

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE ENGENHARIA
CAMPUS DE ILHA SOLTEIRA**

DANIELA ARAUJO

**MANEJO E CONSERVAÇÃO GENÉTICA *EX SITU* EM *Dipteryx alata* VOGEL NO
BOLSÃO SUL-MATO-GROSSENSE**

Ilha Solteira
2016

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

DANIELA ARAUJO

**MANEJO E CONSERVAÇÃO GENÉTICA *EX SITU* EM *Dipteryx alata* VOGEL NO
BOLSÃO SUL-MATO-GROSSENSE**

Dissertação apresentada à Faculdade de
Engenharia de Ilha Solteira – UNESP como
parte dos requisitos para obtenção do título
de Mestre em Agronomia.

Prof Dr. Mário Luiz Teixeira de Moraes
Orientador

FICHA CATALOGRÁFICA

Desenvolvido pelo Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação

A663m Araujo, Daniela.
Manejo e conservação genética ex situ em *Dipteryx alata* vogel no Bolsão Sul-Mato-Grossense / Daniela Araujo. -- Ilha Solteira: [s.n.], 2016
52 f. : il.

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira. Especialidade: Sitemas de Produção, 2016

Orientador: Mário Luiz Teixeira de Moraes
Inclui bibliografia

1. Baru. 2. Conservação genética. 3. Biomassa. 4. Cerrado. 5. Densidade da madeira.

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO DA DISSERTAÇÃO: MANEJO E CONSERVAÇÃO GENÉTICA *EX SITU* EM *Dipteryx alata* VOGEL NO BOLSÃO SUL-MATO-GROSSENSE

AUTORA: DANIELA ARAUJO

ORIENTADOR: MARIO LUIZ TEIXEIRA DE MORAES

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



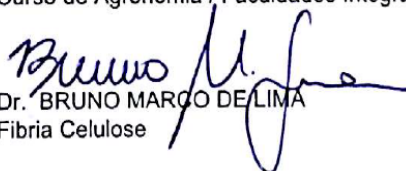
Prof. Dr. MARIO LUIZ TEIXEIRA DE MORAES

Departamento de Fitotecnia, Tecnologia de Alimentos e Sócio Economia / Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira - UNESP



Prof. Dr. CAMILA REGINA SILVA BALERONI RECCO

Curso de Agronomia / Faculdades Integradas Stella Maris de Andradina



Dr. BRUNO MARCO DE LIMA

Fibria Celulose

Ilha Solteira, 03 de setembro de 2016

Aos meus pais Francisco e Luciene que sempre me apoiaram e deram todo o suporte para minha formação. Que sempre foram exemplos a serem seguidos.

As minhas irmãs Karol, Glenda e Paula, sempre presentes mesmo com a distância e o tempo.

Dedico

AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Dr. Mario Luiz Teixeira de Moraes, pelo tempo dispendido, pelos ensinamentos, paciência, conhecimento compartilhado e amizade por todos esses anos. Obrigada pela oportunidade e confiança nessa etapa que se concluiu.

Á Selma Buzetti, por sempre ter sido uma mãezona para todos, por todos os conselhos e puxões de orelha que contribuíram muito para conclusão deste trabalho.

Aos funcionários e amigos da Fazenda de Ensino Pesquisa e Extensão da Unesp, em especial ao José Cambuim, Alonso, Juliano, César, Buxada e Tejim. Muito obrigada pelo apoio, risadas e força de vontade em todas as etapas deste trabalho.

Aos membros da banca examinadora Prof. Dr. Alan Rodrigo Panosso, Dr. Bruno Marco de Lima, Prof. Dr. Camila Baleroni e a Prof. Dr. Daniela Canuto. Obrigada pela contribuição e aperfeiçoamento desse trabalho.

Á Danilla, Francine, Kelly Cristina, Silvelise, Janaina, Maiara pelo grande apoio que vocês me deram quando o trabalho parecia não ter fim, pela amizade, pelas horas de descontração e especialmente por tornarem esse trabalho possível.

Ás minha grandes amigas e irmãs que espero que o tempo nunca tire de mim, que vêm me acompanhando e apoiando em todos esses anos de Ilha Solteira, meu muito obrigada a Silvelise Pupin, Loraine Torres, Renata Canizza (Garibalda), Debora Silvestre e Gabrielle Macedo que mesmo longe sempre estiveram presentes.

Ao meu grande amor e amigo Vinicius Trevisani, obrigada pelo, apoio, paciência e horas de conversas, sem você nada disso seria verdade. Obrigada por estar ao meu lado me apoiando e por não me deixar desistir quando já não havia mais paciência.

Á FAPESP pelo suporte financeiro para desenvolvimento da pesquisa.

Obrigada a todos que de certa forma contribuíram para a realização desse trabalho e permitiram que este se concluísse.

