

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”

FACULDADE DE ENGENHARIA

CAMPUS DE ILHA SOLTEIRA

VANESSA ZAFFANI SANT’ANA

**PROPORÇÃO SEXUAL EM POPULAÇÕES DE *Myracrodruon urundeuva* PARA FINS
DE FORMAÇÃO DE POMARES DE SEMENTES POR MUDAS**

ILHA SOLTEIRA

2017

VANESSA ZAFFANI SANT'ANA

**PROPORÇÃO SEXUAL EM POPULAÇÕES DE *Myracrodruon urundeuva* PARA FINS
DE FORMAÇÃO DE POMARES DE SEMENTES POR MUDAS**

Prof. Dr. Mario Luiz Teixeira de Moraes
Orientador
Profa. Dra. Ananda Virginia de Aguiar
Coorientadora

Dissertação apresentada à Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira – UNESP como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em agronomia – Especialidade: Sistemas de Produção.

ILHA SOLTEIRA

2017

FICHA CATALOGRÁFICA

Desenvolvido pelo Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação

S232p Sant'Ana, Vanessa Zaffani.
Proporção sexual em populações de *Myracrodruon urundeuva* para fins de formação de pomares de sementes por mudas / Vanessa Zaffani Sant'Ana. -- Ilha Solteira: [s.n.], 2017
64 f. : il.

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira. Área de conhecimento: Sistemas De Produção, 2017

Orientador: Mario Luiz Teixeira de Moraes
Co-orientador: Ananda Virginia de Aguiar
Inclui bibliografia

1. Aroeira. 2.Conservação *ex situ*. 3.Plantas dioicas. 4.Tamanho efetivo. 5. Testes de progênies.

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO DA DISSERTAÇÃO: PROPORÇÃO SEXUAL EM POPULAÇÕES DE *Myracrodruon urundeuva* PARA FINS DE FORMAÇÃO DE POMARES DE SEMENTES POR MUDAS

AUTORA: VANESSA ZAFFANI SANT'ANA

ORIENTADOR: MARIO LUIZ TEIXEIRA DE MORAES

COORIENTADORA: ANANDA VIRGÍNIA DE AGUIAR

Aprovada como parte das exigências para obtenção do Título de Mestra 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. CELSO LUIS MARINO

Departamento de Genética / Instituto de Biociências de Botucatu



Prof. Dr. FLÁVIO BERTIN GANDARA

Departamento de Ciências Biológicas / Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz

Ilha Solteira, 14 de agosto de 2017

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais, Antonio Lázaro Sant'Ana e Divanir Zaffani Sant'Ana, eu agradeço todo apoio, amor, companheirismo, incentivo e paciência. Vocês são meu exemplo de honestidade, dedicação e carinho. Ao Orelhinha por toda alegria e leveza, mesmos nos dias mais difíceis.

Ao Marlon Matheus da Silva Rodrigues, pelo amor, paciência e companheirismo. Quem entendeu as ausências e incentivou a buscar pelos meus sonhos.

Ao meu orientador Prof. Dr. Mario Luiz Teixeira de Moraes, agradeço todo conhecimento compartilhado, disponibilidade, paciência. Referência de paixão e dedicação pela pesquisa.

À minha coorientadora Prof. Dr. Ananda Virginia de Aguiar por todo o auxílio e contribuições no trabalho.

À Selma Maria Bozzite de Moraes, por toda ajuda, amizade e carinho durante todos esses anos.

Ao Dr. José Cambuim, sempre acessível e atencioso, que em suas conversas sempre me ensinaram muito. Agradeço pela ajuda na coleta de dados e por compartilhar suas técnicas de observação a campo, fundamentais para a realização desse trabalho.

À Letícia Louzada Ferreira (Tapi), companheira desde a graduação, amiga para todas as horas. Poder compartilhar as felicidades e as angustias com você tornaram o processo mais fácil e leve.

Aos amigos Daniele Zulian, Danilla Souza e Andre Stuari, pelo apoio na coleta de dados.

Aos professores: Dra. Aline Redondo Martins, Dr. Celso Luís Marino, Dra. Daniela Sílvia de Oliveira Canuto e Dr. Flávio Bertin Gandara Mendes pela participação na banca e pelas contribuições no trabalho.

Ao Prof. Dr. Alan Panoso e Dr. Darlin Zaruma, pela ajuda com as análises estatísticas.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior-CAPES e a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo-FAPESP (Processo 2015/15693-7) pela concessão da bolsa de estudo.

A todos os professores e funcionários que contribuíram na minha formação, não tenho palavras para agradecer.

RESUMO

A aroeira (*Myracrodruon urundeuva*) é uma espécie dioica e se encontra na lista de espécies ameaçadas de extinção, devido ao seu alto valor econômico e à destruição do seu *habitat*. Dessa forma, se faz necessária a adoção de estratégias para a conservação *ex situ* dessa espécie arbórea nativa, de tal modo que a variabilidade genética das populações seja mantida. O objetivo deste trabalho foi quantificar a proporção sexual, a sobrevivência e a variação genética do diâmetro à altura do peito (DAP), em seis testes de progênies de *M. urundeuva* provenientes de seis populações distintas originárias de três biomas (Caatinga, Cerrado e Mata Atlântica). O delineamento utilizado, em cada teste de progênies, foi o de bloco casualizado. As estimativas de componentes de variância e parâmetros genéticos, para os caracteres quantitativos para os caracteres quantitativos, DAP e sobrevivência, foram realizadas pelo método REML/BLUP (máxima verossimilhança restrita / melhor predição linear não viciada). O tamanho efetivo da população foi calculado com base no número de indivíduos com flores masculinas e femininas, em um modelo que não há controle de gametas (RS). Verificou-se com base nas estimativas dos parâmetros genéticos que as procedências de Itarumã e Seridó expressam maior variação genética para o caráter DAP, o que possibilita sua utilização na conservação e no melhoramento genético. Foram encontrados altos percentuais de sobrevivência o que caracteriza uma ótima adaptação da espécie no local de plantio. A proporção sexual foi tendenciosa, com predominância de plantas com florescimento masculino (3♂:1♀), porém a maior parte dos indivíduos de *M. urundeuva*, procedentes dos diferentes biomas, não floresceram em Selvíria-MS. O tamanho efetivo populacional variou conforme a razão sexual, sendo que os testes de progênies que se aproximaram mais do valor real de indivíduos reprodutivos foram aqueles originários de Seridó (RN), Itarumã (GO) e Petrolina (PE). As subpopulações dos testes de progênies de Itarumã e Selvíria são as mais próximas geneticamente da população de referência (T), ou seja, possuem a mesma representatividade genética. Portanto, a seleção dos indivíduos dentro dos testes de progênies não deve considerar apenas o caráter de crescimento (DAP), mas também basear-se na razão sexual e no tamanho efetivo populacional, para a sua futura transformação em um pomar de sementes por mudas.

Palavras-chave: Aroeira. Conservação *ex situ*. Plantas dioicas. Tamanho efetivo. Testes de progênies.

ABSTRACT

The aroeira (*Myracrodruon urundeuva*) is a dioecious species and is on the list of endangered species due to its high economic value and the destruction of its *habitat*. That way, becomes necessary the adoption of strategies for the *ex situ* conservation of native tree species, such that the genetic variability of populations is maintained. The objective of this work was to quantify the sex ratio, the survival and the genetic variation of the diameter at breast height (DBH), on six test progenies of *Myracrodruon urundeuva* from six distinct populations originating three biomes (Caatinga, Cerrado and Atlantic Forest). The design used, in each progeny test, was a randomized block design. Estimates of variance components and genetic parameters, for quantitative traits DBH and survival, were obtained by REML / BLUP method (restricted maximum likelihood / best linear prediction untainted). The effective population size was calculated based on the number of individuals with male and female flowers in the population, in a model that there is no control of gametes (RS). It was verified based on the estimates of the genetic parameters that the Itarumã and Seridó provenances express greater genetic variation for the DBH character, which allows their use in conservation and genetic improvement. High survival percentages were found, which characterizes an optimal adaptation of the species at the planting site. The sex ratio was biased, with predominance of male flowering plants ($3\sigma:1\phi$), but most of *M. urundeuva* individuals, from the different biomes, did not flower in Selvíria-MS. The effective population size varied according to the sex ratio, being that the progeny tests that approached more of the real value of reproductive individuals were those originating from Seridó (RN), Itarumã (GO) and Petrolina (PE). The subpopulations of the tests progenies of Itarumã and Selvíria are the closest genetically of the reference population (T), that is, they have the same genetic representativeness. Therefore, the selection of individuals within the progeny tests should not only consider the growth trait (DBH), but also be based on sex ratio and effective population size for its future transformation into a Seed Orchard.

Keywords: Aroeira. Dioecious plants. Effective size. Progeny test. *Ex situ* conservation.

Sumário

1.	INTRODUÇÃO.....	7
2.	REVISÃO DE LITERATURA.....	9
2.1.	MYRACRODRUON URUNDEUVA.....	9
2.2.	PROPORÇÃO SEXUAL EM PLANTAS DIOICAS.....	11
2.3.	BIOMAS BRASILEIROS.....	13
2.4.	CONSERVAÇÃO <i>EX SITU</i> E PARÂMETROS GENÉTICOS.....	15
3.	MATERIAL E MÉTODOS.....	18
3.1.	MATERIAL.....	18
3.2.	MÉTODOS.....	19
3.2.1.	Testes de progênes e caracteres quantitativos.....	19
3.2.2.	Estimativas de componentes de variância e parâmetros genéticos.....	22
3.2.3.	Tamanho efetivo em espécies dioicas.....	23
4.	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	24
4.1	DIÂMETRO À ALTURA DO PEITO (DAP) E SOBREVIVÊNCIA.....	24
4.2	FLORESCIMENTO E FRUTIFICAÇÃO.....	28
4.3	TAMANHO EFETIVO.....	33
4.4	DISTÂNCIA GENÉTICA.....	35
5.	CONCLUSÃO.....	38
	REFERÊNCIAS.....	39
	APÊNDICE.....	46

1 INTRODUÇÃO

A destruição de florestas brasileiras tem gerado uma grande fragmentação dos *habitat*, causando alterações microclimáticas dessas áreas e a perda de espécies. Esse processo leva à diminuição da variabilidade genética, à modificação das estruturas populacionais e ao aumento da endogamia, resultando na diminuição do tamanho efetivo populacional.

A conservação de espécies arbóreas fora do local de origem, ou seja, a conservação *ex situ* é uma alternativa para conservar a diversidade genética de populações que estão desaparecendo devido a fragmentação de *habitat*. Assim, pomares de sementes por mudas têm como função manter amostras representativas de populações para fornecer material de qualidade para reflorestamentos, permitindo fundar populações com variabilidade genética e potencial evolutivo.

A *Myracrodruon urundeuva* é conhecida popularmente por aroeira ou urundeúva, espécie pertencente à família Anacardiaceae, sendo amplamente distribuída no território brasileiro e encontrada em várias formações florestais. É uma planta decídua, dioica com polinização cruzada realizada por abelhas. Encontra-se na lista de espécies ameaçadas de extinção devido ao seu alto valor econômico e à destruição do seu *habitat*, sendo considerada uma espécie prioritária para conservação (INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS - IBAMA, 2008).

A maioria das espécies arbóreas apresenta flores hermafroditas (e.g.: *Eucalyptus*) ou monoicas (e.g.: *Pinus*), tanto na floresta tropical quanto na temperada. Desse modo, não é tão comum a transformação de teste de progênie em pomares de sementes por mudas (PMS). Visto que para essas espécies a proporção de indivíduos com flores masculinas e femininas, em muitos casos, é diferente de 1♂:1♀. Portanto, o desbaste seletivo é indicado quando a maioria das árvores estiverem produzindo flores para que a desproporção de árvores femininas que masculinas não seja diferente dessa proporção, o que afetaria negativamente o

tamanho efetivo populacional. Isso garantirá a produção de sementes com qualidade genética comprovada para o fomento florestal.

As explicações para essa desproporcionalidade entre os sexos em plantas dioicas ainda não são bem compreendidas. Contudo, tem se inferido que as proporções sexuais tendenciosas são definidas não só pela genética da determinação do sexo, mas também pela sua ecologia reprodutiva, tendo assim uma influência direta do ambiente no processo de determinação sexual das plantas. Portanto, a proporção sexual e o tamanho efetivo populacional são aspectos importantes a serem considerados no desbaste seletivo de um teste de progênes para transformação em um pomar de semente por mudas; pois se a proporção sexual entre os indivíduos de *M. urundeuva* em um teste de progênes não for igual a um, a sua seleção não poderá ser baseada apenas em caracteres de crescimento, igual ao praticado em espécies com flores hermafroditas ou monoicas, devido a desproporcionalidade entre os sexos.

