L. **Variabilidade isoenzimática e sistema de cruzamento de *Parapiptadenia rigida* em um pomar de sementes.** 1999. 90 f. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 1999.

RIBEIRO, J.F.; WALTER, B.M.T. Fitofisionomias do bioma cerrado. In: SANO S.M.; ALMEIDA, S.P. (Ed.). **Cerrado: ambiente e flora.** Planaltina: EMBRAPA Cerrados, 1998. p.89–66.

RIZZINI, C. T. **Tratado de fitogeografia do Brasil.** 2. ed. Rio de Janeiro: Âmbito Cultural Edições, 1997. 748 p.

RIZZINI, C. T. Aspectos ecológicos da regeneração em algumas plantas do cerrado. In: SIMPÓSIO SOBRE CERRADO, 3., 1971, São Paulo. **Anais...** São Paulo: Editora Edgard Blücher, 1971. p. 61-64.

ROLIM, G. S.; CAMARGO, M. B. P.; LANIA, D. G.; MORAES, J. F. L. Classificação climática de Köppen e Thornthwaite e sua aplicabilidade na determinação de zonas agroclimáticas para o estado de São Paulo. **Bragantia**, Campinas, v. 66, n. 4, p. 711-720, 2007.

ROWELL, R. M. **Handbook of wood chemistry and wood composites.** New York: Taylor & Francis Group, 2005. 504 p.

SANTOS, H. G.; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C.; OLIVEIRA, V. A.; OLIVEIRA, J. B.; COELHO, M. R.; LUMBRELAS, J. F.; CUNHA, T. J. F.; ALMEIDA, J. A. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos.** 3. ed. Brasília, DF: Embrapa, 2013. 353 p.

SANTOS, R.M.; ALMEIDA, V., F. Análise estrutural do componente arbóreo de três áreas de cerrado em diferentes estádios de conservação no município de Três Marias, Minas Gerais, Brasil. **Cerne**, Lavras, v.11, n.4, p.399-408, 2005.

SANT'ANA, V. Z.; FREITAS, M. L. M.; MORAES, M. L. T.; ZANATA, M.; ZANATTO, A. C. S.; MORAES, M. A.; SEBBENN, A. M. Parâmetros genéticos em progênies de polinização aberta de *Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong em Luiz Antonio, SP, Brasil. **Hoehnea**, São Paulo, v. 40, n. 3, p. 515-520, 2013.

SEBBENN, A.M. Effects of forest fragmentation on the effective and realized gene flow of Neotropical tree species: implications for genetic conservation. **BMC Proceedings**, New York, v. 5, n. 7, p. 2, 2011.

SEBBENN, A.M. Sistemas de reprodução em espécies tropicais e suas implicações para a seleção de árvores matrizes para reflorestamentos ambientais. In: HIGA, A. R.; SILVA, L. D. **Pomar de sementes de espécies florestais nativas.** Curitiba: FUPEF, 2006. p.183-202.

SEBBENN, A. M. Tamanho amostral para conservação *ex-situ* de espécies arbóreas com sistema misto de reprodução. **Revista do Instituto Florestal**, São Paulo, v. 15, n. 2, p. 147-162, 2002.

SEBBENN, A.M.; FREITAS, M.L.M.; ZANATTO, M.C.S.; MORAIS, E.; MORAES, M. A. Comportamento da variação genética entre e dentro de procedências e progênes de *Gallesia integrifolia* Vell. Moq. para caracteres quantitativos. **Revista do Instituto Florestal**, São Paulo, v. 21, n. 2, p. 151-63, 2009.

SEBBENN, A.M.; DEGEN, B.; AZEVEDO, V.C.R.; SILVA, M.B; LACERDA, A.E.; CIAMPI, A.Y.; KANASHIRO, M.; CARNEIRO, F.; TOMPSON, I.; LOVELESS, L.D. Modelling the long-term impacts of selective logging on genetic diversity and demographic structure of four tropical tree species in the Amazon Forest. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v. 254, n. 2, p. 335-349, 2008.

SEBBENN, A.M.; SIQUEIRA, A.C.M. F.; KAGEYAMA, P.Y.; DIO-JUNIOR, O.J. Variação genética entre e dentro de populações de amendoim-*Pterogyne nitens*. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 1, n. 56, p. 29-40, 1999.

SECRETARIA DE ESTADO DE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO – SEMADE. **Estudo da dimensão territorial do estado de Mato Grosso do Sul: regiões de planejamento**. Campo Grande, MS, 2015. 91 p.

SHIMIZU, J. Estratégia complementar para conservação de espécies florestais nativas: resgate e conservação de ecótipos ameaçados. **Pesquisa Florestal Brasileira**, Colombo, v. 1, n. 54, p. 07-35, 2007.

SILVA JÚNIOR, M.C. **100 árvores do cerrado: guia de campo**. Brasília, DF: Editora Rede de Sementes do Cerrado, 2005. 278p.