RESUMO

Dipteryx alata (baru) é uma espécie arbórea que ocorre no Cerrado e suas populações naturais vem sendo ameaçadas pela fragmentação desse bioma. Os frutos, as sementes (amêndoas) e a sua madeira são explorados pelo homem, além do uso para recuperação de áreas degradadas e para sombreamento em áreas de pastagens para o gado. Apresenta rápido crescimento, o que é relevante para fixação de carbono da atmosfera, característica muito importante, tendo em vista o grande acúmulo de gases de efeito estufa (GEEs) na atmosfera, nas últimas décadas. O presente trabalho tem por objetivo estimar a variação genética para caracteres quantitativos em populações e progênies de *D. alata* e verificar o potencial da produção de biomassa por essa espécie aos onze anos. O teste de progênies e procedências (TPP) foi avaliado por meio de caracteres silviculturais (altura (ALT), diâmetro a altura do peito (DAP) e diâmetro médio da copa (DMC)) e de biomassa, pela metodologia dos modelos mistos, utilizando o procedimento REML/BLUP. O TPP é formado por três populações de *D. alata*, procedentes de Campina Verde–MG, Itarumã-GO e Brasilândia-MS. De acordo com o teste de razão de verossimilhança, constatou-se significância para todos os caracteres e as médias obtidas foram de 4,30m (DMC), 6,90m (ALT) e 9,99cm (DAP). Após o desbaste o DAP e DMC foram os caracteres mais indicado para seleção dentre todas as procedências havendo assim possibilidade de sucesso na seleção em programas de melhoramento genético. O teste apresentou valores significantes para biomassa, a copa compõe 47% da biomassa encontrada nas árvores, seguida do tronco 42% e das folhas 7%. A média para a densidade da madeira foi de 0,38 g.cm⁻¹, comparando com a densidade encontrada por Ferreira (1979) para *Eucalyptus* aos 8 anos, este já possuía densidade de 0,53 g.cm⁻¹ o que indica que a densidade para o baru aos 11 ainda é muito baixa.

Palavras-chave: Baru. Biomassa. Cerrado. Conservação genética. Densidade da madeira.

ABSTRACT

Dipteryx alata is an arboreal species that occurs in the Cerrado and its natural populations are being threatened by the fragmentation of this biome. Men exploits fruits, seeds (almonds) and timber; in addition to use for recovery, degraded areas and shading in pasture areas for cattle.

It has a fast growth, which is relevant for atmospheric carbon sequestration, very important feature, in view of the large accumulation of greenhouse gases (GHGs) in the atmosphere in the recent decades. This work is primarily to estimate the genetic variation for quantitative traits in populations and progenies of *D. alata* and verify the potential of biomass for this species at eleven years old. The progeny and provenances test (PPT) was evaluated by silvicultural variables (height, diameter at breast height and average crown diameter) and biomass, using the mixed models methodology and REML / BLUP procedure.

The PPT consists of three populations of *D. alata*, coming from Campina Verde- MG, Itarumã-GO and Brasilândia-MS. According to the likelihood ratio test, there was significance for all characters according to the ratio test and likelihood and averages of 4,30 m (DMC), 6,90 m (ALT) and 9,99 cm (DAP). After thinning DAP was considered the most suitable character for selection from all sources. The test presents significant values for biomass the top has 47% of the biomass in the tress, followed by the trunk which has 42% and the leaves 7%. The average for the wood density was 0,38 g.cm⁻¹, wich wasn't a good indicator considering that the test has eleven years old.

Keywords: Baru. Genetic conservation. Biomass. Cerrado. Wood density.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	8
2	OBJETIVOS	9
3	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	10
3.1	<i>DIPTERYX ALATA</i> VOGEL	10
3.1.1	Descrição da espécie	10
3.1.2	Distribuição Geográfica	11
3.1.3	Importância econômica da espécie	12
3.2	TESTES DE PROGÊNIES E PROCEDÊNCIAS	14
3.3	BIOMASSA E CARBONO	14
3.3.1	Mudanças climáticas	14
3.3.2	Biomassa Florestal	18
3.3.3	Sequestro de carbono	19
4	MATERIAL E MÉTODOS	20
4.1	LOCALIZAÇÃO E DESCRIÇÃO DO EXPERIMENTO	20
4.2	ESTIMATIVAS DE COMPONENTES DE VARIÂNCIA	21
4.3	QUANTIFICAÇÃO DA BIOMASSA E DENSIDADE DA MADEIRA	22
5	RESULTADOS E DISCUSSÕES	26
5.1	ANÁLISES INDIVIDUAIS PARA OS CARACTERES SILVICULTURAIS	26
5.1.1	Sobrevivência (SOB)	26
5.1.2	Diâmetro a altura do peito (DAP)	26
5.1.3	Altura (ALT)	29
5.1.4	Diâmetro médio da copa (DMC)	31
5.1.5	Análises conjunta para os caracteres silviculturais	34
5.2	BIOMASSA E DENSIDADE	35
5.2.1	Análise individual para componentes de biomassa	35
5.2.1.1	<i>Brasilândia- MS</i>	35
5.2.1.2	<i>Campina Verde- MG</i>	38
5.2.1.3	<i>Itarumã- GO</i>	40
5.2.2	Análise conjunta	42
5.2.2.1	<i>Biomassa e densidade</i>	42
5.2.2.2	<i>Equações de regressão</i>	45
6	CONCLUSÕES	46
	REFERÊNCIAS	47