Este trabalho teve como objetivo estimar a proporção sexual, a sobrevivência e a variação genética do diâmetro à altura do peito (DAP) em testes de progênie de *M. urundeuva* procedentes de três biomas (Caatinga, Cerrado e Mata Atlântica) visando fornecer subsídios para transformá-los em pomares de sementes por mudas (PSM) com base no ganho genético esperado, no tamanho efetivo populacional (N_e) e na taxa sexual. Dessa forma, pretende-se, também, responder a três questões inerentes a esse tema:

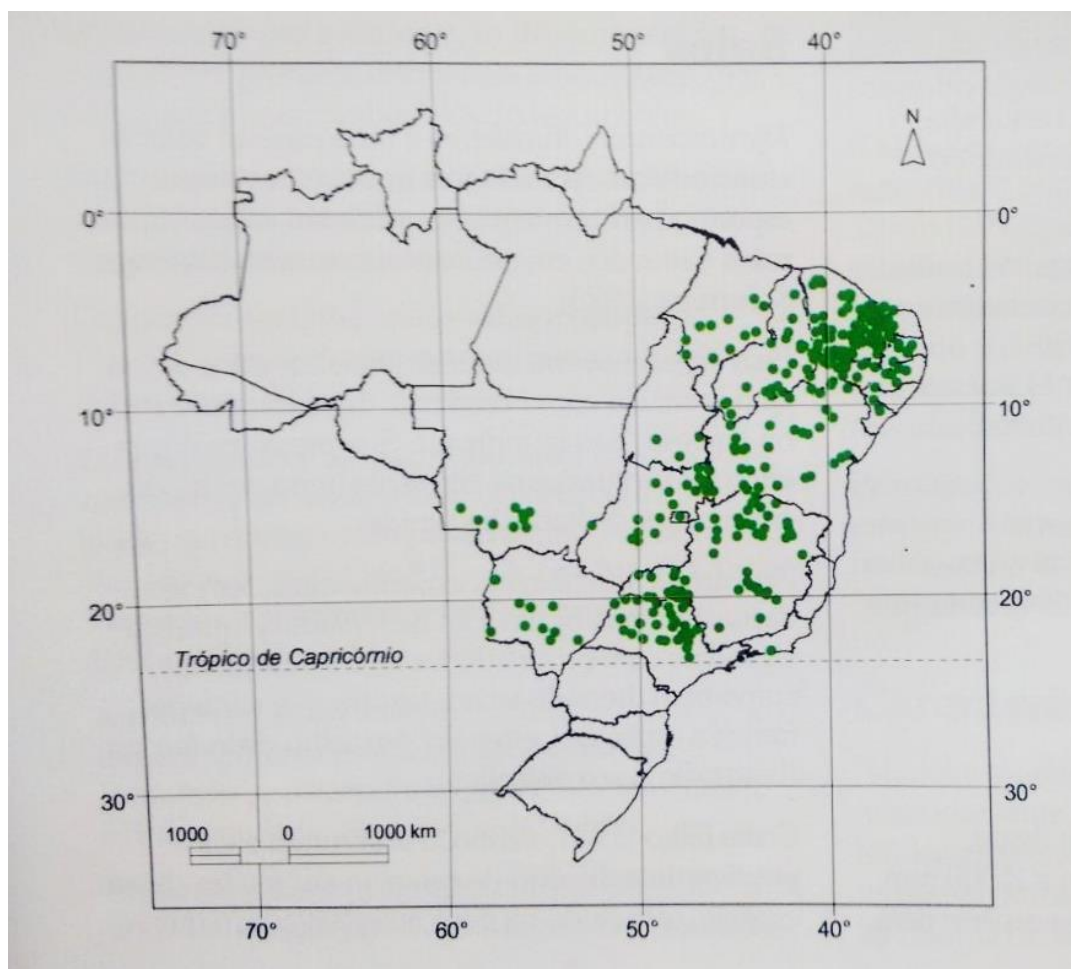
1. A proporção sexual que ocorre em teste de progênes de uma espécie dioica, como *M. urundeuva*, é de 1:1?
2. A sobrevivência, a variação genética para o DAP e a proporção sexual das populações de *M. urundeuva*, procedentes de diferentes biomas, são semelhantes quando plantadas, na forma de teste de progênes, em um mesmo local (Selvíria –MS)?
3. A transformação de um teste de progênie em um pomar de sementes por mudas independe da idade, do sistema de plantio e da proporção sexual?

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 MYRACRODRUON URUNDEUVA

M. urundeuva F.F.& M.F. Alemão, conhecida popularmente por aroeira ou urundeuva, pertence à família Anacardiaceae. É uma espécie decídua, heliófila e seletiva xerófila (LORENZI, 1992). Nativa da América do sul, é distribuída em forma natural e ecológica principalmente na Argentina, Brasil e Paraguai (LORENZI, 2008). No Brasil, ocorre desde o Ceará até o Paraná e Mato Grosso do Sul, sendo mais frequente na Região Nordeste (Figura 1). É encontrada em diferentes formações florestais: Floresta Estacional Semidecidual; Floresta Estacional Decidual; Cerrado e Cerradão; Caatinga; Chaco e Pantanal Matogrossense (CARVALHO, 1994).

Figura 1- Locais identificados de ocorrência natural de *Myracrodruon urundeuva* no Brasil.



Fonte: Carvalho (1994).

Atualmente, na região centro-sul do Brasil, especialmente no Estado de São Paulo, *M. urundeuva* não é mais encontrada em grandes proporções em seu estado silvestre, a não ser em reservas estaduais e pequenas reservas particulares. Nestas, com frequência, observa-se que a distribuição é do tipo agrupado, em forma de manchas, constituído por menos de cem indivíduos. As manchas são provavelmente resultantes da dispersão das sementes próximas às árvores matrizes, o que gera estruturação genética espacial intrapopulacional (MORAES et al., 2005).

A *M. urundeuva* é considerada espécie dioica (SANTIN; LEITÃO FILHO, 1991), mas há relatos de monoicia (NOGUEIRA et al., 1982) e ocorrência de hermafroditismo juntamente com dioicia (CARVALHO, 1994). As inflorescências são paniculadas terminais, com flores de cor amarelada e o florescimento ocorre durante os meses de junho-julho, geralmente com a planta totalmente despida de suas folhagens. Os frutos tipo aquênios, com sépalas persistentes, inicia a sua maturação completa no final do mês de setembro, prolongando-se até outubro. A polinização cruzada é realizada principalmente por abelhas e diversos outros insetos pequenos. A dispersão dos frutos e sementes é anemocórica e estes servem de alimento para periquitos e papagaios (LORENZI, 1992; CARVALHO, 1994). A espécie apresenta fenofases reprodutiva e vegetativa influenciadas pelas variáveis ambientais de precipitação e temperatura. Na estação seca ocorre floração, frutificação e queda foliar, e a estação chuvosa favorece o brotamento da espécie (NUNES et al., 2008).

Sua madeira é excelente para obras externas, como postes, mourões, dormentes, cruzetas de postes, pois possui uma madeira muito pesada, de grande resistência mecânica e praticamente imputrescível. O néctar de suas flores também é apreciado na apicultura, as folhas maduras na alimentação do gado, o tanino extraído do cerne utilizado em curtume e a casca tem propriedades balsâmicas (LORENZI, 1992; CARVALHO, 1994; QUEIROZ et al., 2002). Seu uso medicinal também é expressivo, como: propriedades anti-inflamatória,

antioxidante, antimicrobiana e anestésica (SOUZA et al., 2007; MOTA et al., 2015).

Com a exploração predatória dessa espécie, devido ao seu alto valor econômico, e a devastação de seu habitat para estabelecimento de atividades agropecuárias e empreendimentos civis, a espécie foi incluída na lista oficial do IBAMA como ameaçada de extinção, na categoria vulnerável (IBAMA, 2008).

2.2 PROPORÇÃO SEXUAL EM PLANTAS DIOICAS

Tanto as espécies arbóreas das florestas temperadas quanto das tropicais são predominantemente alógamas (fertilização cruzada), porém os mecanismos pelos quais essa fertilização é alcançada são diferentes. As espécies de floresta temperada polinizadas pelo vento são na sua maioria monoicas (72%) e auto compatíveis, enquanto que a maioria das árvores de florestas tropicais são hermafroditas (68%) com polinização biótica e auto incompatíveis. Essa autoincompatibilidade pode ser explicada devido a frequência das visitas intra-árvore por polinizadores ser muito maior do que as visitas inter-árvores, portanto, esse mecanismo é essencial para evitar autofertilização de um grande número de flores. É interessante notar que as proporções relativas de espécies dioicas em florestas tropicais (22%) e temperadas (19%) são quase as mesmas (BAWA, 1974).

Espécies de plantas dioicas frequentemente exibem desvios da expectativa de equilíbrio de 1:1 na proporção entre os sexos, mas os mecanismos que regem essa variação são mal compreendidos. Os custos da reprodução, mecanismos de dispersão de pólen e de sementes e os cromossomos sexuais podem desempenhar importante papel nesse processo, afetando as proporções sexuais das flores em plantas dioicas (FIELD et al., 2013).

O sucesso reprodutivo de plantas dioicas está intimamente ligada a proporção sexual. Uma proporção desbalanceada de sexos implica na contribuição desigual do número de gametas favorecendo o sexo mais abundante (ZANON et al., 2007). A proporção sexual é também muito importante para a genética de populações de plantas, pois a razão sexual (r)

enviesada serve para reduzir o tamanho efetivo populacional, o que pode levar a gargalos genéticos (SINCLAIR et al., 2012).

As razões sexuais tendenciosas podem ter uma base ecológica e implicações importantes para a ecologia reprodutiva de tais plantas (OPLER; BAWA, 1978) e o conhecimento da biologia reprodutiva dessas plantas contribui para a compreensão da estrutura e diversidade das comunidades, bem como da interdependência ecológica de plantas, sua polinização e agentes de dispersão (BAWA, 1974). Portanto, apesar de uma ter efeito negativo com relação ao tamanho efetivo, deve-se ressaltar, no entanto que essa desproporcionalidade entre os sexos é resultado de estratégias diferentes quanto a expressão da razão sexual em função dos processos evolutivos, que permitiram sua sobrevivência e reprodução em seus ambientes.

Populações naturais de plantas dioicas com proporção sexual tendenciosa revelam que dioicia é uma característica chave para determinar a tolerância ao estresse nas plantas. Faz necessário, portanto, um aumento na quantidade de estudos sobre os mecanismos de adaptação a estresses bióticos e abióticos combinados, em plantas dioicas masculinas e femininas. O conhecimento desses mecanismos será essencial para se entender a evolução destas espécies no âmbito de aquecimento global (MUNNÉ-BOSCH, 2015).

A proporção de árvores masculinas e femininas foram estimadas em algumas espécies em condições naturais. Conforme Leite e Machado (2010), a proporção masculino:feminino foi próxima a 1:1, sendo que 53,5% (31 de 58) das plantas tinham flores femininas (0,9: 1 macho: fêmea) em uma população de *M. urundeuva* da Paraíba (Caatinga). Em *Ilex paraguariensis* (erva-mate), espécie dioica e com grande valor comercial foi observado uma proporção sexual com maior número de indivíduos do sexo masculino (2:1) em um teste de procedência em Colombo, Paraná (STURION et al., 1995). Já em *Pistacia lentiscus* L., outra espécie da família Anacardiaceae, Verdú e García-Fayos (1998) encontraram, na região

oriental da Espanha, predomínio da floração feminina em relação à masculina. No entanto, essa proporção entre os sexos se aproximou de 1:1 quando a densidade aumentava.

Devido a essa desproporção entre os sexos de plantas dioicas, muitos trabalhos foram realizados visando entender os mecanismos de determinação do sexo dessas espécies, buscando identificar genes, ou sequências de pares de base que estão ligados à determinação do sexo. Yakubov et al. (2005) encontraram um marcador específico feminino para *Pistachia vera*, permitindo a determinação do sexo antes da idade reprodutiva.

2.3 BIOMAS BRASILEIROS

Bioma é um espaço geográfico natural que ocorre em áreas que vão desde algumas dezenas de milhares até milhões de quilômetros quadrados, caracterizando-se pela sua uniformidade de clima, de condições edáficas e de fitofisionomia. O clima é o principal fator determinante da distribuição da vegetação e da fauna no planeta, portanto dá-se o nome de zonobiomas para os biomas que se distribuem de forma aproximadamente zonal, acompanhando as zonas climáticas terrestres (COUTINHO, 2016). Assim, no Brasil são encontrados 18 biomas principais (Figura 2), que são denominados principalmente de acordo com a vegetação que o caracteriza, pois, dessa forma, torna-se mais fácil o seu reconhecimento.

Neste trabalho, no entanto, será empregada a classificação utilizada pelo Ministério do Meio Ambiente (MMA) com seis biomas: Amazônia, Caatinga, Cerrado, Mata Atlântica, Pampa e Pantanal. De modo geral, a classificação de Coutinho (2016) é um detalhamento daquela utilizada pelo MMA, não sendo necessário para esse estudo, pois não tem como escopo o estudo das especificidades de cada bioma na análise, sendo uma primeira aproximação relativa ao tema.

A maior ameaça à diversidade biológica nos biomas é a perda de *habitat* (PRIMACK; RODRIGUES, 2001). Neste contexto, os biomas localizados na região tropical têm perdido

muitas espécies em função de explorações dos recursos naturais. No Brasil, as florestas da Caatinga foram amplamente destruídas na época da colonização europeia e, neste século, essa formação vegetal é rara, esparsa e fragmentada (PRADO, 2003). Já os biomas Cerrado e Mata atlântica, segundo Myers et al. (2000), são considerados um '*hotspot*' de diversidade, devido à alta biodiversidade e endemismo, além do alto grau de perturbação antrópica, com a grande expansão das atividades agropecuárias no Cerrado e a alta ocupação antrópica na Mata Atlântica, com mais de 69% da população brasileira vivendo nesse bioma.

Figura 2- Representação esquemática da delimitação dos principais biomas do Brasil.



1: Floresta Amazônica Densa Sempre-Verde de Terra Firme; **2:** Floresta Amazônica Aberta Sempre-Verde de Terra Firme; **3:** Floresta Amazônica Densa Sempre-Verde Ripária de Várzea e Iguapó; **4:** Savana Amazônica ou Campinarana; **5:** Floresta Atlântica Densa Sempre-Verde de Encosta; **6:** Floresta Atlântica Densa Sempre-Verde de Terras Baixas ou de Planície; **7:** Floresta Atlântica Densa Sempre-Verde de Restinga; **8:** Floresta Atlântica Densa Sempre-Verde de Manguezal; **9:** Floresta Tropical Estacional Densa Ripária; **10:** Floresta Tropical Estacional Densa Semidecidual; **11:** Floresta Tropical Estacional Densa Decídua; **12:** Savana Tropical Estacional; **13:** Savana Tropical Estacional Semiárida; **14:** Floresta Quente-Temperada Úmida Densa Sempre-Verde de Araucária; **15:** Floresta Quente-Temperada Úmida Semidecidual; **16:** Floresta Quente-Temperada Úmida Decídua; **17:** Campus Sulinos; **18:** Complexo do Pantanal. Fonte: Coutinho (2016).

As áreas de vegetação natural que ainda persistem são altamente fragmentadas e próximas a áreas antropizadas, como é caso do Cerrado no estado de São Paulo, com menos de 7% da cobertura original, essa foi dividida em milhares de pequenas áreas e cercada por pastagens, cana-de-açúcar, soja, reflorestamento, culturas perenes e zonas urbanas (DURIGAN et al., 2007). Portanto, se faz necessária a adoção de estratégias para a recuperação e regeneração de espécies ameaçadas, visando a reintrodução em seu *habitat* natural em condições adequadas, sendo uma destas estratégias indicadas a conservação *ex situ* (BATISTA et al., 2012).

2.4 CONSERVAÇÃO *EX SITU* E PARÂMETROS GENÉTICOS

A conservação *ex situ* de germoplasma vegetal é entendida como sendo a manutenção do germoplasma fora do ambiente original e da comunidade à qual pertence, principalmente por ação antrópica (VALOIS, 1996). Dessa forma, os bancos de conservação *ex situ* são fundamentais para manter parte da variabilidade genética das populações de espécies arbóreas em perigo de extinção (SEBBENN; ETTORI, 2001).

Em consequência de ações antrópicas, a variabilidade genética de muitas espécies tem sido perdida. Assim, 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).

Em espécies arbóreas, a conservação *ex situ* pode efetivamente ser feita em forma de pomares de sementes, arboretos, testes de progênies e procedências (SEBBENN; VILAS BÔAS, 2004). Aponta-se como sendo o grande trunfo dessa estratégia a concentração de genótipos de muitas procedências, facilitando o trabalho de melhoramento genético (VALLS et al., 2008).