SILVA, A. M. D.; CANUTO, D. S. O.; CAMBUIM, J.; MORAES, M. L. T. **Reflorestamento ciliar em diferentes modelos de plantio**. [S. l.]: Appris, 2016. p. 191.

SILVA, E.F.; DE OLIVEIRA, C.A.M.; LINS-E-SILVA, A.C.B.; RODAL, M.J.N. Diversity and genetic structure of natural fragmented populations of *Tapirira guianensis* Aubl. in northeastern Brazil. **Bioremediation, Biodiversity, and Bioavailability**, New York, v. 2, n. 1, p. 35-40, 2008.

SILVA, C.; VALE, A.T.; PEREIRA, M.E. Densidade básica da madeira de espécies arbóreas de Cerradão no estado de Tocantins. **Pesquisa Florestal Brasileira**, Colombo, v. 35, n. 82, p. 63-75, 2015.

SILVEIRA, P. KOEHLER, H. S.; SANQUETTA, C. R.; ARCE, J. E. O estado da arte na estimativa de biomassa e carbono em formações florestais. **Floresta**, Curitiba, v. 38, n. 1, p. 185-202, 2008. Disponível em: <<http://ojs.c3sl.ufpr.br/ojs2/index.php/floresta/article/view/11038/7509>>. Disponível em; 28 fev. 2017.

SIQUEIRA, C. M. F.; NOGUEIRA, J. C. B.; KAGEYAMA, P. Y. Conservação dos recursos genéticos *ex situ* do cumbaru *Dipteryx alata* Vog. – Leguminosae. **Revista do Instituto Florestal**, São Paulo, v. 5, n. 2, p. 231-243, 1993.

SOUZA, L.B.; DE RUAS, E.A.; RODRIGUES, L.A.; RUAS, C.F.; RUAS, P.M. AFLP marker analysis revealing genetic structure of the tree *Parapiptadenia rigida* (Benth.) Brenan (Leguminosae-Mimosoideae) in the southern Brazilian Tropical Rainforest. **Genetics and Molecular Biology**, Ribeirão Preto, v. 36, n. 4, p. 533-539, 2013.

SOUZA, J. P.; COIMBRA, F. G. Estrutura populacional e distribuição espacial de *Qualea parviflora* Mart. em um cerrado *sensu stricto*. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 21, n. 2, p. 65-70, 2005.

SOUZA, C. S.; AGUIAR, A. V.; SILVA, A. M.; MORAES, M. L. T. Variação genética em progênies de Gonçalo-alves (*Astronium fraxinifolium*) em dois sistemas de plantio. **Revista Instituto Florestal**, São Paulo, v. 15, n. 2, p. 137-145, 2003.

SOUZA, V. A.; AGUIAR, A. V.; MOURA, N. F.; MORAES, M. A.; MORAES, M. L. T.; SEBBENN, A. M. Fluxo gênico e estrutura genética espacial intrapopulacional e suas implicações para a coleta de sementes de espécies arbóreas tropicais. In: PIÑA-RODRIGUES, F. C. M.; FIGLIOLIA, M. B.; SILVA, A. da.. (Org.). **Sementes florestais tropicais: da ecologia à produção**. Londrina: ABRATES, 2015. p. 46-82.

SOUZA, D. C. L. **Sistema de reprodução e distribuição da variabilidade genética de *Myracrodruon urundeuva* (F.F. & M.F. Allemão) em diferentes biomas**. 2017. 126 f. Tese (Doutorado) - Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2017.

TEIXEIRA, M. I.; ARAUJO, A. R.; VALERI, S. V.; RODRIGUES, R. R. Florística e fitossociologia de área de cerrado S.S. no município de Patrocínio Paulista, nordeste do Estado de São Paulo. **Bragantia**, Campinas, v. 63, n. 1, p. 1-11, 2004.

TORGGLER, M.G.F.; CONTEL, E.P.B.; TORGGLER, S.P. **Isoenzimas: variabilidade genética em plantas**. Ribeirão Preto: SBG, 1995. 186 p.

VALE, A. T.; BRASIL, M. A. M.; LEÃO, A. L. Quantificação e caracterização energética da madeira e casca de espécies do cerrado. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 12, n. 1, p. 71-80, 2002.

VALE, A.T.; MARTINS, I.S.; BRASIL, M.A.M. Variação axial da massa específica básica da madeira de *Acacia mangium* Willd. Aos sete anos de idade. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 9, n. 2, p. 85-92, 1999.

VENCOVSKY, R.; BARRIGA, P. **Genética biométrica no fito melhoramento**. Ribeirão Preto: Sociedade Brasileira de Genética, 1992. 496 p.

VIEIRA, G. **Modelagem da Biomassa viva e do estoque de carbono de *Nectandra grandiflora* Neesem São João do Triunfo-PR**. 2011. 75 f. Dissertações (Mestrado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2011.