1 INTRODUÇÃO

A população mundial vem crescendo progressivamente e com esse crescimento a ocupação de áreas não habitadas antigamente se torna mais recorrente. Essas áreas geralmente são áreas de florestas nativas, que perderam seu espaço para ocupação do homem. Com a eliminação dessas espécies arbóreas, muitas vezes raras, se vão possíveis materiais de valor genético que talvez nunca venham a ser reconhecidos, impactando negativamente na vida de animais silvestres, cursos de rios e causando mudanças irreparáveis ao solo (FREITAS, 2006). Outro quadro que vem se transformando ano após ano é o crescimento industrial. O mundo precisa de alimentos, vestuário e transporte e as indústrias mais do que nunca estão trabalhando para isso, seja para consumo interno ou externo, como exemplo a China que é o país mais industrializado do mundo, tem sua base voltada para produção em escala não considerando danos ao meio ambiente e a quantidade de gases do efeito estufa (GEE's) que emitem diariamente. Torna-se assim cada vez mais urgente a manutenção de florestas que são as responsáveis pelo sequestro do carbono emitido diariamente. O Protocolo de Kyoto, ratificado em 1998, veio para reduzir a porcentagem da emissão de gases em 5,2% entre os anos de 2005 e 2008 (MOREIRA; GIOMETTI, 2008).

O Brasil apresenta condições ideais para contribuir com a redução de GEE, possui os mais diversificados biomas do planeta, entre eles o cerrado que abriga milhares de espécies nativas e animais silvestres. No entanto, este vem sendo modificado há anos por interferências antrópicas, muitas espécies nativas vêm sendo dizimadas entres estas se encontra o baru (*Dipteryx alata*), original deste bioma o baru tem sido ameaçado pela grande expansão agrícola. *Dipteryx alata* é uma leguminosa pertencente à família Fabaceae, árvore de grande porte, fuste reto e copa frondosa muito utilizado em pastagens para fornecer sombra ao gado, além de produzir frutos ricos em proteínas que acabam por servir de alimento ao gado e ao homem que o utiliza em forma de doces, compotas ou in natura. O óleo da semente também é utilizado como matéria-prima para indústria farmacêutica e oleoquímica (TAKEMOTO et al., 2001). Por ser uma espécie de fácil adaptação a ambientes extremos, recomenda-se seu uso em áreas de reflorestamento e degradadas.

1 OBJETIVOS

- i) Estimar a variação genética para caracteres de crescimento altura, diâmetro a altura do peito e diâmetro médio da copa;
- ii) Estimar a biomassa e densidade no teste de progênies e procedências de *Dipteryx alata* aos onze anos, instalado em sistema de monocultivo;

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

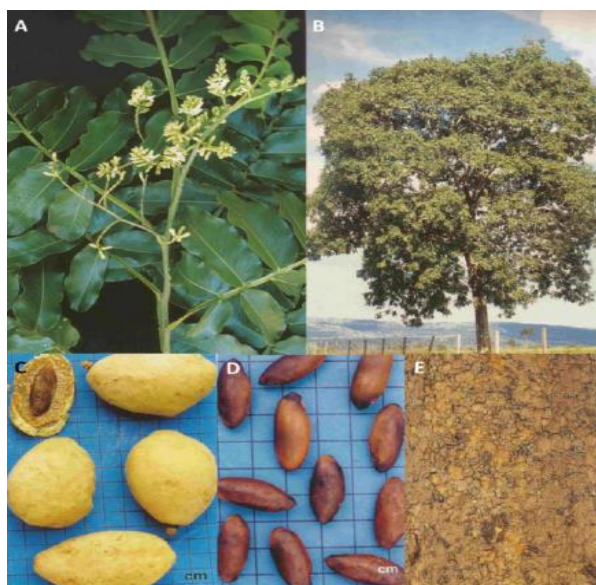
3.1 *DIPTERYX ALATA* VOGEL

3.1.1 Descrição da espécie

O baru (*Dipteryx alata* Vogel), como é popularmente conhecido, é uma árvore rústica de grande ocorrência no cerrado, pertencente à família Fabaceae é, segundo Torres et al. (2003) e Lorenzi (2002), a única do gênero *Dipteryx* a ocorrer nesse bioma.

É uma árvore perenifólia, podendo alcançar 25 m de altura e 70 cm de diâmetro a altura do peito (LORENZI, 2002; CARVALHO, 2003). A parte mais velha do tronco possui cor amarelada com estrias transversais e depressões; folhas compostas imparipinadas, alternadas, espiraladas, com pecíolos e raque alados, com 7 a 13 folíolos alternos, oblongos, de até 10 cm de comprimento e 5 cm de largura, coriáceos, descolores, com glândulas translúcidas pequenas e glabros (Figura 1). Suas flores são de cor creme com cinco pétalas, apresentando até 0,8 cm de diâmetro; seus frutos são carnosos, ovoides a esferóides, de cor creme e até 6 cm de comprimento; as sementes ocorrem uma por fruto, são elipsóides, de cor castanha e apresentam até 3 cm de comprimento (SILVA-JÚNIOR, 2005).

Figura 1 - A. Folhas e inflorescências; B. Árvore; C. Fruto; D. Sementes; E



Fonte: LORENZI (2002).