A utilização de experimentos destinados à conservação *ex situ* pode ser realizada por meio de pomares de sementes, com a manutenção do número total de progênies, mas com seleção e desbaste dentro de parcelas (progênies), para evitar a endogamia e perda da qualidade genética das sementes. Esta é uma possibilidade para a recomposição de áreas, ampliando a oferta de sementes (ETTORI et al., 2006).

O PSM é composto por indivíduos de várias matrizes em um ambiente mais homogêneo e menor distância entre si, o que 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. E com aplicação de técnicas de manejo adequadas, propicia maior produção de sementes por área, diminuindo o custo com a colheita (CAMBUIM, 2017).

Higa e Duque Silva (2006) consideraram que o atendimento da demanda por sementes de qualidade genética e em quantidade adequada pode ser obtido, com excelentes resultados, com a instalação de áreas produtoras de sementes para espécies nativas. Esta opção é vantajosa, devido ao alto custo das sementes coletadas em matrizes marcadas em remanescentes florestais, pois estas geralmente encontram-se dispersas, necessitando de grandes deslocamentos para a coleta de uma quantidade relativamente pequena de sementes. A instalação de pomares é essencial também devido ao fato de que a maioria dos remanescentes de florestas nativas no centro-sul do país está localizada em Áreas de Preservação Permanente e Unidades de Conservação, que apresentam uso controlado, inclusive para coleta de sementes.

A estimativa de parâmetros genéticos e fenotípicos é uma ferramenta importante para caracterização de populações, fundamental para a orientar os futuros trabalhos de conservação e melhoramento, especialmente no caso de espécies arbóreas (CHINELATO et al., 2014). Dentre estes parâmetros, destaca-se o coeficiente de herdabilidade, o qual quantifica a herança

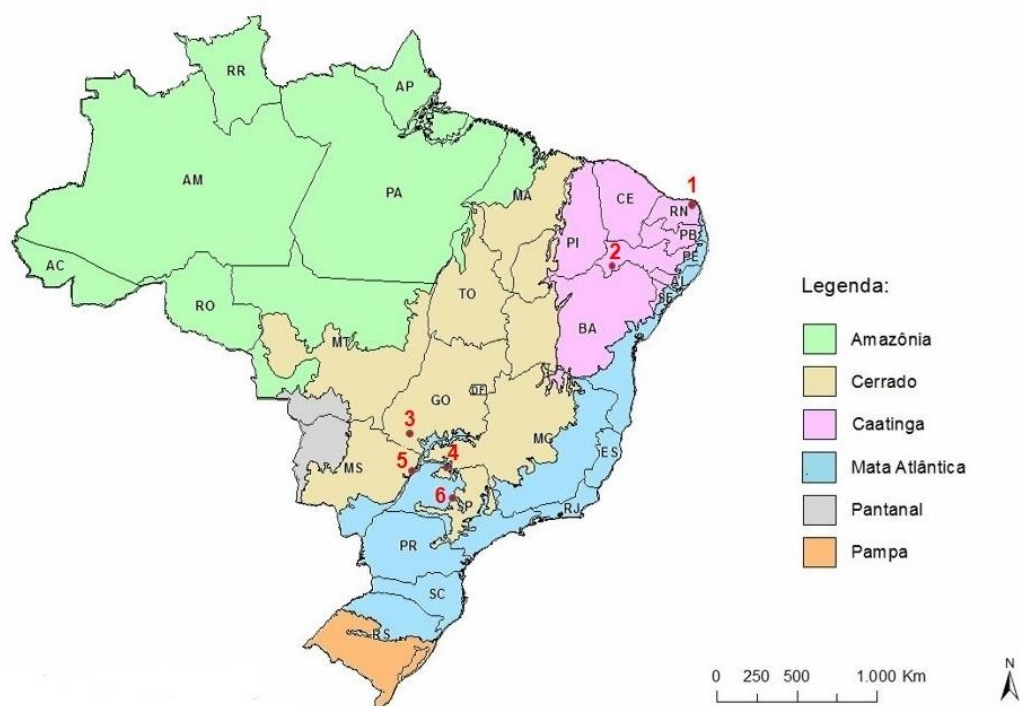
genética presente na variação fenotípica. De acordo com Vencovsky e Barriga (1992), o Coeficiente de herdabilidade é um parâmetro próprio de uma população em um determinado ambiente, não sendo, portanto, propriedade de um caráter de uma espécie, podendo, dessa forma, variar em diferentes idades e ambientes; logo, suas estimativas em idades precoces servem apenas como indicativas do seu comportamento, sendo ideal sua estimativa na idade de uso. Diante de tal importância, estudos dessa natureza, com a estimativa da herdabilidade média ($\hat{h}_m^2$) para caráter de crescimento DAP, são observados na literatura (Tabela 8A, do Apêndice).

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. MATERIAL

Sementes de *Myracrodruon urundeuva* foram coletadas em seis populações distintas originárias de três biomas: Caatinga, Cerrado e Mata Atlântica (Figura 3). O número de árvores de polinização aberta que foram coletadas as sementes, em cada população, variou de 10 a 30 progênies. A abrangência da coleta realizada para essa espécie, bem como a localização e os detalhes sobre os testes de progênie podem ser observados na Figura 3 e Tabela 1. Esse material compõe o banco de germoplasma de aroeira instalados na forma de testes de progênies na Fazenda de Ensino, Pesquisa e Extensão (FEPE), da Faculdade de Engenharia, Câmpus de Ilha Solteira (FEIS/UNESP), localizada no município de Selvíria – MS (Tabela 1).

Figura 3- Locais em que foram coletadas as sementes das populações de *Myracrodruon urundeuva* (municípios: 1: Seridó, RN; 2: Petrolina, PE; 3: Itarumã, GO; 4: Paulo de Faria, SP; 5: Selvíria, MS; 6: Bauru, SP).



Fonte: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística- IBGE adaptado por Sant'Ana (2015).

Tabela 1- Localização geográfica e populações de *Myracrodruon urundeuva* instalados em Selvíria – MS.

Nº	População	Bio	Latitude	Longitude	Alt (m)	Refêrências
1	Seridó, RN	CA	6° 66' S	37° 40' W	160	Lacerda et al. (1999)
2	Petrolina, PE	CA	9° 09' S	40° 22' W	365	Freitas et al. (2002)
3	Itarumã, GO	CE	18° 44' S	51° 13' W	480	Araújo (2013)
4	Paulo de Faria, SP	MA	19° 58' S	49° 32' W	495	Fonseca et al. (2003)
5	Selvíria, MS	CE	20° 22' S	51° 26' W	372	Cambuim (2012)
6	Bauru, SP	MA	22°19' S	49° 04' W	526	Moraes et al. (1992)

Bio: Bioma; Alt (m): altitude em metros; CA: Caatinga; CE: Cerrado; MA: Mata Atlântica – Floresta Estacional Semidecidual.

2.2. MÉTODOS

2.2.1. Testes de progênes e caracteres quantitativos

Com as progênes das populações de *M. urundeuva* originadas de seis áreas distintas, foram instalados seis testes de progênes, em Selvíria - MS. A instalação dos testes de progênes ocorreu em anos diferentes, sendo que o mais antigo possui 29 anos e o mais recente 12 anos; e também diferiram em relação às espécies consorciadas e aos espaçamentos empregados (Tabela 2).

Tabela 2- Testes de progênes de *Myracrodruon urundeuva* instalados na Fazenda de Ensino, Pesquisa e Extensão (FEPE), da Faculdade de Engenharia Campus de Ilha Solteira (FEIS/UNESP), em Selvíria - MS.

TP	População	Inst.	Esp.cons.	Espa. (m)	Rep	NP	N
1	Selvíria, MS	14/12/87	Ph	3,0 x 3,0 m	3	28	10
2	Bauru, SP	14/12/87	Ph	3,0 x 3,0 m	3	28	10
3	Petrolina, PE	07/12/92	Várias ⁽¹⁾	3,0 x 6,0 m	3	10	10
4	Paulo de Faria, SP	19/03/97	Ph	3,0 x 1,5 m	3	30	10
5	Seridó, RN	23/04/97	Várias ⁽²⁾	3,0 x 1,6 m	6	12	10
6	Itarumã, GO	28/06/04	louro-pardo ⁽³⁾	3,0 x 6,0 m	10	30	3

TP: Teste de progênes; **Inst.:** Instalação; **Esp.cons.:** espécies consorciadas; **Ph:** plantio homogêneo; **Espa.:** Espaçamento; **Rep:** número de repetições; **NP:** número de progênes; **N:** número de plantas por parcela linear. ⁽¹⁾ candiúba (*Trema micrantha*), canafistula (*Peltophorum dubium*), jerivá (*Syagrus romanzoffiana*), eucalipto (*Corymbia citriodora*) e plantio homogêneo; ⁽²⁾ mamona, milho e guandu. ⁽³⁾ louro-pardo (*Cordia trichotoma*).

Os caracteres avaliados em todos os testes de progênes foram: a) a sexagem das árvores com base na identificação visual das flores masculinas e femininas. Para isso foi utilizado um binóculo para visualizar as flores, e o sexo de cada árvore foi marcado no tronco com tinta de cores diferentes (Figura 4); b) diâmetro à altura do peito (DAP, cm) e c) sobrevivência (Sob) atribuiu-se 1 para presença e 0 para a ausência da planta.

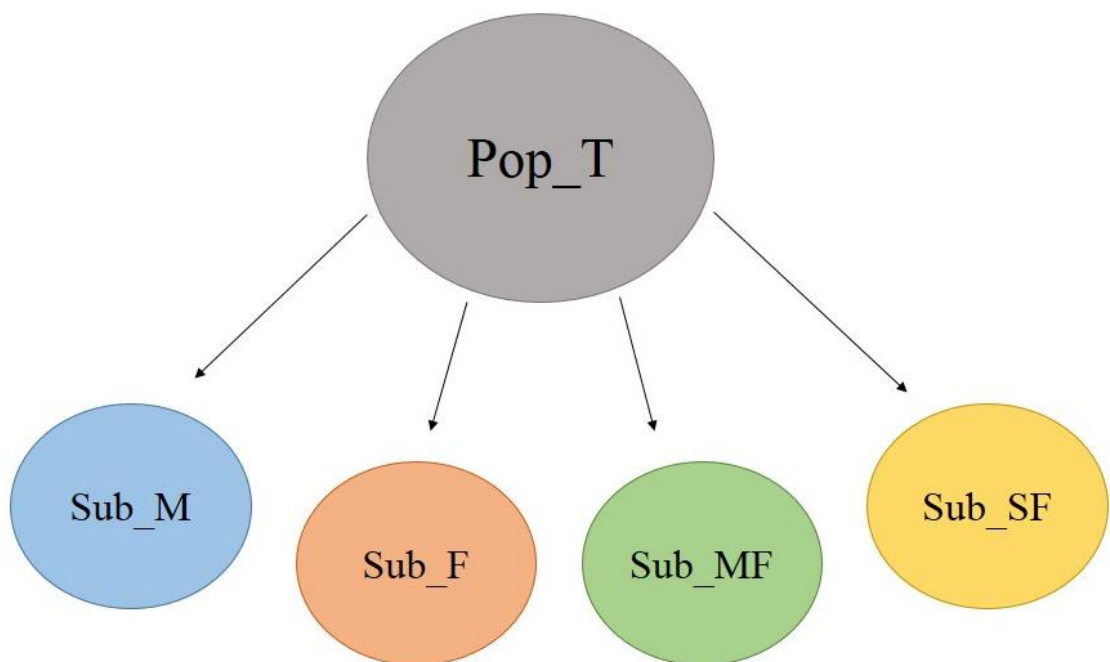
Figura 4- Marcação no tronco com tinta de acordo com o sexo do indivíduo nos testes de progênes de *Myracrodruon urundeuva*, instalados na Fazenda de Ensino, Pesquisa e Extensão (FEPE), da Faculdade de Engenharia Campus de Ilha Solteira (FEIS/UNESP), em Selvíria - MS.



Fonte: próprio autor.

A partir da identificação dos indivíduos com florescimento masculino (Sub_M); feminino (Sub_F); masculino e feminino, na mesma planta (Sub_MF) e sem florescimento (Sub_SF) foi possível identificar quatro subpopulações: Sub_M; Sub_F; Sub_MF e Sub_SF, que foram avaliadas separadamente da população de referência (Pop_T), composta por todos os indivíduos de cada um dos testes de progênies (Figura 5).

Figura 5- Distribuição das subpopulações com flores florescimento masculino (Sub_M); feminino (Sub_F); masculino e feminino, na mesma planta (Sub_MF) e sem florescimento (Sub_SF) a partir da população de referências (Pop_T) formados pelos indivíduos de *Myracrodruon urundeuva* em cada um dos testes de progênies.



Fonte: próprio autor.

2.2.2. Estimativas de componentes de variância e parâmetros genéticos

a) Caracteres quantitativos

As estimativas de componentes de variância e parâmetros genéticos para os caracteres DAP e sobrevivência, foram obtidas via modelos lineares mistos pelo método REML/BLUP (máxima verossimilhança restrita / melhor predição linear não viciada), empregando-se o programa genético-estatístico SELEGEN-REML/BLUP (RESENDE, 2002, 2007, 2016), sendo que o delineamento utilizado, em cada teste de progênies, foi o de blocos casualizados. Nas análises foi utilizado o modelo estatístico (Equação 1):

$$\mathbf{y} = \mathbf{Xr} + \mathbf{Za} + \mathbf{Wp} + \mathbf{e}, \quad \text{Equação (1)}$$

em que: $\mathbf{y}$, $\mathbf{r}$, $\mathbf{a}$, $\mathbf{p}$ e $\mathbf{e}$ são os vetores de dados, repetição, genéticos, parcelas e resíduos. As letras maiúsculas referem-se as matrizes de incidência dos respectivos efeitos. Esse modelo corresponde ao de número 93 do software genético-estatístico do SELEGEN.

O mesmo modelo estatístico, aplicado para a população de referência (Pop_T), foi utilizado nas subpopulações: Sub_M, Sub_F, Sub_MF e Sub_SF.

b) Razão sexual

A razão sexual (r) foi definida como sendo (Equação 2):

$$r = \frac{N_f}{(N_f + N_m)} \quad \text{Equação (2)}$$

em que: N_f e N_m correspondem ao número total de plantas com florescimento feminino e masculino da população, respectivamente.

A significância da razão sexual entre as árvores de *M. urundeuva* com florescimento masculino e feminino foi obtida com base no teste-G, utilizando-se o Programa R (R CORE DEVELOPMENT TEAM, 2013), descrito no Apêndice. Assim, para examinar se a razão

sexual foi significativamente diferente de 0,5, a mesma foi classificada como igual quando não difere significativamente de 0,5; tendenciosa-masculina quando for significativamente $>0,5$, e tendenciosa-feminina quando for significativamente $<0,5$ (FIELD et al., 2013).