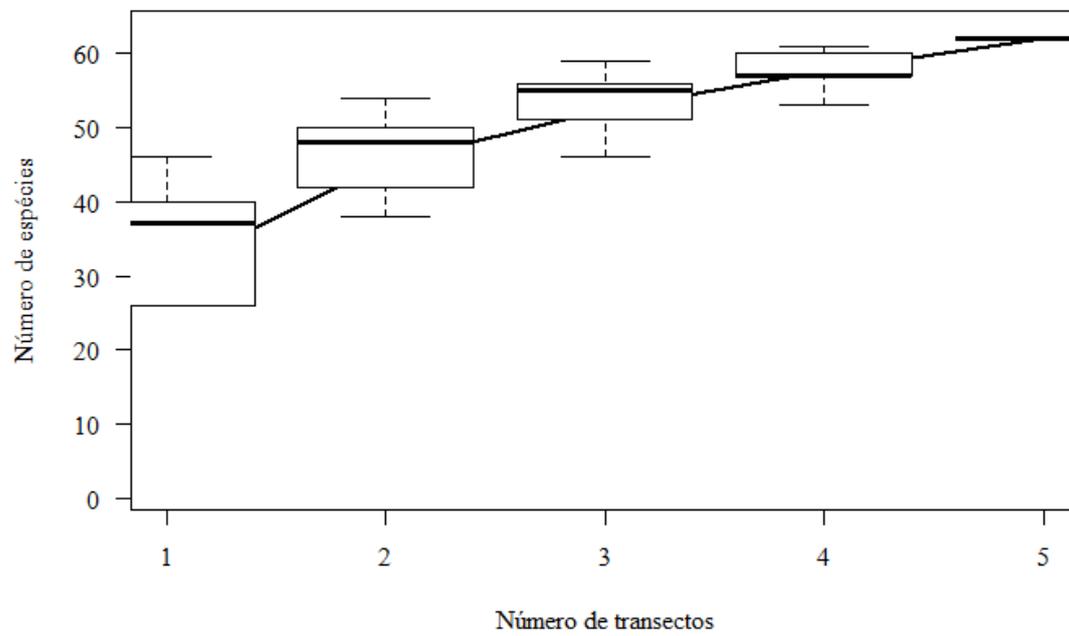
WADSWORTH, F.H. **Producción florestal para América Tropical**. Washington: USDA, 2000. 602 p.

YOUNG, A.; BOYLE, T. Forest fragmentation In: YOUNG, A.; BOSHIER, D.; BOYLE, T. **Forest conservation genetics: principles and practice**. Collingwood: CSIRO, 2000. p.123-132.

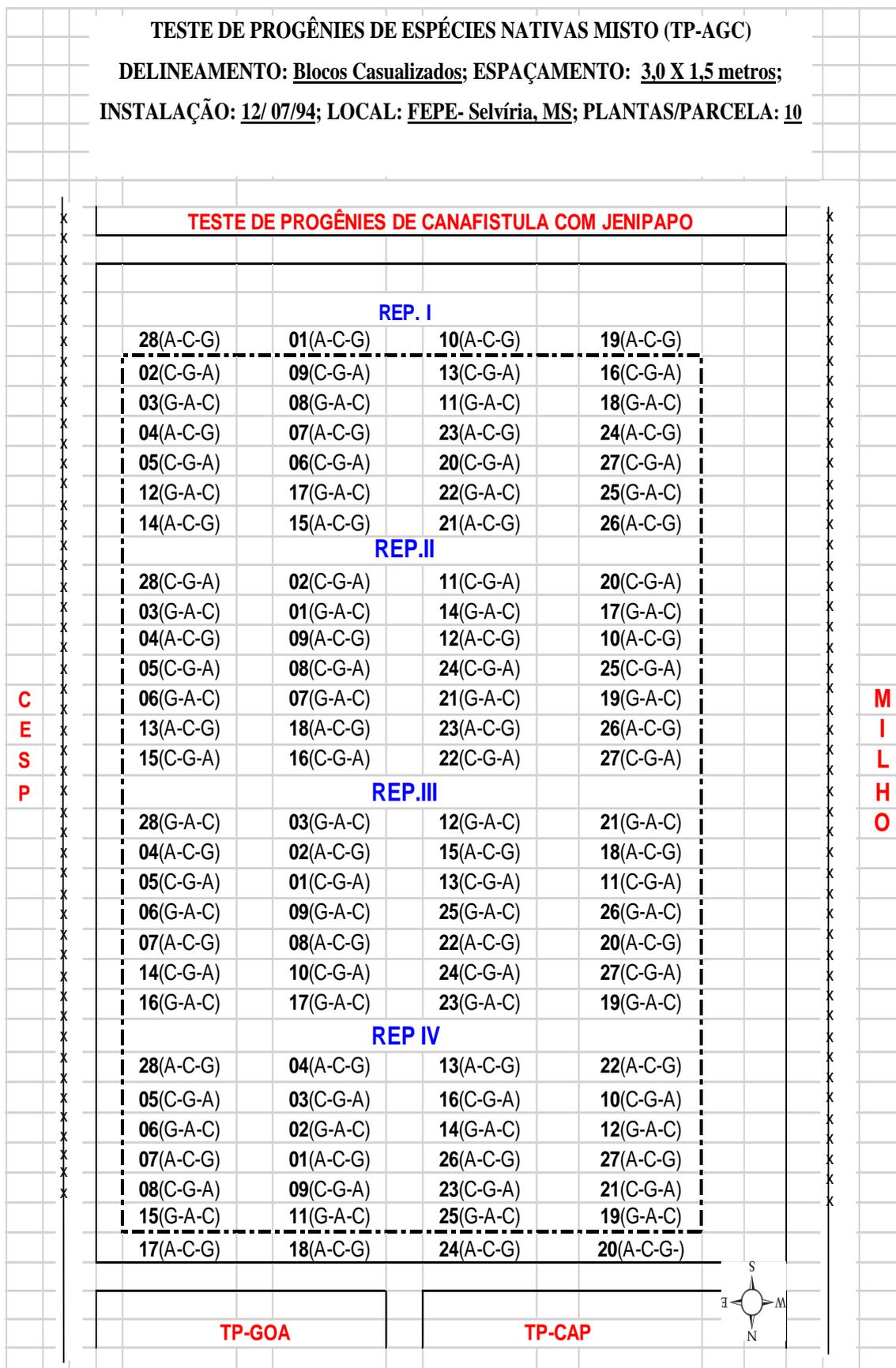
ZARUMA, D. U. G.; CANUTO, D. S. O.; PUPIN, S.; CAMBUIM, J. S.; SILVA, A. M.; MORI, E. S.; SEBBENN, A. M.; MORAES, M. L. T. Variabilidade genética em procedências e progênies de *Dipteryx alata* vogel para fins de conservação genética e produção de sementes. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 43, n. 107, p. 609-615, 2015.