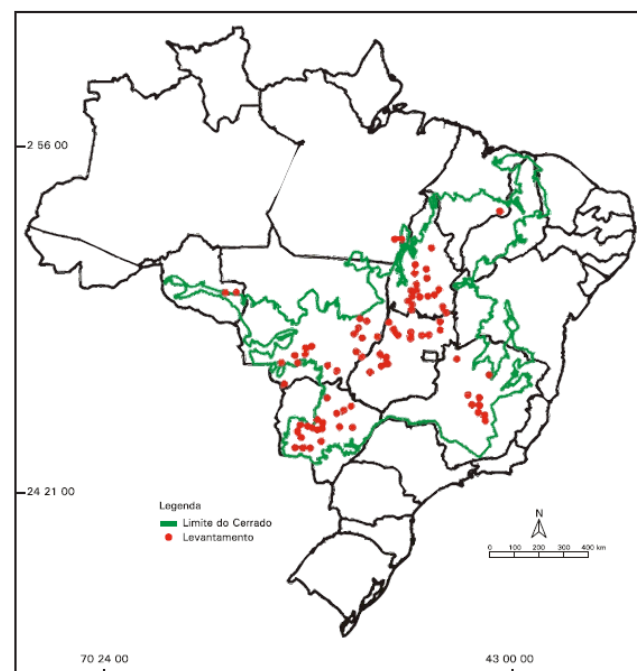
O período de florescimento ocorre de outubro a abril e a frutificação de julho a outubro (LORENZI, 2002; CARVALHO, 1994). A dispersão de frutos e sementes é barocórica e zoocórica, sendo realizada principalmente por morcegos e macacos (CARVALHO, 2003).

3.1.2 Distribuição Geográfica

Segundo Lorenzi (2002) e Carvalho (1994), a espécie possui ampla distribuição geográfica, sendo encontrada nos estados de Minas Gerais, Mato Grosso do Sul, Mato Grosso, Goiás, Distrito Federal, Tocantins e São Paulo, além de ocorrer em outros países como Bolívia, Colômbia e Paraguai. O gênero *Dipteryx* possui 12 espécies nas Américas do Sul e Central, sendo que a maioria destas espécies ocorrem na região amazônica, duas ocorrem no Panamá e Honduras e apenas uma espécie, *D. alata*, ocorre em zonas com duas estações nitidamente marcadas (seca e chuvosa), no Cerrado (RIZZINI, 1963; LEWIS et al., 2005). O nome popular da espécie varia muito com o local de ocorrência, podendo ser chamada de baru, cumbaru, coco feijão, bugreiro e guaiçára.

Possui ampla distribuição no Brasil, principalmente em áreas de Cerrado, nos Estados de Goiás, Maranhão, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais, Pará, Rondônia e Tocantins (Figura 2), com registros de coleta de frutos no Estado de São Paulo (SIQUEIRA et al., 1993).

Figura 2 - Distribuição geográfica do baru no Cerrado Restrito, em várias localidades no Bioma Cerrado.



Fonte: Ratter et al. (2000).

3.1.3 Importância econômica da espécie

O baru (*Dipteryx alata*) como muitas outras espécies florestais têm seus recursos explorados pelo homem. Este, por sua vez possui fruto e amêndoa muito ricos em lipídios (aproximadamente 400 g.kg⁻¹) e proteínas (250-300 g.kg⁻¹), que vêm sendo utilizados por pequenos agricultores e por empresas de cosméticos (TOGASHI, 1995; TAKEMOTO, 2001). Sua semente chega a ter 29,5% a mais proteínas que leguminosas comuns, como feijão e ervilha, porém inferior a soja. É encontrada uma grande concentração de ácidos graxos insaturados na semente, os quais são utilizados nas indústrias de alimentos e farmacêuticas (TOGASHI, 1993; SANO et al., 2004). O óleo extraído da semente serve como matéria prima para indústria farmacêutica na produção de reguladores de menstruação e antirreumáticos (ALMEIDA et al., 1998).

Pequenos agricultores seguem uma cadeia de produção da amêndoa do baru, que se assemelha à o conceito de *filière*, ou seja, é a sequência de operações

tecnológicas, de produção, distintas e dissociáveis, exigidas para elaboração de um bem ou conjunto de bens, para o consumo final (MAGALHÃES, 2014).

Mesmo com a grande utilização da amêndoa do baru (*Dipteryx alata*), ainda não existe tecnologia específica para extração e manuseio da mesma, o que acaba por dificultar o trabalho de empresas, cooperativas e associações representativas do agricultor familiar (MAGALHÃES, 2014).

As sementes de baru (*Dipteryx alata*), são consumidas tanto *in natura* como torrada ou em forma de paçocas, podendo ser utilizada como substituta da castanha de caju, do amendoim ou nozes nas mais variadas receitas, estas também servem de suplementação na alimentação animal, fornecendo proteína (LOURENÇO, 1995; SANO et al., 2004).

A madeira de baru é muito densa variando de 0,85 a 1,10g/cm³, sendo muito resistente ao ataque de organismos xilófagos, quando em contato com o solo a madeira tem vida útil de 9 anos até que inicie o processo de apodrecimento. Sendo assim é altamente indicada para construções hidráulicas, postes, moirões, construção civil e implementos agrícolas, além de fornecer lenha de (ALMEIDA et al., 1998; CARVALHO, 2003).

De acordo com Oliveira & Sigrist (2008), apesar de ocorrer visitação de vespas, borboletas, moscas e beija-flores às flores de Baru, *Xylocopa suspecta* (Apidae) é o principal polinizador, pois visita legitimamente as flores e apresenta forrageamento que promove fluxo de pólen entre os indivíduos. Por ser uma leguminosa e fixar nitrogênio no solo, o baru é muito utilizado em áreas de recuperação de pastagem e sistema silvipastoril, tanto para melhorias no solo, como para fornecer sombra, tendo em vista que sua copa é bastante espaça e é fonte complementar de calorías para o gado em épocas de estiagem.