A proposta de transformação dos testes de progênes em pomares de sementes por mudas (PSM) em espécies dioicas, como a *M. urundeuva*, não depende apenas do caráter que está sendo selecionado (*e.g.* DAP), mas também da razão sexual, com base no tamanho efetivo, como foi estimado no item 3.2.3.

2.2.3. Tamanho efetivo populacional em espécies dioicas

Para estimar o tamanho efetivo populacional (N_e) para espécies dioicas foi utilizado o método descrito por Vencovsky et al. (2012), Equação 3, quando não há controle de gametas (RS):

$$N_e = 4t / D_5, \quad \text{Equação (3)}$$

em que: $t = N_f + N_m$, sendo N_f e N_m o número total de plantas com florescimento feminino e masculino da população, respectivamente, e

$$D_5 = \frac{1}{r(1-r)} + \frac{(1-u)t-1}{F} + \frac{(1-v)t-1}{M},$$

em que: $1-r = \frac{N_m}{(N_f + N_m)}$; $u = \frac{F}{N_f}$ ($0 < u \leq 1$); $v = \frac{M}{N_m}$ ($0 < v \leq 1$); F e M

correspondem ao número de plantas com florescimento feminino (F) e florescimento masculino (M), que efetivamente participam do evento reprodutivo.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. DIÂMETRO À ALTURA DO PEITO (DAP) E SOBREVIVÊNCIA

Diferença significativa entre progênies de Itarumã e Seridó para o caráter DAP foi observada a partir do teste de razão de verossimilhança (LTR) na análise de *deviance* (Tabela 3). Essa variação entre as progênies nos dois experimentos pode também ser corroborada pelo fato das estimativas de coeficiente de variação genética (CV_{gi}) serem superiores a 10% e ficarem acima do coeficiente de variação experimental (CV_e) para este caráter (OTSUBO et al., 2015).

As médias gerais dos testes de progênies (TP) de *M. urundeuva* para o caráter diâmetro à altura do peito (DAP) variaram de 8,16 a 14,23 cm para a progênie proveniente de TP-Seridó aos 19 anos e Bauru aos 29 anos e para, respectivamente (Tabela 3). Esses dois testes de progênies também se diferenciaram pelas espécies consorciadas no plantio, enquanto o TP-Bauru está em plantio homogêneo e o TP-Seridó foi instalado em consócio com culturas agrícolas até o terceiro ano após o plantio, o que pode ter interferido no desenvolvimento da espécie, por meio de competição por espaço, nutrientes e luz.

De forma geral, com base no incremento médio anual (IMA) em DAP, as populações de *M. urundeuva* procedentes do Cerrado (TP-Itarumã e TP-Selvíria) apresentaram uma média de 0,70 cm.ano⁻¹, enquanto que as da Mata Atlântica (TP-Bauru e TP-Paulo de Faria) e da Caatinga (TP-Petrolina e TP-Seridó) a média do IMA foi de 0,52 cm.ano⁻¹ e 0,38 cm.ano⁻¹, respectivamente. Canuto et al. (2017) obtiveram resultados parecidos, em relação à média de IMA em DAP, com maiores médias para os testes de progênies procedentes do Cerrado (0,65 cm.ano⁻¹) do que aos da Mata Atlântica e Caatinga (0,30 e 0,27 cm.ano⁻¹, respectivamente). Esses resultados evidenciaram que quando a espécie está adaptada às condições do bioma de plantio, essa apresenta um melhor desempenho no caráter de crescimento.

Resultados médios semelhantes foram obtidos por outros autores para DAP e IMA de *M. urundeuva* em diferentes idades (MORAES et al., 2012; OUTSUBO et al., 2015; BERTONHA et al., 2016; PUPIN et al., 2017). Em geral, árvores em sistemas de plantio homogêneos tendem a crescer mais rapidamente nos primeiros anos após o plantio, e consequentemente, o IMA tende a diminuir com o desenvolvimento da árvore (FREITAS et al., 2007).

As procedências que apresentaram os maiores valores para a herdabilidade média de progênies ($\hat{h}_m^2$) e para a herdabilidade individual ($\hat{h}_a^2$) para o caráter DAP foram Itarumã e Seridó. O resultado confirma que a probabilidade do caráter ser herdável é alta nestas procedências (Tabela 3). As herdabilidades em nível de média considerando todos testes de progênies foram superiores as individuais. Isso ocorreu porque os efeitos ambientais da primeira foram minimizados pelo número de repetições e de plantas por parcela (VENCOVSKY; BARRIGA, 1992).

As herdabilidades média ($\hat{h}_m^2$) estimadas nesse trabalho para o caráter DAP de *M. urundeuva*, são semelhantes ou ligeiramente menores aos encontrados na literatura (Tabela 8A, do apêndice), com exceção aos testes de progênies de Seridó e Itarumã, que apresentaram valores superiores (Tabela 3). Esse parâmetro varia de acordo com o tipo de população, idade da planta, local de plantio, etc. Portanto, essa variação entre populações era esperada. Contudo, ao comparar a média geral desse parâmetro para os valores encontrado na literatura (0,30) e para os testes de progênies (0,40), observa-se valores próximos.

Com exceção de Seridó, as herdabilidades individuais, ajustadas para os efeitos da parcela ($\hat{h}_{aj}^2$), foram iguais ou levemente superior às herdabilidades individuais, no sentido restrito, demonstrando a eficiência deste cálculo no experimento (Tabela 3). Já a

herdabilidade aditiva dentro de parcela ($\hat{h}_{ad}^2$) apresentou valores iguais ou um pouco inferiores à herdabilidade individual, sendo muito similares em seu padrão.

Os maiores coeficientes de variação genética em nível de indivíduo (CV_{gi}) e de parcela (CV_{gp}) foram encontrados nos testes de progênies de Itarumã (20,4% e 10,2%) e Seridó (22,5% e 11,8%). Não foi verificado expressivo efeito da heterogeneidade ambiental dentro de parcelas ($\hat{C}_p^2 < 10\%$) para DAP na maioria dos testes de progênies (Tabela 3). Esse efeito na TP-Bauru foi maior que 10% o que indica a possibilidade de interferência do ambiente nas estimativas dos parâmetros genéticos para DAP, embora não foi notado uma variação significativa entre as herdabilidades ($\hat{h}_a^2$ e $\hat{h}_{aj}^2$). A baixa magnitude dos valores dos coeficientes de variação experimental (CV_e) para todas as procedências revelam que houve uma boa precisão experimental (Tabela 3).

O coeficiente de variação relativa (CV_r) para o caráter DAP foi próximo a 1 em todos testes de progênies. Segundo Vencovsky (1987a) é recomendável que o valor de CV_r esteja próximo a 1. Desse modo, a chance de ganho na seleção com a utilização desse caráter é mais favorável. Já a acurácia (r_{aa}) representa a relação entre o valor genético verdadeiro e o estimado, a indicar o sucesso de um programa de melhoramento com base no DAP. A seleção é aconselhada em caracteres com os maiores valores para o coeficiente de variação relativa e acurácia, sendo que nesse trabalho os testes de progênies que apresentaram maiores valores nesses parâmetros, para o caráter DAP, foi de 0,56 e 0,89 e de 0,73 e 0,87 para TP-Itarumã e TP-Seridó, respectivamente (Tabela 3). Contudo, na prática, o caráter a ser utilizado para a seleção deve ser selecionado com base nos objetivos do melhoramento. Dessa forma, o DAP é o caráter mais indicado no caso da seleção para a produção de madeira serrada e caracteres anatômicos (TUNG et al., 2010).

Tabela 3- Parâmetros e média geral para o caráter diâmetro à altura do peito (DAP, cm) em seis testes de progênes de *Myracrodruon urundeuva*, instalados em Selvíria – MS.

Parâmetros	Petrolina (PE) 24 [#]	Seridó (RN) 19 [#]	Itarumã (GO) 12 [#]	Selvíria (MS) 29 [#]	Bauru (SP) 29 [#]	Paulo de Faria (SP) 19 [#]
$\hat{h}_a^2$	0,03±0,03	0,36±0,15	0,39±0,12	0,12±0,08	0,11±0,07	0,03±0,04
$\hat{h}_{aj}^2$	0,03	0,40	0,39	0,13	0,12	0,03
$\hat{h}_m^2$	0,12	0,76	0,79	0,32	0,29	0,12
$\hat{h}_{ad}^2$	0,02	0,33	0,33	0,10	0,10	0,03
$CV_{gi}(\%)$	7,1	23,5	20,4	10,8	11,2	5,9
$CV_{gp}(\%)$	3,5	11,8	10,2	5,4	5,6	2,9
$CV_e(\%)$	16,5	16,2	18,2	13,3	15,1	13,8
CV_r	0,21	0,73	0,56	0,41	0,37	0,21
$\hat{C}_p^2$	0,02	0,09	0,01	0,09	0,11	0,08
r_{aa}	0,35	0,87	0,89	0,58	0,54	0,35
$\hat{m}$	8,27	8,16	11,64	12,48	14,23	10,33
LRT	0,53 ^{ns}	9,22 ^{**}	44,55 ^{**}	1,18 ^{ns}	0,95 ^{ns}	0,11 ^{ns}

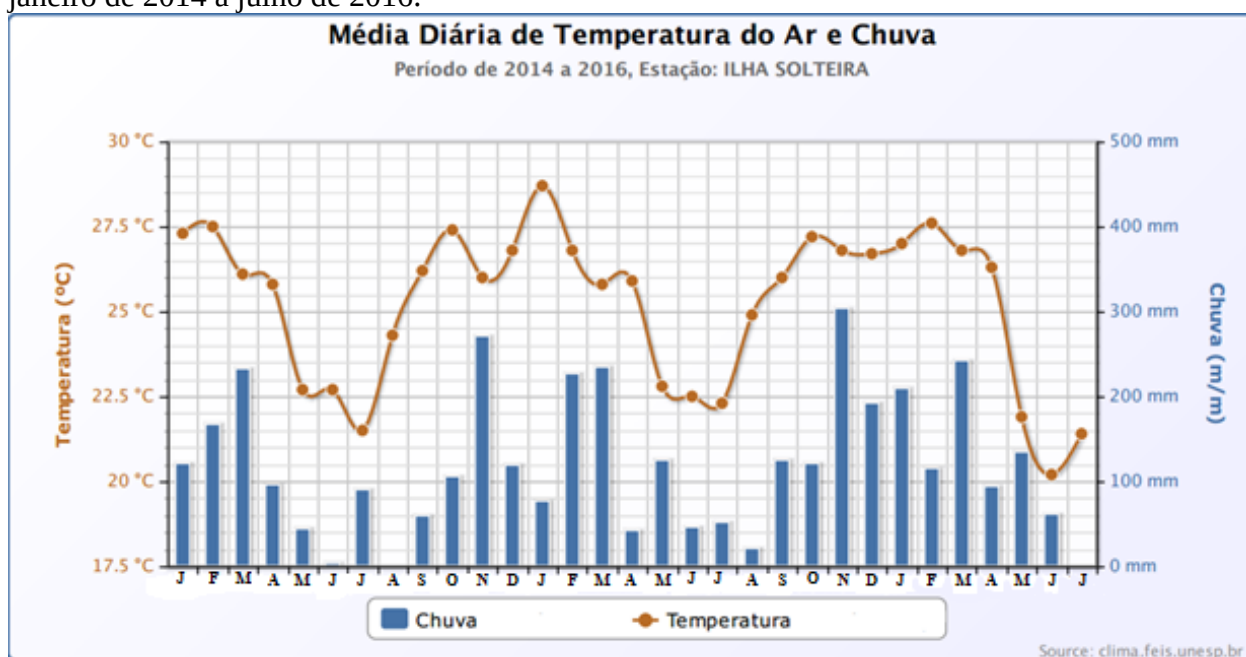
[#] idade do teste de progênes em anos; ** significativo a 1% de significância; ^{ns} não significativo; $\hat{h}_a^2$: herdabilidade individual; $\hat{h}_{aj}^2$: herdabilidade individual ajustada para os efeitos da parcela; $\hat{C}_p^2$: coeficiente de determinação dos efeitos de parcelas; $\hat{h}_{ad}^2$: herdabilidade aditiva dentro de parcela; $\hat{h}_m^2$: herdabilidade média de progênes; LRT: teste da razão de verossimilhança; CV_{gi} : coeficiente de variação genética em nível de indivíduo; CV_{gp} : coeficiente de variação genética em nível de parcela; CV_e : coeficiente de variação experimental; CV_r : coeficiente de variação relativa; r_{aa} : acurácia; $\hat{m}$: média geral (cm).

Para sobrevivência, foi encontrado o maior percentual em Itarumã e Petrolina (88,4%), seguido por Paulo de Faria (83,3%), Bauru (80,7%), Selvíria (79,2%) e Seridó (73,1%), o que caracteriza uma ótima adaptação das populações de *M. urundeuva* ao local de plantio. Após o estabelecimento do plantio, os principais motivos para mortalidade são a seleção natural contra os indivíduos endogâmicos e o efeito da competição entre indivíduos (SEBBENN et al., 2009).

4.2 FLORESCIMENTO E FRUTIFICAÇÃO

O começo da estação do inverno costuma ser marcado por temperaturas amenas e pouca precipitação na região Noroeste do Estado São Paulo, assim como a região adjacente de Selvíria (MS). No ano de 2014, em Ilha Solteira (SP), o mês de maio apresentou uma precipitação média de 45,7 mm e uma temperatura de 22,7°C. Porém, nos dois anos posteriores ocorreram modificações nesse padrão, com um grande aumento na precipitação, 125,2 mm e 134,9 mm em 2015 e 2016, respectivamente, e uma diminuição de temperatura (20,2°C) do mesmo mês (Figura 6).

Figura 6- Média mensal de temperatura e precipitação da cidade de Ilha Solteira no período janeiro de 2014 à julho de 2016.



Fonte: Universidade Estadual Paulista- UNESP (2016).

Essas mudanças climatológicas na região causaram alteração no comportamento reprodutivo da espécie *Myracrodruon urundeuva*, que perde suas folhas e floresce nos períodos mais secos e de temperaturas mais amenas. Portanto, no ano de 2016, o florescimento dessa espécie ocorreu de meados de julho até outubro, com maior intensidade no mês de agosto para as procedências do mesmo bioma que do local de plantio (Cerrado) e em setembro para as demais procedências. A frutificação ocorreu aproximadamente 30 dias após o florescimento e, em alguns testes de progênies, já era possível encontrar frutos em agosto.