**APÊNDICE**

**Figura 1A.** Curva de acumulação de espécies e desvio padrão, no fragmento florestal de Cerrado em Selvíria-MS, em 2017.



**Figura 2A.** Croqui de campo do teste de progênies com espécies nativas misto na FEPE/FEIS/UNESP, no município de Selvíria-MS.



**Tabela 1A.** Estimativa de parâmetros fitossociológicos para espécies presentes no estrato superior (DAP > 10 cm), no fragmento florestal (0,83 ha) em Selvíria-MS, em ordem do Índice de Valor de Importância (IVI); Área basal (AG, em m<sup>2</sup> ha<sup>-1</sup>); Dominância relativa (DoR, em %); Densidade relativa (DR, em %); Frequência acumulada (FA, em %) e Frequência relativa (FR, em %).

Espécie	IVI	Ind.	AG	DoR	DR	FA	FR
<i>Copaifera landesdorffii</i>	35,51	193	5,70	14,49	17,99	5	3,03
<i>Qualea grandiflora</i>	29,74	191	3,93	14,32	12,39	5	3,03
<i>Xylopia aromatica</i>	23,18	165	2,46	12,38	7,76	5	3,03
<i>Tapirira guianensis</i>	21,14	96	3,44	7,24	10,86	5	3,03
<i>Diptychandra aurantiaca</i>	20,00	128	2,34	9,60	7,37	5	3,03
<i>Qualea parviflora</i>	16,09	74	2,38	5,56	7,50	5	3,03
<i>Parapiptadenia rigida</i>	12,63	52	1,81	3,88	5,72	5	3,03
<i>Astronium fraxinifolium</i>	11,57	72	1,00	5,39	3,15	5	3,03
<i>Vochysia tucanorum</i>	9,16	35	1,50	2,61	4,73	3	1,82
<i>Mabea fistulifera</i>	7,04	29	0,58	2,19	1,81	5	3,03
<i>Heteropterys byrsonimifolia</i>	6,72	31	0,81	2,36	2,54	3	1,82
<i>Protium heptaphyllum</i>	5,78	25	0,48	1,85	1,50	4	2,42
<i>Salvertia convallariodora</i>	5,67	15	0,49	1,10	1,54	5	3,03
<i>Vochysia cinnamomea</i>	4,95	16	0,23	1,18	0,74	5	3,03
<i>Schefflera macrocarpa</i>	4,63	10	0,46	0,76	1,45	4	2,42
<i>Plathymenia reticulata</i>	4,57	9	0,27	0,67	0,86	5	3,03
<i>Bowdichia virgilioides</i>	3,97	10	0,44	0,76	1,40	3	1,82
<i>Acosmium dasycarpum</i>	3,54	8	0,17	0,59	0,52	4	2,42
<i>Erytroxylum deciduum</i>	3,53	10	0,11	0,76	0,35	4	2,42
<i>Eriotheca pubescens</i>	3,39	9	0,28	0,67	0,89	3	1,82
<i>Roupala montana</i>	3,36	10	0,25	0,76	0,79	3	1,82
<i>Aspidosperma subincanum</i>	3,32	7	0,12	0,51	0,39	4	2,42
<i>Kielmeyera rubriflora</i>	3,28	7	0,11	0,51	0,35	4	2,42
<i>Curatella americana</i>	3,12	10	0,17	0,76	0,54	3	1,82
<i>Terminalia argentea</i>	3,03	8	0,20	0,59	0,62	3	1,82
<i>Terminalia brasiliensis</i>	2,96	8	0,18	0,59	0,55	3	1,82
<i>Ocotea velutina</i>	2,96	4	0,06	0,34	0,19	4	2,42