O baru também é utilizado como planta ornamental, por ser de baixa exigência nutricional e apresentar bom crescimento, vem sendo utilizado na arborização urbana e paisagismo (ALMEIDA et al., 1998; CARVALHO, 2003; SANO et al., 2004).

Estudos realizados em áreas isoladas com ocorrência de baru, mostraram aumento no teor de nutrientes na forragem, reduziu a velocidade de secagem e aumentou a disponibilidade de nutrientes no solo. Fatores como esses confirmam a importância econômica e ecológica da espécie, indicando o seu potencial para programas de reflorestamento e sistemas agrosilvipastoris, tornando-se necessário,

estudos de melhoramento genético da espécie para êxito na implementação desses programas (LOURENÇO, 1995; OLIVEIRA, 1998; TORRES et al., 2003; SANO, et al., 2004).

3.2 TESTES DE PROGÊNIES E PROCEDÊNCIAS

A obtenção de populações melhoradas que satisfaçam as exigências da produtividade florestal depende da capacidade de identificar genótipos desejados na população sob seleção. Uma estratégia, de eficiência comprovada, para seleção desses genótipos é a combinação dos testes de procedências e progênies, que permitem a determinação do valor reprodutivo dos indivíduos selecionados, da estimativa de parâmetros genéticos, da estrutura genética e a seleção, orientando decisões práticas no programa de melhoramento (KEIDING, 1976; SAMPAIO et al., 2000; AGUIAR, 2004).

A realização de testes de progênies e procedências é fundamental na escolha de fontes de sementes e por permitir o conhecimento da variação entre e dentro de populações em diferentes regiões geográficas. Segundo Torggler (1987) e Silva (2003) a variação existente neste tipo de testes auxilia na proteção contra mudanças ambientais e climáticas, uma vez que comprovado que determinada espécie pode se adaptar a certa região, esta pode ser uma forma de conservá-la e disseminá-la.

Testes de progênies visam à conservação genética das espécies. Baseando-se nas características genéticas dos pais, espera-se que seus descendentes apresentem características semelhantes (FALCONER, 1987).

3.3 BIOMASSA E CARBONO

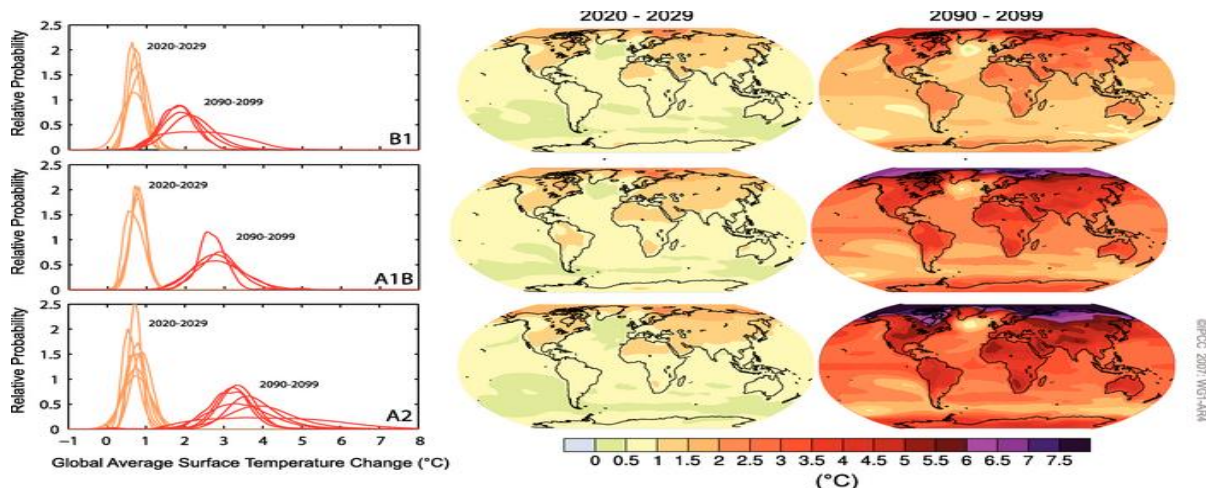
3.3.1 Mudanças climáticas

As mudanças climáticas que vêm ocorrendo nos últimos anos têm agravado cada vez a situação do planeta. O superaquecimento que a terra vem sofrendo tem trazido consequências irreversíveis para o meio ambiente, como o derretimento de geleiras e a extinção de espécies que habitam este ambiente. Segundo Renner (2004), a intensa atividade industrial e econômica, que são as principais

responsáveis pela emissão dos gases do efeito estufa (GEEs), causarão um aumento de 3° a 5°C na temperatura do planeta nos próximos cem anos.

Segundo o relatório de impacto do Intergovernmental Panel on Climate Change - IPCC (2007b), ao longo do século XXI, haverá um aumento na frequência de ondas de calor (Figura 3), com redução de produção na agricultura nas regiões mais quentes e maiores chances de incêndios florestais; florestas tropicais serão gradativamente substituídas por savanas; aumento de erosões do solo dificultando e encarecendo o cultivo).