Alguns fatores ambientais como a precipitação, a temperatura, o fotoperíodo e a intensidade de radiação encontram-se relacionados com as épocas de floração, frutificação, queda e brotamento de folhas (PEDRONI et al., 2002). Além disso, é provável que durante a estação seca ocorra um desvio de recursos da fase vegetativa para a fase reprodutiva, uma vez que a espécie investe na produção de flores e na formação dos frutos durante o período de intensa senescência foliar (FOSTER, 1990).

Em média, a porcentagem de florescimento foi de 35% para todos os testes de progênies de *M. urundeuva*, sendo que esse valor variou de 3,2% a 71,7% na procedência de Petrolina e Itarumã, respectivamente. Os locais de origem dos materiais genéticos desses dois testes são diferentes do local de plantio, isso pode ter contribuído de maneira diferente para adaptação dos indivíduos dessas populações. Por exemplo a população da Caatinga, as características abióticas afetaram maneira negativa o florescimento. Por outro lado, a procedente do bioma cerrado foi afetada positivamente. O sistema de plantio também influenciou o florescimento. Os testes consorciados foram influenciados negativamente, devido a porcentagem menor de luz que as árvores receberam durante o seu desenvolvimento.

Foi constatada uma predominância de indivíduos com flores masculinas, com uma proporção de 10:1 no teste de progênie originário de Selvíria; 6:1 no de Bauru, 3:1 no de

Paulo de Faria, 2:1 no de Seridó, Petrolina e Itarumã, e no geral, a média de todos testes de progênies foi de 3:1. Trata-se, essa média, de proporção que diferiu significativamente de 1:1, ou seja, o número de plantas com o florescimento masculino e o número de plantas com o florescimento feminino não é proporcional. A estrutura de cada teste de progênies, a considerar essa caracterização é apresentada nas Tabelas 1A, 2A, 3A, 4A, 5A e 6A, do Apêndice, em que a maioria apresentou uma distribuição simétrica e mesocúrtica, para os diferentes tipos de florescimento, com exceção das plantas monoicas, pois o número de indivíduos com essa característica foi muito pequeno.

Essa proporção sexual tendenciosa também foi encontrada em um estudo realizado em Selvíria (MS) com dois progênies de *M. urundeuva*, em 2013. Nesse estudo obteve-se a proporção sexual de aproximadamente de 5♂:1♀ indivíduos, em ambos os testes (BERTONHA et al., 2016). Já em estudo realizado em uma população da Paraíba (Caatinga), para *M. urundeuva*, a proporção masculino:feminino foi próxima de 1:1 (LEITE; MACHADO, 2010).

Esse desequilíbrio da proporção sexual tem sido atribuído a diversos fatores. Dentre eles, pode-se citar o custo reprodutivo diferenciado, longevidade das espécies arbóreas com crescimento e idade reprodutivas desiguais entre os sexos, tipos de vetores de polinização e dispersão de sementes (biótico e abiótico) e a genética de determinação do sexo. Porém, se tem observado um maior número de casos de proporções sexual com predominância de indivíduos com florescimento masculino, sendo muitas vezes associadas as espécies que possuem polinização biótica (SINCLAIR et al., 2012; FIELD et al., 2013).

Na espécie *M. urundeuva*, os indivíduos masculinos florescem antes dos femininos, o que constitui uma estratégia para atrair os polinizadores (abelhas). A maior proporção de machos também realizaria o mesmo efeito, concentrando maior número de polinizadores no local e aumentando as chances do pólen ser levado às flores femininas. Jardim e Mota (2007)

afirmaram que o florescimento masculino prolongado e antecipado pode ser importante na atração e manutenção do número de polinizadores necessários para o aumento do sucesso reprodutivo, portanto as flores masculinas teriam a função de atrair maior número de visitantes florais com maior oferta de alimento em maior espaço de tempo.

Nos TP_Seridó (0,6%), TP_Bauru (4,7%) e TP_Petrolina (8,3%) ocorreu a presença indivíduos monoicos, ou seja, indivíduos que possuem estruturas dos dois sexos na mesma planta em flores unissexuais separadas (Tabela 4 e Figura 7). Esse fato é importante pois *M. urundeuva* é tradicionalmente considerada uma espécie dioica pura. Embora os indivíduos monoicos sejam inferiores a 1% no total dos seis testes de progênes, esse fato passa a ser relevante na formação de um pomar de sementes por mudas (PSM).

Tabela 4- Número de plantas total (NPT), número de plantas sem florescimento (NSF), número de plantas com florescimento (NCF), e porcentagem de plantas com florescimento total (FT), masculino (M), feminino (F), e masculino/feminino (MF: monoicas) em relação NCF para seis testes de progênes de *Myracrodruon urundeuva*, instalados em Selvíria – MS.

TP	NPT	NSF	NCF	FT (%)	M (%)	F (%)	MF (%)
Petrolina (24*)	1114	1078	36	3,2	61,1	30,6	8,3
Seridó (19*)	524	367	157	30,0	69,4	29,9	0,6
Itarumã (12*)	955	270	685	71,7	63,8	36,2	0,0
Selvíria (29*)	665	438	227	34,1	90,7	9,3	0,0
Bauru(29*)	682	446	236	34,6	81,4	14,0	4,7
Paulo de Faria (19*)	747	447	300	40,2	75,7	24,3	0,0
TOTAL	4687	3046	1641	MÉDIA	72,7	26,4	0,9

* Idade em que o teste de progênes foi avaliado.

A ocorrência de monoícia, nesses três testes de progênes, pode ser atribuída a estratégias quanto a expressão sexual dessas populações, originárias de diferentes biomas, em

função de processos evolutivos. Dessa forma, as modificações das condições ambientais do local de origem influenciaram a determinação do sexo de suas sementes, gerando nessas três populações indivíduos com flores de ambos sexos, o que permite uma maior participação no processo reprodutivo, como estratégia para gerar um maior número de descendentes e assim tentar garantir sua permanência no local. Portanto, o local em que essas sementes foram plantadas (Selvária-MS) influencia apenas na porcentagem de florescimento e não a determinação de sexo dos seus descendentes. Indivíduos monoicos também foram observados em *Araucaria angustifolia*, o que foi atribuído a algum estresse sofrido pelas árvores (Aguilar, comunicação pessoal).

Os indivíduos monoicos de *M. urundeuva* apresentaram dicogamia, uma estratégia evolutiva para tentar evitar a autofecundação, sendo que para essa espécie, o órgão reprodutor feminino amadurece primeiro que o masculino (protoginia). Portanto, as flores femininas se abrem primeiro e são fecundadas pelo pólen dos indivíduos ao seu redor, formando os frutos, e só depois há a abertura das flores masculinas (Figura 7). Cabe destacar que essa estratégia é o oposto do que ocorre com os indivíduos dioicos da espécie, que possui primeiro o florescimento masculino, e esses apresentam finalidades distintas.

Figura 7- Flores masculinas e frutos de um indivíduo monoico de *Myracrodruon urundeuva*, localizado no teste de progênie da procedência de Bauru – SP, instalado em Selvária – MS.



Fonte: próprio autor.

4.3 TAMANHO EFETIVO EM ESPÉCIES DIOICAS

A razão entre o número total de plantas com florescimento (t^*) e o número total de plantas (NP), nos testes de progênes foi de: 0,03 (Petrolina), 0,29 (Seridó), 0,34 (Selvória), 0,34 (Bauru), 0,40 (Paulo de Faria) e 0,71 (Itarumã) (Tabela 5). Dessa forma, para a maioria dos testes de progênes de *Myracrodruon urundeuva* a proporção de indivíduos que apresenta algum tipo de florescimento ainda está abaixo de 50%, o que dificulta transformar os testes de progênes em um pomar de sementes por mudas, a levar em consideração o DAP e a proporção sexual em função de que a maioria dos indivíduos não floresceu.

O tamanho efetivo populacional (N_e) refere-se ao tamanho genético de uma população reprodutiva e não ao número de indivíduos que a compõe, ou seja, diz respeito à representatividade genética da amostra (RESENDE et al., 1997). Assim, a proporção sexual está diretamente ligada ao valor do N_e . Nos testes de progênes em que o valor do tamanho efetivo populacional se aproximou mais do valor real de indivíduos reprodutivos foram Seridó (0,30), Petrolina (0,31) e Itarumã (0,36). Esses testes também foram o que mais se aproximaram da razão sexual (r) igual a 0,5, um dos fatores que contribuiu para aumentar o tamanho efetivo populacional (Tabela 5). Assim, quanto menor a estimativa de “ r ” menor será o tamanho efetivo, para um mesmo número de parentais.

Vencovsky et al. (2012) apontaram que os principais fatores que alteram o tamanho efetivo populacional são o tamanho da população e as suas flutuações, proporção desigual entre os sexos, número de descendentes amostrado, a média e a variação do número de gametas que cada genitor contribuiu para próxima geração e desvios das proporções Hardy-Weinberg. Tal fato fica claro em relação as populações de *M. urundeuva* estudadas, procedentes dos Biomas Caatinga, Cerrado e Mata Atlântica (Tabela 5).

Segundo Nunney e Campbell (1993), o tamanho efetivo da população deve ser na ordem de 150, visando a conservação em curto prazo. Souza (2017), trabalhando com

progênes procedentes de quatro populações naturais fragmentadas de *M. urundeuva*, verificou que, para se obter lotes de sementes com um tamanho efetivo de 150, é necessário coletar sementes em pelo menos 55 árvores matrizes. Dessa forma, adotar valores adequados do tamanho efetivo populacional para a conservação e o melhoramento genético são determinados em função da prevenção da depressão por endogamia e da manutenção do potencial evolutivo das populações. Assim, as populações originárias de Itarumã (634) e de Paulo de Faria (222) ficaram com estimativas de N_e superiores ao tamanho populacional efetivo de referência (150) e as populações de Seridó (133), Bauru (114), Selvíria (77) e Petrolina (31) não conseguiram superar esse valor de referência para o N_e (Tabela 5).

Tabela 5- Número de plantas (**NP**), número de parentais femininos (**u**) e masculinos (**v**), que participam efetivamente do evento reprodutivo; número total de parentais masculinos e femininos da população (**t**); razão sexual (**r**); tamanho efetivo (**N_e**); porcentagem do tamanho efetivo em relação ao número total de parentais masculinos e femininos da população t^* (**$N_e\%$**), em seis testes de progênes de *Myracrodruon urundeuva*, instalados em Selvíria – MS.

POPULAÇÕES	NP	u	v	t*	r	N_e	$N_e\%$
Petrolina	1114	1	1	36	0,31	31	87,3
Seridó	524	1	1	157	0,30	133	84,4
Itarumã	955	1	1	685	0,36	634	92,5
Selvília	665	1	1	227	0,09	77	33,7
Bauru	682	1	1	236	0,14	114	48,3
Paulo de Faria	747	1	1	300	0,24	222	73,9
TOTAL	4687	1	1	1641	0,26	1276	77,7

*Os indivíduos monoicos foram incluídos no parental masculino (Vencovsky et al., 2012).

4.4 DISTÂNCIA GENÉTICA

A herdabilidade é uma propriedade da população e não só do caráter, como também da influência do ambiente, que os indivíduos estão expostos (FALCONER; MACKAY, 1996). Dessa forma, pode-se utilizar as estimativas de herdabilidade como um parâmetro, que mede a distância genética entre populações (DIAS; KAGEYAMA, 1997; DIAS, 1998).

A herdabilidade, em nível de média de progênes, foi estimada em todos os testes de progênes de *M. urundeuva*, a constituir a população de referência (T). Em cada um desses testes de progênes foram retiradas subpopulações dessa população (T) composta só por indivíduos com florescimento masculino (M), florescimento feminino (F), florescimento feminino/masculino (monoicas – MF) e sem florescimento (SF). A hipótese H_0 , nesse caso, é que: *“Se as subpopulações: M, F e SF forem representativas da população de referência (T), então essas subpopulações apresentarão herdabilidades não significativas em relação à população de referência”*. Nesse caso, a hipótese H_0 não é rejeitada. Caso as amostras dessas subpopulações apresentem herdabilidades significativas em relação a população de referência 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 .

Todas subpopulações de Selvíria, Bauru e Paulo de Faria e a subpopulações de florescimento masculino (M) e feminino (F) de Petrolina tiveram H_0 rejeitada, confirmando que essas subpopulações não são representativas da população de referência (T). Já as subpopulações de Itarumã e Selvíria possuem a mesma representatividade genética da população de referência (T), o que se evidencia pela proximidade genética entre elas (Tabela 6). Segundo Vencovsky (1987b), na preservação de amostras de germoplasmas, a questão de se manter a representatividade genética, ou de se cuidar do tamanho efetivo, é igualmente

importante. Portanto, as implicações dessa constatação são fundamentais na seleção dos indivíduos do teste de progênies que farão parte do futuro pomar de sementes por mudas.

Subpopulações que não possuem a mesma representatividade que a população de referência (T) têm implicações genéticas consideráveis, pois 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 (CAMBUIM, 2017).

Tabela 6- Herdabilidade média ($\hat{h}_m^2$) para o caráter diâmetro à altura do peito (DAP) em relação à população (POP) de referência (T) e para as subpopulações (SUBPOP) com florescimento masculino (M), feminino (F) e sem florescimento (SF), em seis testes de progênies de *Myracrodruon urundeuva*, instalados em Selvíria – MS.

POP/ SUBPOP	Petrolina (PE)	Seridó (RN)	Itarumã (GO)	Selvíria (MS)	Bauru (SP)	Paulo de Faria (SP)
T	0,12 (8,27)	0,76 (8,16)	0,79 (11,64)	0,32 (12,48)	0,29 (14,23)	0,12 (10,33)
M	0,97* (12,07)	0,87 (9,73)	0,70 (12,76)	0,74* (15,83)	0,68* (16,63)	0,32* (12,62)
F	0,02* (9,75)	0,77 (10,06)	0,78 (12,86)	0,76* (14,02)	0,14* (16,02)	0,70* (12,26)
SF	0,19 (8,18)	0,78 (7,45)	0,80 (8,87)	0,20* (11,51)	0,09* (12,94)	0,02* (8,87)

*Significativo a 5% pelo teste G; As médias de DAP em cm, das populações e subpopulações, estão entre parênteses.

A correlação com base no caráter DAP entre a população de referência (T) e o florescimento masculino (M) foram medianas e positivas a 1% de significância para todos testes de progênies. Para as subpopulações: indivíduos com florescimento feminino (F) de Paulo de Faria, indivíduos monoicos (MF) de Seridó e Bauru, e sem florescimento (SF) de Seridó, Itarumã, Selvíria e Paulo de Faria, a correlação foi significativa e negativa (Tabela 7). Verificou-se também que as médias de DAP dos indivíduos com florescimento masculino (M) foram superiores à média da população de referência (T) e os sem florescimento (SF) abaixo à essa média, ambos em todos os testes de progênies (Tabela 6). Portanto, observa-se uma tendência dos indivíduos com florescimento masculino apresentarem maiores DAP, e as demais subpopulações os menores DAP.