<i>Dimorphandra mollis</i>	2,69	6	0,14	0,42	0,45	3	1,82
<i>Alibertia edulis</i>	2,62	8	0,07	0,59	0,22	3	1,82
<i>Matayba elaeagnoides</i>	2,58	7	0,08	0,51	0,25	3	1,82
<i>Psidium sartorianum</i>	2,52	7	0,06	0,51	0,19	3	1,82
<i>Siparuna guianensis</i>	2,51	11	0,15	0,84	0,46	2	1,21
<i>Andira cujabensis</i>	2,49	6	0,08	0,42	0,25	3	1,82
<i>Caryocar brasiliense</i>	1,80	4	0,08	0,34	0,25	2	1,21
<i>Lafoensia pacari</i>	1,65	3	0,06	0,25	0,18	2	1,21
<i>Neea theifera</i>	1,58	2	0,06	0,17	0,20	2	1,21
<i>Zanthoxylum riedelianum</i>	1,55	2	0,06	0,17	0,17	2	1,21
<i>Agonandra brasiliensis</i>	1,51	2	0,04	0,17	0,12	2	1,21
<i>Pseudobombax tomentosum</i>	1,50	2	0,04	0,17	0,12	2	1,21
<i>Byrsonima verbascifolia</i>	1,46	2	0,03	0,17	0,08	2	1,21
<i>Pouteria ramiflora</i>	1,39	7	0,09	0,51	0,28	1	0,61
<i>Magonia pubescens</i>	1,07	3	0,07	0,25	0,21	1	0,61
<i>Ficus guaranitica</i>	1,05	1	0,12	0,08	0,36	1	0,61
<i>Aspidosperma tomentosum</i>	0,94	2	0,05	0,17	0,17	1	0,61
<i>Piptocarpha rotundifolia</i>	0,93	2	0,05	0,17	0,16	1	0,61
<i>Byrsonima coccolobifolia</i>	0,92	2	0,04	0,17	0,14	1	0,61
<i>Tabernaemontana hystrix</i>	0,88	2	0,03	0,17	0,10	1	0,61
<i>Jacaranda cuspidifolia</i>	0,86	1	0,05	0,08	0,17	1	0,61
<i>Handroanthus avellaneda</i>	0,85	2	0,02	0,17	0,07	1	0,61
<i>Machaerium brasiliense</i>	0,82	1	0,04	0,08	0,13	1	0,61
<i>Miconia burchellii</i>	0,80	1	0,03	0,08	0,11	1	0,61
<i>Dalbergia miscolobium</i>	0,79	1	0,03	0,08	0,10	1	0,61
<i>Pouteria torta</i>	0,78	1	0,03	0,08	0,09	1	0,61
<i>Ferdinandusa elliptica</i>	0,76	1	0,02	0,08	0,07	1	0,61
<i>Annona crassiflora</i>	0,76	1	0,02	0,08	0,07	1	0,61
morfoespecie 2	0,75	1	0,02	0,08	0,06	1	0,61
<i>Qualea multiflora</i>	0,75	1	0,02	0,08	0,06	1	0,61
<i>Luehea divaricata</i>	0,73	1	0,01	0,08	0,04	1	0,61
morfoespecie 1	0,73	1	0,01	0,08	0,04	1	0,61
<i>Brosimum gaudichaudii</i>	0,73	1	0,01	0,08	0,04	1	0,61
<i>Platypodium elegans</i>	0,72	1	0,01	0,08	0,03	1	0,61
<i>Styrax ferrugineus</i>	0,72	1	0,01	0,08	0,03	1	0,61
<b>TOTAL</b>		<b>1332</b>					

**Tabela 2A.** Estimativas de variância e parâmetros genéticos altura total (ALT), diâmetro a altura do peito (DAP), diâmetro médio da copa (DMC) e forma de fuste (FOR), aos 22 anos de idade de *Myracrodruon urundeuva* em plantio consorciado com *Astronium fraxinifolium* e *Terminalia argentea*, no município de Selvíria-MS.