Figura 3 - Os gráficos à esquerda mostram multi-modelos de projeções médias para o B1 (topo), A1B (meio) e A2 (baixo) ao longo das décadas 2020- 2029 (centro) e 2090-2099 (à direita). Os painéis à direita mostram incertezas correspondentes as probabilidades relativas do aquecimento global médio a partir de vários AOGCM (Atmosphere- Ocean Global Circulation Model) para os mesmos períodos



Fonte: IPCC (2007b).

A atmosfera é composta basicamente por dióxido de carbono, metano, óxido de nitrogênio e halocarbonos proveniente de atividades industriais, o acúmulo desses gases impede que o calor saia da atmosfera, causando assim aumento da temperatura global e alterações no nível de precipitação acarretando danos à agricultura, enchentes, maior incidência de pragas e doenças (GUTMANIS, 2004).

Questões relacionadas as mudanças climáticas vêm chamando a atenção da mídia e órgãos de proteção ao meio ambiente, o que fez com que países que são reconhecidos como potências mundiais tomassem um posicionamento quanto ao que vinha acontecendo. Surgindo assim alguns tratados internacionais que

gerenciariam os problemas das mudanças climáticas (CENTRO DE GESTÃO E ESTUDOS ESTRATÉGICOS- CGEE, 2008).

A partir da Conferência do Rio em 1992, a comunidade internacional começou a lidar com a problemática, que já vinha sendo discutida desde 1971 pela Academia de Ciências da Suécia, a fim de influenciar a ONU quanto a um posicionamento. A Rio-92 (Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente), afirmou uma série de convenções, tratados e protocolos. No entanto, apenas em 2005 entrou em vigor o Protocolo de Kyoto, criado em 1997, este é um dos mais importantes por englobar países de todo o mundo, em especial aqueles desenvolvidos, que são os principais responsáveis pela emissão de gases à atmosfera, sobretudo CO₂ (SCARPINELLA, 2002). Com o Protocolo em vigor, surgiram empresas públicas e privadas especializadas em produzir créditos de carbono, que são comercializados na bolsa de valores (GRÜTTER; KAPPEL; STAUB, 2002).

Segundo dados do IPCC (2000), todos os países serão afetados pelo aquecimento global, de forma econômica, social e ambiental (Tabela 1). Muito dos impactos apresentados na tabela já são realidade em muitas regiões do mundo, por exemplo no Brasil, nos últimos anos a incidência de doenças tropicais causadas por insetos tem aumentado, perdas na agricultura por fenômenos naturais como os ocasionados pelo el- niño, secas extremas em determinadas regiões, que afetam tanto a população como a agricultura.

Tabela 1 - Impactos que o aquecimento global pode causar ao mundo.

Região	Prováveis impactos
1. África	a. Diminuição da produtividade agrícola. b. Diminuição da disponibilidade de água na região do Mediterrâneo e em países do sul. c. Aumento de vetores de doenças. d. Aumento do processo de desertificação. e. Extinção de animais e plantas.
2. Ásia	a. Diminuição da produtividade agrícola. b. Diminuição da disponibilidade de água na região árida e semiárida. c. Aumento do nível do mar.
3. Austrália e Nova Zelândia	a. Diminuição da disponibilidade de água. b. Extinção de animais e plantas.
3 Europa	a. Desaparecimento das geleiras dos Alpes. b. Aumento da produção agrícola em algumas regiões. c. Impactos no turismo.
4 América Latina	a. Diminuição da produtividade agrícola. b. Aumento de vetores de doenças. c. Extinção de animais e plantas.
5 América do Norte	a. Aumento da produção agrícola em algumas regiões. b. Aumento de vetores de doenças.
6 Polar	a. Diminuição da calota polar. b. Extinção de animais e plantas.
7 Pequenas Ilhas	a. Aumento do nível do mar, deslocando pessoas. b. Diminuição da disponibilidade de água c. Diminuição da atividade pesqueira. d. Diminuição do turismo.

Fonte: IPCC (2000).

Algumas práticas de mitigação de mudança de clima foram listadas em diferentes setores econômicos com o objetivo de reduzir a emissão de gases até 2030. No setor de energia, propuseram melhoria da eficiência na oferta e distribuição, troca de combustíveis (carvão mineral por gás); no transporte, utilização de híbridos; agricultura, melhoria no manejo para aumentar o armazenamento de carbono no solo, manejo da pecuária e do esterco para reduzir as emissões de CH₄; no setor de florestas, aumentar o florestamento/reflorestamento, manejo florestal, manejo da exploração de produtos madeireiros, etc (IPCC, 2007c).

3.3.2 Biomassa Florestal

A biomassa presente nas florestas é composta pelo acúmulo de gases que são nocivos ao meio ambiente, estes gases são absorvidos pelas árvores passando a compor parte de sua estrutura carbônica. Fato este, que vem cada vez mais estimulando estudiosos sobre o assunto.

Atualmente são utilizadas duas metodologias para determinação da biomassa em florestas, um método destrutivo (direto) ou método não-destrutivo (indireto). No método destrutivo as árvores são derrubadas, e seus componentes são pesados e separados. Já no método indireto a determinação da biomassa é realizada através de equações alométricas, e os dados coletados são baseados no inventário florestal, não havendo necessidade da derrubada da árvore. Este último método apresenta menor precisão dos dados quando comparado ao método direto (HIGUCHI et al., 1998; NELSON et al., 1999; PARRESOL, 1999; SEGURA, 2005).