Tabela 7- Correlação com base no caráter diâmetro à altura do peito (DAP, cm), entre a população de referência (T) e as subpopulações de florescimento: masculino (M), feminino (F), masculino/feminino (MF: monoicas) e sem florescimento (SF), em seis testes de progênies de *Myracrodruon urundeuva*, instalados em Selvíria – MS.

População de referência (T)	Subpopulações de florescimento			
	M	F	MF	SF
Petrolina	0,66**	-0,08	0,04	-0,19
Seridó	0,44**	0,13	-0,56**	-0,44**
Itarumã	0,47**	0,03	—	-0,40**
Selvéria	0,56**	-0,11	—	-0,49**
Bauru	0,33**	-0,01	-0,41**	-0,25
Paulo de Faria	0,69**	-0,27*	—	-0,59**

** e * Significativo a 1% e 5% de significância pelo test t.

5. CONCLUSÃO

A proporção entre plantas de *Myracrodruon urundeuva* com florescimento masculino e feminino é de 3♂:1♀, o que difere de 1♂:1♀. Assim, na transformação dos testes de progênies em pomares de sementes por mudas, essa proporção deve ser considerada. A presença de plantas monoicas, embora com uma frequência inferior a 1%, descaracteriza a dioicia completa em *M. urundeuva*.

A relação entre a procedência de *M. urundeuva* e o seu bioma destaca que em média as procedências do Cerrado (53%) superam as da Mata Atlântica (37%) e da Caatinga (17%), no que se refere ao florescimento, com base nestas avaliações.

As procedências de Itarumã e Seridó expressam maior variação genética para o caráter diâmetro à altura do peito (DAP), o que permite a sua utilização, tanto na conservação como no melhoramento genético.

As subpopulações, de florescimento masculino e feminino, nos testes de progênies de Itarumã e Selvíria são próximas geneticamente da população de referência (T), que inclui todos os indivíduos. Essa relação é importante para a seleção, visando a formação de um pomar de sementes por mudas.

A maior parte dos indivíduos de *Myracrodruon urundeuva*, procedente dos diferentes biomas, não floresce em Selvíria (MS). Esse fato, não permite a transformação dos testes de progênies em um pomar de sementes por mudas, com base na proporção sexual em função da baixa taxa de florescimento até o momento. Desse modo, recomenda-se que outras técnicas de identificação de plantas de *M. urundeuva* com florescimento masculino e feminino possam ser utilizadas.

REFERÊNCIAS

- 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, v. 60, n. 2, p. 226-233, 2013.
- ARAÚJO, D. **Variação genética para caracteres silviculturais em progênes de *Cordia trichotoma* (Vell.) ex Steud. provenientes de duas populações antropizadas**. 2013. 42 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agronomia)– Faculdade de Engenharia, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Ilha Solteira, 2013.
- ARAÚJO, D.; SEBBENN, A. M.; ZANATTO, A. C. S.; ZANATA, M.; MORAIS, E.; MORAES, M. L. T.; FREITAS, M. L. M. Variação genética para caracteres silviculturais em progênes de polinização aberta de *Astronium graveolens* Jacq. (Anacardiaceae). **Cerne**, Lavras, v. 20, n.1, p. 61-68, 2014.
- 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 progênes de *Handroanthus vellosi*. **Pesquisa Florestal Brasileira**, Colombo, v. 32, n. 71, p. 269-276, 2012.
- BAWA, K. S. Breeding systems of tree species of a lowland tropical community. **Evolution**, Lancaster, v. 28, n. 1, p.85-92, 1974.
- BERTONHA, L. J.; MORAES, M. L. T.; SEBBENN, A. M.; FREITAS, M. L. M. Seleção de progênes 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. 108-116, 2016.
- CAMBUIM, J. **Sistema silvipastoril com *Myracrodruon urundeuva* como alternativa de sustentabilidade**. 2012. 95 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Faculdade de Engenharia, Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira, 2012.
- CAMBUIM, J. **Fragmentos florestais e testes de progênes: opções para a coleta de sementes em espécies arbóreas nativas do Cerrado no Bolsão Sul-Mato-Grossense**. 2017. 97f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Faculdade de Engenharia, Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira, 2017.
- CANUTO, D. S. O.; SILVA, A. M. FREITAS, M. L. M; SEBBENN, A. M.; MORAES, M. L. T. Genetic variability in *Myracrodruon urundeuva* (Allemão) Engl. progeny tests. **Open Journal of Forestry**, Irvine, v. 7, n. 1, p. 1-10, 2017.
- CARVALHO, P. E. R. **Espécies florestais brasileiras: recomendações silviculturais, potencialidade e uso da madeira**. Colombo: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Centro Nacional de Pesquisas Florestais, 1994. 640 p.

CHINELATO, F. C. S.; MORAES, C. B.; CARIGNATO, A.; TAMBURUSI, E. V.; ZIMBACK, L.; PALOMINO, E. C.; MORI, E. C. Variabilidade genética em progênes de guapuruvu *Schizolobium parahyba*. **Scientia Agropecuaria**, Trujillo, v. 5, n. 2, p. 71-76, 2014.

COUTINHO, L. M. **Biomass brasileiros**. São Paulo: Oficina de Textos, 2016. 128 p.

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

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.

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

ETTORI, L. C.; FIGLIOLIA, M. B.; SATO, A. S. Conservação *ex situ* dos recursos genéticos de espécies florestais nativas: situação atual no Instituto Florestal. In: HIGA, A. R.; SILVA, L. D. (Coord.). **Pomar de sementes de espécies florestais nativas**. Curitiba: FUPEF do Paraná, 2006. p. 203-225.

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

FIELD, D. L.; PICKUP, M.; BARRETT, S. C. H. Comparative analyses of sex-ratio variation in dioecious flowering. **Evolution**, Lancaster, v. 67, n. 3, p. 661-672, 2013.

FONSECA, A. J.; MORAES, M. L. T.; AGUIAR, A.V.; LACERDA, A. C. M. B. Variação genética em progênes de duas populações de *Myracrodruon urundeuva* Fr. All. em sistema agroflorestal. **Revista do Instituto Florestal**, São Paulo, v. 15, n. 2, p. 97-107, 2003.

FOSTER, R. B. Ciclo estacional de caída de frutos en la isla de Barro Colorado. In: LEIGHT, E. G.; RAND, A. S.; WINDSOR, D. M. (Ed.). **Ecologia de um bosque tropical**: ciclos estacionales y cambios a largo prazo. Balboa: Smithsonian Institution, 1990. p. 219-241.

FREITAS, M. L. M.; MORAES, M. L. T.; BUZETTI, S. Variação genética em progênes de *Myracrodruon urundeuva* Fr. All. em diferentes sistemas de plantio. **Revista Instituto Florestal**, São Paulo, v. 14, n. 2, p. 133-141, 2002.

FREITAS, M. L. M.; SEBBENN, A. M.; MORAIS, E.; ZANATTO, A. C. S.; VERARDI, C. K.; PINHEIRO, A. N. Parâmetros genéticos em progênes de polinização aberta de *Cordia trichotoma* (Vell.) ex Steud. **Revista Instituto Florestal**, São Paulo, v. 18, p. 95-102, 2006.

FREITAS, M. L. M.; SEBBENN, A. M.; ZANATTO, A. C. S.; MORAIS, E. Pomar de sementes por mudas a partir da seleção dentro em teste de progênes de *Myracrodruon urundeuva* Fr. All. **Revista do Instituto Florestal**, São Paulo, v. 19, n. 2, p. 65-72, 2007.

HIGA, A. R.; DUQUE SILVA, L. **Pomar de sementes de espécies florestais nativas**. Curitiba: Fundação de Pesquisas Florestais do Paraná, 2006. 270 p.

INSTITUTO BRASILEIRO DE MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS- IBAMA. **Lista oficial de espécies da flora brasileira ameaçada de extinção**: instrução normativa nº 6, de 23 de setembro de 2008. Disponível em: <<http://www.ibama.gov.br>>. Acesso em: 12 maio 2015.

JARDIM, M. A. G.; MOTA, C. G. Biologia floral de *Virola surinamensis* (Rol.) Warb. (Myristicaceae). **Revista Árvore**, Viçosa, v. 31, n. 6, p. 1155-1162, 2007.

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, C. M. B.; KAGEYAMA, P. Y.; FERRAZ, E. M. Diversidade isoenzimática em *Myracrodruon urundeuva* em duas situações antrópicas no semi-árido. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 1, n. 55, p. 89-95, 1999.

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.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras**: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. Nova Odessa: Plantarum, 1992. 368 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, 368 p.

MORAES, M. A.; MORAES, S. M. B.; SILVA, E. C. B.; KUBOTA, T. Y. K.; SILVA, A. M.; RESENDE, M. D. V. R.; MORAES, M. L. T. Variação genética em progênies de *Jacaranda cuspidifolia* Mart. utilizando o delineamento sistemático tipo “leque”. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 41, n. 98, p. 175-183. 2013.

MORAES, M. A.; VALÉRIO FILHO, W. V.; RESENDE, M. D. V.; SILVA, A. M.; MANOEL, R. O.; FREITAS, M. L. M.; MORAES, M. L. T.; SEBBENN, A. M. Produtividade, estabilidade e adaptabilidade em progênies de *Myracrodruon urundeuva* F.F. & M.F. Allemão – Anacardiaceae. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 40, n. 93, p. 69-76, 2012.

MORAES, M. L. T.; KAGEYAMA, P. Y.; SEBBENN, A. M. Diversidade e estrutura genética espacial em duas populações de *Myracrodruon urundeuva* Fr. All. sob diferentes condições antrópicas. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 29, n. 2, p. 281-289, 2005.

MORAES, M. L. T.; KAGEYAMA, P. Y.; SIQUEIRA, A. C. M. F.; KANO, N. K.; CAMBUIM, J. Variação genética em duas populações de aroeira (*Astronium urundeuva* - Fr. All. - Engl. - Anacardiaceae). **Revista do Instituto Florestal**, São Paulo, v. 4, p. 1241-1245, 1992.

MOTA, B. C. F.; ROYO, V. A.; FONSECA, J. M. S.; SANTOS, A. C.; MELO JÚNIOR, A. F.; MENEZES, E. V.; ESPERANDIM, V. R.; LAURENTIZ, R. S. Comparative studies between the chemical constituents and biological properties of the extracts from the leaves and barks of *Myracrodruon urundeuva* Fr. All. **Journal of Medicinal Plants Research**, Nsukka, v. 9, n. 6, p. 159-168, 2015.

MUNNÉ-BOSCH, S. Sex ratios in dioecious plants in the framework of global change. **Environmental and Experimental Botany**, Amsterdam, v. 109, , p. 99–102, 2015.

MYERS, N.; MITTERMEIER, R. A.; MITTERMEIER, C. G.; FONSECA, G. A. B.; KENT, J. Biodiversity hotspots for conservation priorities. **Nature**, Washington, v. 403, n. 6772, p. 845-853, 2000.

NOGUEIRA, J. C. B.; SIQUEIRA, A. C. M. F.; MORAES, E.; COELHO, L. C. C.; MARIANO, G.; KAGEYAMA, P. Y.; ZANATTA, A. C.; FIGLIOLIA, M. B. Conservação genética de essências nativas através de ensaios de progênie/procedências. **Silvicultura em São Paulo**, São Paulo, v. 16A, n. 2, p. 957-969, 1982.

NUNES, Y. R. F.; FAGUNDES, M.; ALMEIDA, H. S.; VELOSO, M. D. M. Aspectos ecológicos da aroeira (*Myracrodruon urundeuva* Allemão- Anacardiaceae): fenologia e germinação de sementes. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 32, n. 2, p. 233-243, 2008.

NUNNEY, L.; CAMPBELL, K. A. Assessing minimum viable population size: Demography meets population genetics. **Trends in Ecology and Evolution**, Cambridge, v. 8, n. 7, p. 234-239, 1993.

OPLER, P. A.; BAWA, K. S. Sex ratios in tropical forest trees. **Evolution**, Lancaster, v. 32, n. 4, p. 812-821, 1978.

OTSUBO, H. C. B.; MORAES, M. L. T.; MORAES, M. A.; José NETO, 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.

PEDRONI, F.; SANCHEZ, M.; SANTOS, F. A. M. Fenologia da copaíba (*Copaifera langsdorffii* Desf. - Leguminosae, Caesalpinioideae) em uma floresta semidecídua no sudeste do Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 25, n. 2, p. 183-194, 2002.

PIMENTEL-GOMES, F. **Curso de estatística experimental**. 13. ed. Piracicaba: Nobel, 1990. 468 p.

PRADO, D. As caatingas da América do Sul. In: LEA, I.R.; L, TABARELLI, M.; SILVA, J.M.C. (Ed.). **Ecologia e conservação da Caatinga**. Recife: Editora Universitária, Universidade Federal de Pernambuco, 2003. p. 3-73.

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

PUPIN, S.; FREITAS, M. L. M.; CANUTO, D. S. O.; SILVA, A. M.; MARIN, A. L. A.; MORAES, M. L. T. Variabilidade genética e ganhos de seleção em progênies de *Myracrodruon urundeuva* Fr. All. **Nativa**, Sinop, v. 5, n. 1, p. 59-65, 2017.

QUEIROZ, C. R. A. A.; MORAIS, S. A. L.; NASCIMENTO, E. A. Caracterização dos taninos da aroeira-preta (*Myracrodruon urundeuva*). **Revista Árvore**, Viçosa, v. 26, n. 4, p. 493-497, 2002.

R DEVELOPMENT CORE TEAM. **R**: a language and environment for statistical computing. Vienna: R Foundation for Statistical Computing, 2013.

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

RESENDE, M. D. V. **Selegen-Reml/Blup**: sistema estatístico e seleção genética computadorizada via modelos lineares mistos. Colombo: Embrapa Florestas, 2007. 359 p.

RESENDE, M. D. V. Selegen-Reml/Blup: a useful tool for plant breeding. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, Viçosa, v. 16, n. 4, p. 330-339, 2016.

RESENDE, M. D. V.; SIMEÃO, R. M., STURION, J. A. Fundamentos de genética de populações para conservação de germoplasma da erva mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil.). In: CONGRESSO SUL-AMERICANO DA ERVA-MATE; REUNIÃO TÉCNICA DO CONE SIL SOBRE A CULTURA DA ERVA-MATE, 2., 1997, Curitiba. **Anais...** Colombo: Embrapa-CNPQ, 1997. p. 173-207.