Estimativas	ALT (m)			DAP (cm)			DMC (m)			FOR		
	Pop. 10	Pop. 6	Pop. 4	Pop. 10	Pop. 6	Pop. 4	Pop. 10	Pop. 6	Pop. 4	Pop. 10	Pop. 6	Pop. 4
$\hat{\sigma}_a^2$	3,21	4,55	3,27	3,55	5,85	2,22	0,05	0,04	0,08	0,03	0,02	0,14
$\hat{\sigma}_{parc}^2$	1,18	1,76	1,35	1,00	1,77	0,81	0,05	0,05	0,05	0,03	0,07	0,01
$\hat{\sigma}_e^2$	3,98	0,06	1,93	6,13	2,01	0,84	0,57	0,56	0,47	0,52	0,44	0,37
$\hat{\sigma}_f^2$	8,37	6,37	6,56	10,67	9,64	3,87	0,66	0,66	0,61	0,58	0,52	0,52
$\hat{h}_a^2$	0,38± 0,12	0,71± 0,19	0,50± 0,24	0,33± 0,11	0,61± 0,18	0,57± 0,26	0,07± 0,05	0,07± 0,06	0,14± 0,13	0,05± 0,04	0,03± 0,04	0,27 ±18
$\hat{h}_{aj}^2$	0,45	0,99	0,63	0,37	0,74	0,72	0,07	0,07	0,15	0,05	0,04	0,28
$\hat{h}_{ad}^2$	0,38	0,98	0,56	0,30	0,69	0,66	0,06	0,06	0,12	0,04	0,03	0,23
$r_{aa}$ (%)	79,93	82,64	80,40	80,89	84,14	82,21	54,68	53,55	67,51	49,70	37,07	83,8
$CV_{gi}$ (%)	17,41	18,87	22,29	20,31	23,14	22,26	6,79	6,48	9,96	4,22	3,31	10,9

$\hat{\sigma}_a^2$ : Variância genética aditiva;  $\hat{\sigma}_{par}^2$ : Variância ambiental entre parcelas;  $\hat{\sigma}_e^2$ : Variância residual;  $\hat{\sigma}_f^2$ : Variância fenotípica individual;  $\hat{h}_a^2$ : herdabilidade individual no sentido restrito;  $\hat{h}_{aj}^2$ : herdabilidade aditiva dentro de parcela;  $r_{aa}$ : acurácia;  $CV_{gi}$ : coeficiente de variação genética aditiva individual.

**Tabela 3A.** Estimativas de variância e parâmetros genéticos altura total (ALT), diâmetro a altura do peito (DAP), diâmetro médio da copa (DMC) e forma de fuste (FOR), aos 22 anos de idade de *Astronium fraxinifolium* em plantio consorciado com *Myracrodruon urundeuva* e *Terminalia argentea*, no município de Selvíria-MS.

Estimativas	ALT (m)			DAP (cm)			DMC (m)			FOR		
	Pop. 10	Pop. 6	Pop. 4	Pop. 10	Pops. 6	Pop. 10	Pop. 6	Pop. 4	Pop. 10	Pops. 10	Pop. 10	Pop. 6
$\hat{\sigma}_a^2$	0,82	1,87	0,72	0,72	0,49	1,35	0,22	0,25	0,12	0,08	0,07	0,19
$\hat{\sigma}_{parc}^2$	0,51	1,14	0,80	1,10	2,19	0,97	0,05	0,05	0,04	0,01	0,03	0,01
$\hat{\sigma}_e^2$	8,10	4,72	2,42	9,46	7,44	1,18	0,35	0,35	0,25	0,39	0,38	0,25
$\hat{\sigma}_f^2$	9,42	7,72	3,94	11,29	10,12	3,50	0,62	0,66	0,42	0,48	0,47	0,45
$\hat{h}_a^2$	0,09± 0,06	0,24± 0,11	0,18± 0,15	0,06± 0,05	0,05± 0,05	0,38± 0,23	0,36± 0,12	0,38± 0,14	0,29± 0,20	0,16± 0,08	0,14± 0,09	0,41± 0,23
$\hat{h}_{aj}^2$	0,09	0,28	0,23	0,07	0,06	0,53	0,39	0,41	0,32	0,17	0,15	0,43
$\hat{h}_{ad}^2$	0,07	0,23	0,18	0,05	0,05	0,46	0,32	0,34	0,26	0,13	0,11	0,36
$r_{aa}$ (%)	61,00	71,86	62,89	50,60	37,56	72,86	83,26	83,35	77,63	75,20	69,74	88,48
$CV_{gi}$ (%)	9,29	12,63	12,06	8,44	6,25	16,08	15,81	16,10	12,84	7,23	6,49	11,90

$\hat{\sigma}_a^2$ : Variância genética aditiva;  $\hat{\sigma}_{par}^2$ : Variância ambiental entre parcelas;  $\hat{\sigma}_e^2$ : Variância residual;  $\hat{\sigma}_f^2$ : Variância fenotípica individual;  $\hat{h}_a^2$ : herdabilidade individual no sentido restrito;  $\hat{h}_{aj}^2$ : herdabilidade aditiva dentro de parcela;  $r_{aa}$ : acurácia;  $CV_{gi}$ : coeficiente de variação genética aditiva individual.