Algumas técnicas mais avançadas de determinação de biomassa vêm sendo utilizadas, como o uso de sensoriamento remoto (BROWN, 2002; BROWN; GILLESPIE; LUGO, 1989). Couto et al. (2008), utilizando videografia digital, estimaram o teor de carbono em florestas plantadas.

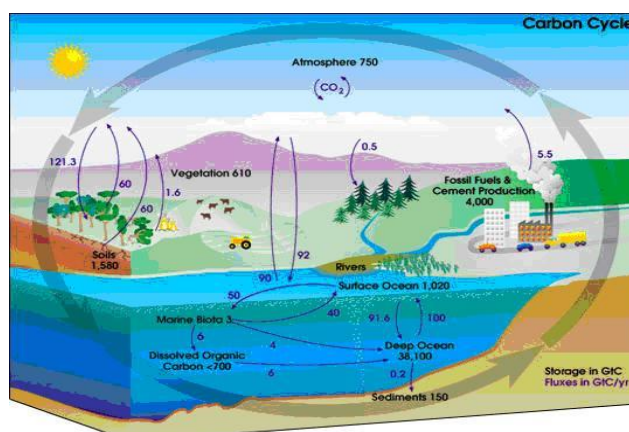
3.3.3 Sequestro de carbono

Com o aumento da emissão de GEEs nas últimas décadas, a necessidade de fontes renováveis aumentou, e o investimento em manutenção de florestas e reflorestamentos tem ganhado espaço no mercado. O Brasil é um país rico em áreas florestadas além de possuir clima favorável para o cultivo de espécies nativas. A Amazônia é responsável pelo armazenamento de cerca de 60 a 80 bilhões de toneladas de CO₂ em suas árvores, ou seja, seu papel no controle do aquecimento global é importantíssimo (CARVALHO, 2003). No entanto, este imenso pulmão do mundo vem sendo dizimado ano após ano, em consequência de queimadas, exploração ilegal da madeira e avanço da agricultura. Do ano de 1970 à 2012, 760,551 km² de florestas foram desmatadas e esse número não para de crescer (INSTITUTO BRASILEIRO GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2012).

O Protocolo de Kyoto determina a quantidade máxima de GEEs que países desenvolvidos podem emitir, assim esses países criaram leis que monitoram a emissão de gases por parte das empresas, para que não haja necessidade do pagamento de multas. Por ser um país subdesenvolvido o Brasil não tem a obrigatoriedade de controlar sua emissão de gases, e por ser um país com grande vegetação, negocia grande parte do carbono acumulado em suas florestas com outros países, como a China.

Pode-se observar na figura 4 o carbono (CO₂) presente na atmosfera é absorvido por vegetais vivos a partir do processo de fotossíntese, este carbono associa-se a outros componentes da planta ficando armazenado em suas estruturas.

Figura 4 - Ciclo do carbono



. Fonte: Centro de Inteligência em Florestas (2014).

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 LOCALIZAÇÃO E DESCRIÇÃO DO EXPERIMENTO

O teste de progênies e procedências (TPP) foi instalado em 19 de abril de 2004 na Fazenda de Ensino, Pesquisa e Extensão da Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira/UNESP em Selvíria-MS. O delineamento utilizado foi o de blocos casualizados com cinco repetições e seis plantas por parcela, na forma linear, no espaçamento de 3 m x 3 m e o número de progênies por população foi de 16 (Itarumã- GO), 39 (Brasilândia-MS) e 42 (Campina Verde-MG). A altitude do local é de 360 m; o relevo é moderadamente plano e ondulado; o tipo climático segundo Köppen é Aw, caracterizado como tropical úmido com estação chuvosa no verão e seca no inverno; a temperatura média anual é de 23,7 °C; precipitação média anual de 1352 mm e umidade relativa média anual de 64,8% (CLIMATE-DATA.ORG, 2016). A vegetação original encontrada na área era do tipo cerrado. O solo classificado pelo Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (EMBRAPA, 2013), é um Latossolo Vermelho distrófico típico, compactado, muito profundo e moderadamente ácido.

Onze anos após o plantio e com base na seleção realizada com o índice multi-efeitos, foram desbastados 33% dos indivíduos, sendo assim as parcelas antes constituídas por 6 plantas passaram a ter no máximo 4 plantas. A fim de determinar as melhores progênies e procedências foram avaliados os seguintes caracteres: i) diâmetro a altura do peito (DAP, cm), com fita métrica para obtenção do diâmetro a 1,30 m do solo; ii) sobrevivência de plantas (SOB, %), utilizando o valor “1” para a presença de planta e “0” para ausência; iii) diâmetro médio de copa (DMC, cm), utilizou-se fita métrica para mensuração, os dados foram calculados de acordo com a seguinte equação:

$$DMC = \frac{DC_{linha} + DC_{diagonal}}{2} \quad (1)$$

Onde, DC_{linha} é o diâmetro da copa obtido entre plantas na linha e $DC_{diagonal}$ é o diâmetro da copa obtido entre linhas; iv) altura total de plantas (ALT, m), utilizando-se os instrumentos: hipsômetro Forestor Vertex composto por um emissor (Vertex

propriamente dito) e um transponder (mantido a altura de 1,30 m do solo e que funciona como emissor/receptor de ultra-sons), que calcula a altura com funções trigonométricas por meio da determinação de dois ângulos e uma distância horizontal.