ROCHA, R. B.; VIEIRA, A. H.; GAMA, M. M. B.; ROSSI, L. M. B. Avaliação genética de procedências de bandarra (*Schizolobium amazonicum*) utilizando REML/BLUP (Máxima verossimilhança restrita/Melhor predição linear não viciada). **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 37, n. 84, p. 351-358, 2009.

RODRIGUES, C. J. **Variação genética para caracteres silviculturais em banco ativo de germoplasma de espécies arbóreas do Cerrado e da Floresta Estacional Semidecidual**. 2010. 187 f. Tese (Doutorado em Agronomia)- Faculdade de Engenharia, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Ilha Solteira, 2010.

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.

SANTIN, D. A.; LEITÃO FILHO, H. F. Restabelecimento e revisão taxonômica do gênero *Myracrodruon* Freire Allemão (Anacardiaceae). **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 14, n. 2, p. 133-145, 1991.

SEBBENN, A. M.; COELHO, A. S. G.; KAGEYAMA, P. Y.; ZANATTO, A. C. S. Depressão por endogamia em populações de jequitibá-rosa. **Revista do Instituto Florestal**, São Paulo, v. 13, n. 1, p. 61-81, 2001.

SEBBENN, A. M.; ETTORI, L. C. Conservação genética *ex situ* de *Esenbeckia leiocarpa*, *Myracrodruon urundeuva* e *Peltophorum dubium* em teste de progênes misto. **Revista do Instituto Florestal**, São Paulo, v. 13, n. 2, p. 201-211, 2001.

SEBBENN, A. M.; FREITAS, M. L. M.; ZANATTO, A. C. S.; MORAES, E.; MORAES, M. A. Comportamento da variação genética entre e dentro de procedências e progênes de *Gallesia integrifolia* Vell. Moq. Para caracteres quantitativos. **Revista Instituto Florestal**, São Paulo, v. 21, n. 2, p. 151-163, 2009.

SEBBENN, A. M.; VILAS BÔAS, O. Conservação *ex situ* de angico *Anadenanthera falcata* (Benth.) Speng., em Assis, Estado de São Paulo. In: VILAS BÔAS, O; DURIGAN, G. **Pesquisas em conservação e recuperação ambiental no Oeste Paulista**. São Paulo: Instituto Florestal, 2004. 484 p.

SENNA, S. N.; FREITAS, M. L. M.; ZANATTO, A. C. S.; MORAIS, E.; ZANATA, M.; MORAES, M. L. T.; SEBBENN, A. M. Variação e parâmetros genético em teste de progênes de polinização livre de *Peltophorum dubium* (Sprengel) Taubert em Luiz Antonio-SP. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 40, n. 95, p. 345-352. 2012.

SINCLAIR, J. P.; EMLIN, J.; FREEMAN, D. C. Biased sex ratios in plants: theory and trends. **Botanical Review**, New York, v. 78, n. 1, p. 66-86, 2012.

SOUZA, D. C. L. **Sistema de reprodução e distribuição da variabilidade genética de *Myracrodruon urundeuva* (F.F. & M.F. alemão) em diferentes biomas**. 2017. 87 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2017.

SOUZA, S. M. C.; AQUINO, L. C. M.; MILACH JÚNIOR, A. C.; BANDEIRA, M. A. M.; NOBRE, M. E. P.; VIANA, G. S. B. Antiinflammatory and antiulcer properties of tannins from *Myracrodruon urundeuva* Allemão (Anacardiaceae) in rodents. **Phytotherapy Research**, Chichester, v. 21, n. 3, p. 220-225, 2007.

STURION, J. A.; RESENDE, M. D. V.; MENDES, S. Proporção de sexo e produtividade de massa foliar em erva-mate (*Ilex paraguariensis* ST. HIL.). **Boletim de Pesquisa Florestal**, Colombo, n. 30-31, p.19-27, 1995.

TUNG, E. S. C.; FREITAS, M. L. M.; FLORSHEIM, S. M. B.; LIMA, I. L.; LONGUI, E. L.; WERGLES SANTOS, F. W.; MORAES, M. L. T.; SEBBENN, A. M. Variação genética para caracteres silviculturais em três espécies arbóreas da região do bolsão Sul-Mato-Grossense. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 38, n. 87, p. 499-508, 2010.

VALLS, J. F. M.; VEIGA, R. F. A.; BARBIERI, R. L.; RAMOS, S. R. R.; BUSTAMANTE, P. G. Conservação *ex situ* de recursos fitogenéticos. In: MARIANTE, A. S.; SAMPAIO, M. J. A.; INGLIS, M. C. V. (Org.). **Informe nacional sobre a situação dos recursos fitogenéticos para a alimentação e a agricultura do Brasil**. Brasília: EMBRAPA-MAPA, 2008. p. 31-39, 2008.

VALOIS, A. C. **Conservação de germoplasma vegetal *ex situ***: diálogo XLV: conservação de germoplasma vegetal. Uruguai: Local de Edição, 1996. p.7-11. Curso realizado em Brasília pelo Instituto Interamericano de Cooperação para a Agricultura, setembro 19-30 de 1994.

VENCOVSKY, R. Herança quantitativa. In: PATERNIANI, E.; VIEGAS, G. P. **Melhoramento e produção do milho**. 2. ed. Campinas: Fundação Cargill, 1987a. p. 137-214.

VENCOVSKY, R. Tamanho efetivo populacional na coleta e preservação de germoplasmas de espécies alógamas. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, n. 35, p. 79-84, 1987b.

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

VENCOVSKY, R.; CHAVES, L.J.; CROSSA, J. Variance effective population size for dioecious species. **Crop Science**, Madison, v. 52, n. 1, p. 79-90, 2012.

VERDÚ, M.; GARCÍA-FAYOS, P. Female biased sex ratios in *Pistacia lentiscus* L. (Anacardiaceae). **Plant Ecology**, Dordrecht, v. 135, n. 1, p. 95–101, 1998.

YAKUBOV, B.; BARAZANI, O. GOLAN-GOLDHIRSH, A. Combination of SCAR primers and Touchdown-PCR for sex identification in *Pistacia vera* L. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v. 103, n. 4, p. 473–478, 2005.

ZANON, M. L. B.; FINGER, C. A. G.; SCHNEIDER, P. R. Proporção da diócia e distribuição diamétrica de árvores masculinas e femininas de *Araucaria angustifolia* (Bert.) Kuntze, em povoamentos implantados. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 19, n. 4, p. 425-431, 2009.

ZARUMA, D. U. G.; CANUTO, D. S. O.; PUPIN, S.; CAMBUIM, J.; SILVA, A. M.; MORI, E. S.; SEBBENN, A. M.; MORAES, M. L. T. Variabilidade genética em procedências e progênes 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

Tabela 1A- Número de plantas total (NP), número de plantas com florescimento masculino (M), feminino (F), masculino/feminino (MF: monoicas) e sem florescimento (SF) por progênie no teste de progênies de *Myracrodruon urundeuva*, procedência de Petrolina (PE), instalados em Selvíria – MS.

PROGÊNIE	NP	M	F	MF	SF
1	115	1	1	0	113
2	112	4	0	0	108
3	112	1	0	0	111
4	112	1	2	0	109
5	115	3	1	0	111
6	112	3	7	3	99
7	111	4	0	0	107
8	111	1	0	0	110
9	94	1	0	0	93
10	120	3	0	0	117
Total	1114	22	11	3	1078
Média±DP	111,4±6,7	2,2±1,3	1,1±2,2	0,3±1,0	107,8±7,0
CV(%)	6,0	59,8	198,5	316,2	6,5
Assimetria	AN	S	AP	AP	S
Curtose	M	M	L	L	M

DP: Desvio padrão; CV(%): coeficiente de variação; AN: assimétrica negativa; AP: assimétrica positiva; S: simétrica; M: mesocúrtica; L: leptocúrtica.

Tabela 2A- Número de plantas total (NP), número de plantas com florescimento masculino (M), feminino (F), masculino/feminino (MF: monoicas) e sem florescimento (SF) por progênie no teste de progênes de *Myracrodruon urundeuva*, procedência de Seridó (RN), instalados em Selvíria – MS.

PROGÊNIE	NP	M	F	MF	SF
1	39	8	0	0	31
2	40	11	1	0	28
3	27	7	1	0	19
4	35	3	3	0	29
5	49	15	6	0	28
6	42	4	12	0	26
7	45	6	2	0	37
8	47	14	4	0	29
9	47	14	3	0	30
10	40	3	0	0	37
11	72	19	12	0	41
12	41	5	3	1	32
Total	524	109	47	1	367
Média±DP	43,7±10,7	9,1±5,4	3,9±4,1	0,1±0,3	30,6±5,8
CV(%)	24,6	59,1	105,8	346,4	18,9
Assimetria	S	S	S	AP	S
Curtose	M	M	M	L	M

DP: Desvio padrão; CV(%): coeficiente de variação; AP: assimétrica positiva; S: simétrica; M: mesocúrtica; L: leptocúrtica.

Tabela 3A- Número de plantas total (NP), número de plantas com florescimento masculino (M), feminino (F), masculino/feminino (MF: monoicas) e sem florescimento (SF) por progênie no teste de progênies de *Myracrodruon urundeuva*, procedência de Itarumã (GO), instalados em Selvíria – MS.

PROGÊNIE	NP	M	F	MF	SF
1	34	16	2	0	16
2	35	15	12	0	8
3	33	14	10	0	9
4	33	20	9	0	4
5	28	13	4	0	11
6	34	16	13	0	5
7	34	13	4	0	17
8	31	10	10	0	11
9	33	11	9	0	13
10	28	12	8	0	8
11	30	17	6	0	7
12	33	22	3	0	8
13	26	9	3	0	14
14	30	9	5	0	16
15	29	15	5	0	9
16	31	9	13	0	9
17	30	12	9	0	9
18	33	18	11	0	4
19	35	25	8	0	2
20	32	15	8	0	9
21	30	16	10	0	4
22	34	18	10	0	6
23	35	16	10	0	9
24	33	9	4	0	20
25	31	15	13	0	3
26	34	13	15	0	6
27	31	17	4	0	10
28	29	17	7	0	5
29	31	8	16	0	7
30	35	17	7	0	11
Total	955	437	248	0	270
Média±DP	31,8±2,4	14,6±4,0	8,3±3,8	0	9,0±4,4
CV (%)	7,6	27,7	45,4	—	48,7
Assimetria	S	S	S	—	S
Curtose	M	M	M	—	M

DP: Desvio padrão; CV(%): coeficiente de variação; S: simétrica; M: mesocúrtica

Tabela 4A- Número de plantas total (NP), número de plantas com florescimento masculino (M), feminino (F), masculino/feminino (MF: monoicas) e sem florescimento (SF) por progênie no teste de progênies de *Myracrodruon urundeuva*, procedência de Selvíria (MS), instalados em Selvíria – MS.

PROGÊNIE	NP	M	F	MF	SF
1	26	8	2	0	16
2	25	8	0	0	17
3	26	6	0	0	20
4	27	6	2	0	19
5	21	9	0	0	12
6	29	9	0	0	20
7	23	8	0	0	15
8	24	10	0	0	14
9	24	8	1	0	15
10	24	7	1	0	16
11	25	5	2	0	18
12	23	13	0	0	10
13	23	7	1	0	15
14	23	10	2	0	11
15	23	6	2	0	15
16	22	6	1	0	15
17	21	6	0	0	15
18	17	7	0	0	10
19	23	9	1	0	13
20	23	6	1	0	16
21	22	8	0	0	14
22	24	5	0	0	19
23	22	8	0	0	14
24	23	3	2	0	18
25	25	4	0	0	21
26	22	5	0	0	17
27	26	13	3	0	10
28	29	6	0	0	23
Total	665	206	21	0	438
Média±DP	23,8±2,5	7,4±2,4	0,8±0,9	0	15,6±3,36
CV(%)	10,4	31,9	123,7	—	21,5
Assimetria	S	S	S	—	S
Curtose	M	M	M	—	M

DP: Desvio padrão; CV(%): coeficiente de variação; S: simétrica; M: mesocúrtica.

Tabela 5A- Número de plantas total (NP), número de plantas com florescimento masculino (M), feminino (F), masculino/feminino (MF: monoicas) e sem florescimento (SF) por progênie no teste de progênies de *Myracrodruon urundeuva*, procedência de Bauru (SP), instalados em Selvíria – MS.

PROGÊNIE	NP	M	F	MF	SF
1	27	6	1	1	19
2	25	5	0	1	19
3	28	5	2	0	21
4	24	12	0	0	12
5	24	7	2	0	15
6	20	3	1	0	16
7	25	4	1	0	20
8	24	9	1	0	14
9	28	5	3	1	19
10	21	13	1	0	7
11	24	8	0	0	16
12	26	7	0	0	19
13	19	2	3	0	14
14	23	6	2	1	14
15	26	9	2	0	15
16	20	8	1	1	10
17	25	7	2	1	15
18	24	3	3	0	18
19	25	8	2	0	15
20	24	7	1	0	16
21	22	6	1	1	14
22	25	9	0	1	15
23	23	4	1	1	17
24	26	12	2	0	12
25	28	13	1	0	14
26	27	6	0	0	21
27	26	1	0	0	25
28	23	7	0	2	14
Total	682	192	33	11	446
Média±DP	24,4±2,4	6,9±3,1	1,2±1,0	0,4±0,6	15,9±3,7
CV (%)	9,9	45,6	83,4	144,3	23,1
Assimetria	S	S	S	AP	S
Curtose	M	M	M	M	M

DP: Desvio padrão; CV(%): coeficiente de variação; S: simétrica; M: mesocúrtica

Tabela 6A- Número de plantas total (NP), número de plantas com florescimento masculino (M), feminino (F), masculino/feminino (MF: monoicas) e sem florescimento (SF) por progênie no teste de progênies de *Myracrodruon urundeuva*, procedência de Paulo de Faria (SP), instalados em Selvíria – MS.

PROGÊNIE	NP	M	F	MF	SF
1	23	3	3	0	17
2	19	7	0	0	12
3	29	16	0	0	13
4	28	7	3	0	18
5	29	11	2	0	16
6	22	0	4	0	18
7	20	7	2	0	11
8	26	9	3	0	14
9	24	14	3	0	7
10	23	13	2	0	8
11	28	13	4	0	11
12	23	6	0	0	17
13	23	3	2	0	18
14	25	4	3	0	18
15	24	7	4	0	13
16	27	8	4	0	15
17	24	5	1	0	18
18	24	9	1	0	14
19	28	10	1	0	17
20	26	6	7	0	13
21	29	7	4	0	18
22	29	10	4	0	15
23	27	12	1	0	14
24	23	9	1	0	13
25	27	7	2	0	18
26	21	1	0	0	20
27	20	8	2	0	10
28	21	2	4	0	15
29	27	6	3	0	18
30	28	7	3	0	18
Total	747	227	73	0	447
Média±DP	24,9±3,0	7,6±3,8	2,4±1,6	0	14,9±3,3
CV(%)	12,2	50,5	66,3	—	22,2
Assimetria	S	S	S	—	S
Curtose	M	M	M	—	M

DP: Desvio padrão; CV(%): coeficiente de variação; S: simétrica; M: mesocúrtica

Tabela 7A- Estimativas de variâncias para o caráter diâmetro à altura do peito (DAP) em seis testes de progênes de *Myracrodruon urundeuva*, instalados em Selvíria – MS.