**Tabela 4A.** Estimativas de variância e parâmetros genéticos altura total (ALT), diâmetro a altura do peito (DAP), diâmetro médio da copa (DMC) e forma de fuste (FOR), aos 22 anos de idade de *Terminalia argentea* em plantio consorciado com progênes de *Myracrodruon urundeuva* e *Astronium fraxinifolium*, no município de Selvíria-MS.

Estimativas	ALT (m)			DAP (cm)			DMC (m)			FOR		
	Pop. 10	Pop. 6	Pop. 4	Pop. 10	Pop. 6	Pop. 10	Pop. 6	Pop. 4	Pop. 10	Pop. 10	Pop. 6	
$\hat{\sigma}_a^2$	8,26	12,18	1,88	9,30	14,75	0,74	1,25	1,49	0,02	0,08	0,08	0,14
$\hat{\sigma}_{parc}^2$	0,08	0,15	1,72	0,08	0,09	5,38	0,08	0,08	0,34	0,04	0,05	0,04
$\hat{\sigma}_e^2$	8,41	4,16	5,57	17,76	11,46	6,36	1,34	1,14	0,68	0,33	0,30	0,39
$\hat{\sigma}_f^2$	16,74	16,48	9,17	27,14	26,30	12,47	2,67	2,71	1,04	0,45	0,43	0,57
$\hat{h}_a^2$	0,49± 0,16	0,74± 0,22	0,28± 0,19	0,34± 0,14	0,56± 0,19	0,23± 0,30	0,47± 0,17	0,55± 0,19	0,08± 0,21	0,18± 0,10	0,18± 0,11	0,56± 0,36
$\hat{h}_{aj}^2$	0,50	0,75	1,00	0,34	0,56	0,41	0,48	0,57	0,11	0,20	0,21	1,03
$\hat{h}_{ad}^2$	0,42	0,69	0,12	0,28	0,49	0,04	0,41	0,50	0,01	0,16	0,16	0,12
$r_{aa}$ (%)	91,83	94,44	87,60	88,56	92,90	57,33	89,58	91,09	42,29	71,52	69,32	93,36
$CV_{gi}$ (%)	23,71	27,68	29,34	20,42	24,61	15,47	25,31	26,84	8,34	6,53	6,40	18,58

$\hat{\sigma}_a^2$ : Variância genética aditiva;  $\hat{\sigma}_{par}^2$ : Variância ambiental entre parcelas;  $\hat{\sigma}_e^2$ : Variância residual;  $\hat{\sigma}_f^2$ : Variância fenotípica individual;  $\hat{h}_a^2$ : herdabilidade individual no sentido restrito;  $\hat{h}_{aj}^2$ : herdabilidade aditiva dentro de parcela;  $r_{aa}$ : acurácia;  $CV_{gi}$ : coeficiente de variação genética aditiva individual.

**Tabela 5A.** Estimativa de variâncias e parâmetros genéticos para densidade básica da madeira (DBM) e biomassa seca: fuste (BFU), folha (BFO), e copa (BCO), aos 22 anos de idade, de *Myracrodruon urundeuva* em plantio consorciado com progênies de *Astronium fraxinifolium*, e *Terminalia argentea*, no município de Selvíria-MS.

Estimativas	DBM (g cm <sup>-3</sup> )	BFU (kg arv <sup>-1</sup> )	BFO (kg arv <sup>-1</sup> )	BCO(kg arv <sup>-1</sup> )
$\hat{\sigma}_a^2$	0,00	30,22	0,02	6,26
$\hat{\sigma}_{parc}^2$	0,00	15,79	0,10	4,32
$\hat{\sigma}_e^2$	0,00	52,48	0,41	16,84
$\hat{\sigma}_f^2$	0,00	98,49	0,53	27,42
$\hat{h}_a^2$	0,41±0,22	0,31±0,19	0,04±0,07	0,23±0,17
$\hat{h}_{aj}^2$	0,52	0,37	0,05	0,27
$\hat{h}_{ad}^2$	0,45	0,30	0,04	0,22
$r_{aa}$ (%)	76,90	75,14	36,81	70,09
$CV_{gi}$ (%)	3,65	43,13	14,03	50,61
$CV_{gp}$ (%)	1,82	21,56	7,02	25,31
$CV_r$	0,60	0,57	0,20	0,49

$\hat{\sigma}_a^2$ : Variância genética aditiva;  $\hat{\sigma}_{parc}^2$ : Variância ambiental entre parcelas;  $\hat{\sigma}_e^2$ : Variância residual;  $\hat{\sigma}_f^2$ : Variância fenotípica individual;  $\hat{h}_a^2$ : herdabilidade individual no sentido restrito;  $\hat{h}_{aj}^2$ : herdabilidade aditiva dentro de parcela;  $r_{aa}$ : acurácia;  $CV_{gi}$ : coeficiente de variação genética aditiva individual;  $\hat{h}_a^2$ : herdabilidade individual no sentido restrito;  $\hat{h}_{aj}^2$ : herdabilidade aditiva dentro de parcela;  $r_{aa}$ : acurácia;  $CV_{gi}$ : coeficiente de variação genética aditiva individual;  $CV_{gp}$ : coeficiente de variação genotípica entre progênies;  $CV_e$ : coeficiente de variação experimental;  $CV_r$ : coeficiente de variação relativa.

**Tabela 6A.** Estimativa de variâncias e parâmetros genéticos para densidade básica da madeira (DBM) e biomassa seca: fuste (BFU), folha (BFO), e copa (BCO), aos 22 anos de idade, de *Astronium fraxinifolium* em plantio consorciado com progênes de *Myracrodruon urundeuva* e *Terminalia argentea*, no município de Selvíria-MS.

Estimativas	DBM (g cm <sup>-3</sup> )	BFU (kg arv <sup>-1</sup> )	BFO (kg arv <sup>-1</sup> )	BCO (kg arv <sup>-1</sup> )
$\hat{\sigma}_a^2$	0,00	19,76	0,12	0,20
$\hat{\sigma}_{parc}^2$	0,00	22,07	0,08	0,64
$\hat{\sigma}_e^2$	0,00	24,65	0,20	2,70
$\hat{\sigma}_f^2$	0,00	66,48	0,41	3,54
$\hat{h}_a^2$	0,47±0,25	0,30±0,20	0,31±0,21	0,06±0,09
$\hat{h}_{aj}^2$	0,49	0,44	0,38	0,07
$\hat{h}_{ad}^2$	0,41	0,38	0,31	0,05
$\hat{h}_m^2$	0,81	0,43	0,53	0,18
$r_{aa}$ (%)	89,90	65,70	73,08	42,45
$CV_{gi}$ (%)	5,21	39,79	38,24	18,00
$CV_{gp}$ (%)	2,60	19,89	19,12	9,00
$CV_r$	1,03	0,44	0,54	0,23
$\hat{C}_p^2$ (%)	2,54	45,65	35,72	38,40
$CV_e$ (%)	2,68	33,20	19,32	2,50
$\mu$	0,48	11,17	0,92	18,04
LRT	5,38*	1,38	1,66	0,07

$\hat{h}_m^2$ : herdabilidade da média de progênes;  $\hat{C}_p^2$ : coeficiente de determinação dos efeitos de parcela;  $CV_{gp}$  coeficiente de variação genotípica entre progênes;  $CV_e$  coeficiente de variação experimental;  $CV_r$  coeficiente de variação relativa;  $\mu$  - média geral; LRT - Teste da Razão de Verossimilhança.

**Tabela 7A.** Estimativa de variâncias e parâmetros genéticos para densidade básica da madeira (DBM) e biomassa seca: fuste (BFU), folha (BFO), e copa (BCO), aos 22 anos de idade, de *Terminalia argentea* em plantio consorciado com progênies de *Myracrodruon urundeuva* e *Astronium fraxinifolium*, no município de Selvíria-MS.

Estimativas	DBM (g cm <sup>-3</sup> )	BFU (kg arv <sup>-1</sup> )	BFO (kg arv <sup>-1</sup> )	BCO (kg arv <sup>-1</sup> )
$\hat{\sigma}_a^2$	0,00	69,92	0,15	0,81
$\hat{\sigma}_{parc}^2$	0,00	32,88	1,54	38,71
$\hat{\sigma}_e^2$	0,00	450,77	5,19	38,00
$\hat{\sigma}_f^2$	0,00	553,57	6,87	77,52
$\hat{h}_a^2$	0,43±0,25	0,17±0,15	0,03±0,06	0,01±0,05
$\hat{h}_{aj}^2$	1,39	0,54	0,10	0,05
$\hat{h}_{ad}^2$	0,90	0,05	0,01	0,01
$r_{\hat{a}a}$ (%)	94,40	88,43	47,49	26,68
$CV_{gi}$ (%)	7,02	62,83	25,23	14,97

$\hat{\sigma}_a^2$ : Variância genética aditiva;  $\hat{\sigma}_{parc}^2$ : Variância ambiental entre parcelas;  $\hat{\sigma}_e^2$ : Variância residual;  $\hat{\sigma}_f^2$ : Variância fenotípica individual;  $\hat{h}_a^2$ : herdabilidade individual no sentido restrito;  $\hat{h}_{aj}^2$ : herdabilidade aditiva dentro de parcela;  $r_{\hat{a}a}$ : acurácia;  $CV_{gi}$ : coeficiente de variação genética aditiva individual;  $\hat{h}_a^2$ : herdabilidade individual no sentido restrito;  $\hat{h}_{aj}^2$ : herdabilidade aditiva dentro de parcela;  $r_{\hat{a}a}$ : acurácia;  $CV_{gi}$ : coeficiente de variação genética aditiva individual;  $CV_r$  coeficiente de variação relativa.