Parâmetros	Petrolina (PE) 24 [#]	Seridó (RN) 19 [#]	Itarumã (GO) 12 [#]	Selvíria (MS) 29 [#]	Bauru (SP) 29 [#]	Paulo de Faria (SP) 19 [#]
σ_a^2	0,34	3,69	5,65	1,80	2,55	0,37
$\hat{\sigma}_c^2$	0,23	0,92	0,14	1,41	2,58	0,93
$\hat{\sigma}_e^2$	9,56	5,56	8,82	11,94	18,24	10,67
$\hat{\sigma}_f^2$	10,14	10,16	14,60	15,15	26,37	11,96

[#] idade do teste de progênes em anos; σ_a^2 :variância genética aditiva; $\hat{\sigma}_c^2$:variância ambiental entre parcelas; $\hat{\sigma}_e^2$:variância residual (ambiental mais genética não aditiva); $\hat{\sigma}_f^2$:variância fenotípica individual.

Tabela 8A- Herdabilidade média ($\hat{h}_m^2$) para o caráter DAP de algumas espécies arbóreas nativas.

Espécie	Idade (anos)	$\hat{h}_m^2$	Referência
<i>Alibertia sessilis</i>	8	0,47	Rodrigues (2010)
<i>Anadenanthera macrocarpa</i>	9	0,01	Rodrigues (2010)
<i>Annona coriacea</i>	8	0,10	Rodrigues (2010)
<i>Aspidosperma subincanum</i>	8	0,40	Rodrigues (2010)
<i>Astronium fraxinifolium</i> (CE)	8	0,24	Rodrigues (2010)
<i>Astronium fraxinifolium</i> (MA)	9	0,26	Rodrigues (2010)
<i>Astronium fraxinifolium</i>	14	0,51	Otsubo et al. (2015)
<i>Astronium graveolens</i>	19	0,01	Araújo et al. (2014)
<i>Balfourodendron riedelianum</i>	27	0,21*	Kubota et al. (2015)

Tabela 8A- (Continuação...)

Espécie	Idade (anos)	$\hat{h}_m^2$	Referência
<i>Campomanesia guazumaefolia</i>	8	0,02	Rodrigues (2010)
<i>Cariniana estrellensis</i>	9	0,07	Rodrigues (2010)
<i>Cariniana legalis</i>	26	0,24	Sebbenn et al. (2009)
<i>Cedrela fissilis</i>	9	0,40	Rodrigues (2010)
<i>Cedrela odorata</i>	9	0,77	Rodrigues (2010)
<i>Celtis fluminensis</i>	9	0,20	Rodrigues (2010)
<i>Chrysophyllum</i> sp.	8	0,27	Rodrigues (2010)
<i>Cordia trichotoma</i>	19	0,77	Freitas et al. (2006)
<i>Cupania Vernalis</i>	8	0,03	Rodrigues (2010)
<i>Dipterix alata</i>	8	0,37	Rodrigues (2010)
<i>Dipteryx alata</i>	9	0,54*	Zaruma et al. (2015)
<i>Enterolobium contortisiliquum</i>	9	0,48	Rodrigues (2010)
<i>Enterolobium contortisiliquum</i>	20	0,65	Sant'Ana et al. (2013)
<i>Eriotheca pubescens</i>	8	0,03	Rodrigues (2010)
<i>Esenbeckia leiocarpa</i>	8	0,56	Sebbenn et al. (2001)
<i>Eugenia florida</i>	8	0,15	Rodrigues (2010)
<i>Eugenia uniflora</i>	9	0,02	Rodrigues (2010)
<i>Ficus guaranitica</i>	9	0,03	Rodrigues (2010)
<i>Gallesia integrifolia</i>	23	0,53	Sebbenn et al. (2009)
<i>Gallesia integrifolia</i>	9	0,86	Rodrigues (2010)
<i>Genipa americana</i>	9	0,36	Rodrigues (2010)
<i>Gochnatia polymorpha</i>	8	0,43	Rodrigues (2010)

Tabela 8A- (Continuação...)

Espécie	Idade (anos)	$\hat{h}_m^2$	Referência
<i>Handroanthus aureus</i>	8	0,01	Rodrigues (2010)
<i>Handroanthus impetiginosus</i>	9	0,13	Rodrigues (2010)
<i>Handroanthus ochraceus</i>	8	0,01	Rodrigues (2010)
<i>Handroanthus roseo-albus</i>	8	0,01	Rodrigues (2010)
<i>Handroanthus umbellatus</i>	9	0,07	Rodrigues (2010)
<i>Handroanthus vellosi</i>	24	0,41*	Batista et al. (2012)
<i>Helietta apiculata</i>	9	0,03	Rodrigues (2010)
<i>Hexachlamys. edulis</i>	9	0,02	Rodrigues (2010)
<i>Hymenaea courbaril</i>	9	0,01	Rodrigues (2010)
<i>Inga fagifolia</i>	9	0,65	Rodrigues (2010)
<i>Inga uruguensis</i>	9	0,41	Rodrigues (2010)
<i>Jacaranda cuspidifolia</i>	8	0,01	Rodrigues (2010)
<i>Jacaranda cuspidifolia</i>	2	0,48	Moraes et al. (2013)
<i>Luehea divaricata</i>	9	0,28	Rodrigues (2010)
<i>Machaerium paraguariense</i>	8	0,25	Rodrigues (2010)
<i>Machaerium stipitatum</i>	8	0,78	Rodrigues (2010)
<i>Maclura tinctoria</i>	9	0,26	Rodrigues (2010)
<i>Myracrodruon urundeuva</i>	17	0,52	Freitas et al. (2007)
<i>Myracrodruon urundeuva</i>	9	0,56	Rodrigues (2010)
<i>Myracrodruon urundeuva</i>	11	0,26*	Moraes et al. (2012)
<i>Myracrodruon urundeuva</i>	16	0,42	Bertonha et al. (2016)
<i>Myracrodruon urundeuva</i>	21*	0,30*	Canuto et al. (2017)

Tabela 8A- (Continuação...)

Espécie	Idade (anos)	$\hat{h}_m^2$	Referência
<i>Myroxylon peruiferum</i>	9	0,50	Rodrigues (2010)
<i>Ormosia arborea</i>	9	0,39	Rodrigues (2010)
<i>Patagonula americana</i>	9	0,41	Rodrigues (2010)
<i>Peltophorum dubium</i>	24	0,66	Senna et al. (2012)
<i>Pouteria torta</i>	8	0,43	Rodrigues (2010)
<i>Psidium rufum</i>	8	0,06	Rodrigues (2010)
<i>Pterogyne nitens</i>	9	0,03	Rodrigues (2010)
<i>Rhamnidium elaeocarpum</i>	8	0,01	Rodrigues (2010)
<i>Rheedia gardneriana</i>	9	0,51	Rodrigues (2010)
<i>Ruprechtia</i> sp.	9	0,03	Rodrigues (2010)
<i>Sapindus saponaria</i>	9	0,01	Rodrigues (2010)
<i>Schizolobium amazonicum</i>	9	0,69	Rocha et al. (2009)
<i>Sideroxylon obtusifolium</i>	9	0,33	Rodrigues (2010)
<i>Sorocea sprucei</i>	8	0,55	Rodrigues (2010)
<i>Tapirira guianensis</i>	9	0,01	Rodrigues (2010)
<i>Terminalia argentea</i>	8	0,30	Rodrigues (2010)
<i>Terminalia argentea</i>	14	0,73	Otsubo et al. (2015)
<i>Vitex montevidensis</i>	9	0,16	Rodrigues (2010)
<i>Zanthoxylum rhoifolium</i>	8	0,05	Rodrigues (2010)
Média Geral	10,5	0,30±0,25	—

*média das procedências estudadas.

Relatórios utilizados do “Programa R”.

1. Significância da razão sexual entre árvores de *Myracrodruon urundeuva* pelo teste-G.

R Console

```
> for(i in 1:6){
+ observed = dados[i,3:4] # observed frequencies
+ expected = c(0.5, 0.5) # expected proportions
+
+ print("=====")
+ print(paste("-----",dados[i,1],"-----"))
+ print("=====")
+ print(dados[i,3:4])
+
+ print(GTest
(x=observe
d,      +
p=expected
,
+   correct="none"))
+
+ }
"====="
"----- Bauru -----"
"====="
  M  F
1 203 33
```

Log likelihood ratio (G-test) goodness of fit test

data: observed

G = 136.17, X-squared df = 1, p-value < 2.2e-16

```
"====="
"----- Itarumã -----"
"====="
  M  F
2 437 248
```

Log likelihood ratio (G-test) goodness of fit test

data: observed

G = 52.83, X-squared df = 1, p-value = 3.637e-13

```
"====="
"----- Paulo de Faria -----"
"====="
  M  F
3 226 73
```

Log likelihood ratio (G-test) goodness of fit test

data: observed

G = 82.126, X-squared df = 1, p-value < 2.2e-16

```
"=====
"----- Petrolina -----"
"=====
  M F
4 25 11
```

Log likelihood ratio (G-test) goodness of fit test

data: observed

G = 5.5907, X-squared df = 1, p-value = 0.01806

```
"=====
"----- Selvíria -----"
"=====
  M F
5 209 20
```

Log likelihood ratio (G-test) goodness of fit test

data: observed

G = 181.74, X-squared df = 1, p-value < 2.2e-16

```
"=====
"----- Seridó-----"
"=====
  M F
6 110 47
```

Log likelihood ratio (G-test) goodness of fit test

data: observed

G = 26.007, X-squared df = 1, p-value = 3.403e-07

2. Significâncias das herdabilidades da população de referência (T) em relação as subpopulações (M; F e SF) nos seis testes de progênie de *Myracrodruon urundeuva* pelo teste-G.

R Console

```
+ observed = dados[i,3:4] # observed frequencies
+ expected = c(0.5, 0.5) # expected proportions
+ print(dados[i,3:4])
```

```

+ print("=====")
+ print(paste("----- Variavel: ",dados[i,1],"-----"))
+ print("=====")
+ print(GTest(x=observed,
+           p=expected,
+           correct="none"))
+ + }
  T F
1 12 97
"====="
"-----Petrolina_M -----"
"====="

```

Log likelihood ratio (G-test) goodness of fit test

data: observed
G = 75.524, X-squared df = 1, p-value < 2.2e-16

```

  T F
2 76 87
"====="
"----- Seridó_M -----"
"====="

```

Log likelihood ratio (G-test) goodness of fit test

data: observed
G = 0.7429, X-squared df = 1, p-value = 0.3887

```

  T F
3 79 70
"====="
"----- Itarumã_M -----"
"====="

```

Log likelihood ratio (G-test) goodness of fit test

data: observed
G = 0.54396, X-squared df = 1, p-value = 0.4608

```

  T F
4 332 74
"====="
"----- Selvíria_M -----"
"====="

```

Log likelihood ratio (G-test) goodness of fit test

data: observed
G = 177.29, X-squared df = 1, p-value < 2.2e-16

T F
 5 29 68
 "=====
 "----- Bauru_M -----"
 "=====

Log likelihood ratio (G-test) goodness of fit test

data: observed
 G = 16.133, X-squared df = 1, p-value = 5.905e-05

T F
 6 12 32
 "=====
 "----- Paulo de Faria_M -----"
 "=====

Log likelihood ratio (G-test) goodness of fit test

data: observed
 G = 9.4331, X-squared df = 1, p-value = 0.002131

T F
 7 12 2
 "=====
 "----- Petrolina_F -----"
 "=====

Log likelihood ratio (G-test) goodness of fit test

data: observed
 G = 7.9249, X-squared df = 1, p-value = 0.004876

T F
 8 76 77
 "=====
 "----- Seridó_F -----"
 "=====

Log likelihood ratio (G-test) goodness of fit test

data: observed
 G = 0.006536, X-squared df = 1, p-value = 0.9356

T F
 9 79 78

```
"=====
"----- Itarumã_F -----
"=====
```

Log likelihood ratio (G-test) goodness of fit test

data: observed
G = 0.0063695, X-squared df = 1, p-value = 0.9364

```
  T F
10 332 76
"=====
"----- Selvória_F -----
"=====
```

Log likelihood ratio (G-test) goodness of fit test

data: observed
G = 173.3, X-squared df = 1, p-value < 2.2e-16

```
  T F
11 29 14
"=====
"----- Bauru_F -----
"=====
```

Log likelihood ratio (G-test) goodness of fit test

data: observed
G = 5.3442, X-squared df = 1, p-value = 0.02079

```
  T F
12 12 70
"=====
"----- Paulo de Faria_F -----
"=====
```

Log likelihood ratio (G-test) goodness of fit test

data: observed
G = 45.401, X-squared df = 1, p-value = 1.605e-11

```
  T F
19 12 19
"=====
"----- Petrolina_SF -----
"=====
```

Log likelihood ratio (G-test) goodness of fit test

data: observed

G = 1.5944, X-squared df = 1, p-value = 0.2067

```

      T F
20 76 78
"=====
"----- Seridó_SF -----
"=====

```

Log likelihood ratio (G-test) goodness of fit test

data: observed

G = 0.025975, X-squared df = 1, p-value = 0.872

```

      T F
21 79 80
"=====
"----- Itarumã_SF -----
"=====

```

Log likelihood ratio (G-test) goodness of fit test

data: observed

G = 0.0062893, X-squared df = 1, p-value = 0.9368

```

      T F
22 332 20
"=====
"----- Selvíria_SF -----
"=====

```

Log likelihood ratio (G-test) goodness of fit test

data: observed

G = 334.42, X-squared df = 1, p-value < 2.2e-16

```

      T F
23 29 9
"=====
"----- Bauru_SF -----
"=====

```

Log likelihood ratio (G-test) goodness of fit test

data: observed

G = 11.076, X-squared df = 1, p-value = 0.0008746

```

      T F
24 12 2
"=====

```

"----- Paulo de Faria_SF -----"
 "=====

Log likelihood ratio (G-test) goodness of fit test

data: observed

G = 7.9249, X-squared df = 1, p-value = 0.004876

Teste t

O teste T foi calculado com base na equação (PIMENTEL-GOMES, 1990):

$$t = \frac{r}{\sqrt{1 - r^2}} \sqrt{n}$$

em que: n é o grau de liberdade do resíduo.