4.2 ESTIMATIVAS DE COMPONENTES DE VARIÂNCIA

Para a obtenção das estimativas para os caracteres silviculturais foi empregado o *software* genético-estatístico SELEGEN REML/BLUP, desenvolvido por Resende (2007b). Assim, para a avaliação individual, por população, terá como modelo estatístico:

$$\mathbf{y} = \mathbf{Xr} + \mathbf{Za} + \mathbf{Wp} + \boldsymbol{\varepsilon}; \quad (2)$$

em que: $\mathbf{y}$ é o vetor de dados; $\mathbf{r}$ é o vetor dos efeitos de repetição (assumidos como fixos) somados à média geral; $\mathbf{a}$ é o vetor dos efeitos genéticos aditivos individuais (assumidos como aleatórios); $\mathbf{p}$ é o vetor dos efeitos de parcela e $\boldsymbol{\varepsilon}$ é o vetor de erros ou resíduos (aleatórios). As letras maiúsculas representam as matrizes de incidência para os referidos efeitos (modelo 93 do Software Selegen).

Para avaliação conjunta das várias populações e com avaliações realizadas em nível de indivíduo dentro de parcelas foi usado o modelo estatístico:

$$\mathbf{y} = \mathbf{Xr} + \mathbf{Za} + \mathbf{Wp} + \mathbf{Ts} + \boldsymbol{\varepsilon}; \quad (3)$$

em que: $\mathbf{y}$ é o vetor de dados; $\mathbf{r}$ é o vetor dos efeitos de repetição (assumidos como fixos) somados à média geral; $\mathbf{a}$ é o vetor dos efeitos genéticos aditivos individuais (assumidos como aleatórios); $\mathbf{p}$ é o vetor dos efeitos de parcela (assumidos como aleatórios); $\mathbf{s}$ é vetor dos efeitos de população ou procedência (aleatórios) e $\boldsymbol{\varepsilon}$ é o vetor de erros ou resíduos (aleatórios). As letras maiúsculas representam as matrizes de incidência para os referidos efeitos (modelo 5 do Software Selegen).

Para estimativa das variáveis de biomassa e densidade foi utilizado o modelo 110 do SELEGEN (progênie de polinização aberta, com sistema reprodutivo misto, com taxa de autofecundação de 70%) várias plantas por parcela e blocos ao acaso que se segue o seguinte modelo estatístico proposto por Resende (2002):

$$\mathbf{y} = \mathbf{Xr} + \mathbf{Za} + \mathbf{Wp} + \boldsymbol{\varepsilon} \quad (4)$$

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

4.3 QUANTIFICAÇÃO DA BIOMASSA E DENSIDADE DA MADEIRA

Após a seleção realizada com o índice multi-efeitos, foram desbastados 33% dos indivíduos. Nas árvores desbastadas determinou-se a biomassa pelo método direto (destrutivo) que consiste na medição real da biomassa fresca e seca. Foram realizadas medições e pesagem dos componentes vegetais: caule, galhos grossos, galhos finos e folha, após pesados retiraram-se amostras de cada componente da planta (Figura 5) estes foram pesados e alocados em estufas de circulação forçada de ar, a 65°C, até atingir o peso constante, permitindo a comparação entre peso fresco e seco (Figura 6).

Figura 5 - Amostragem em campo dos componentes da árvore, pesos das amostras verdes e amostras secas.

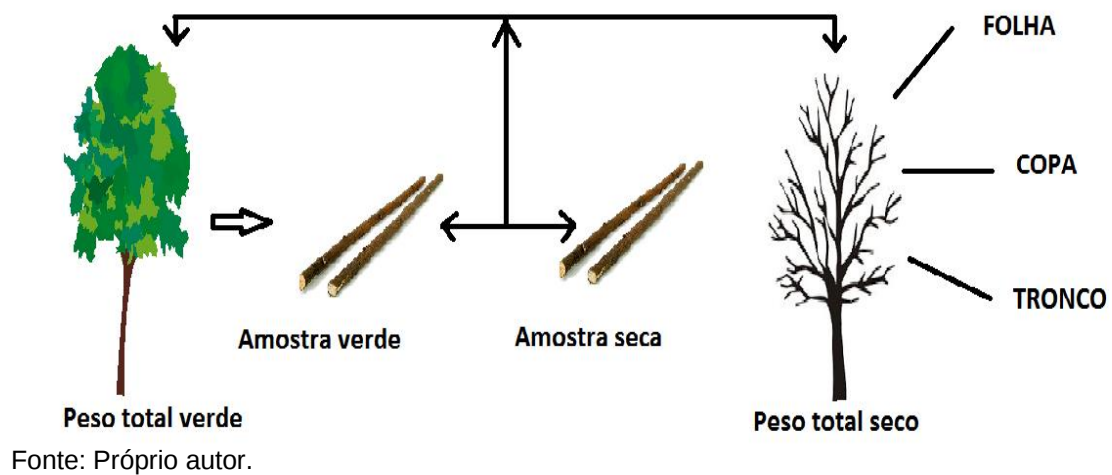
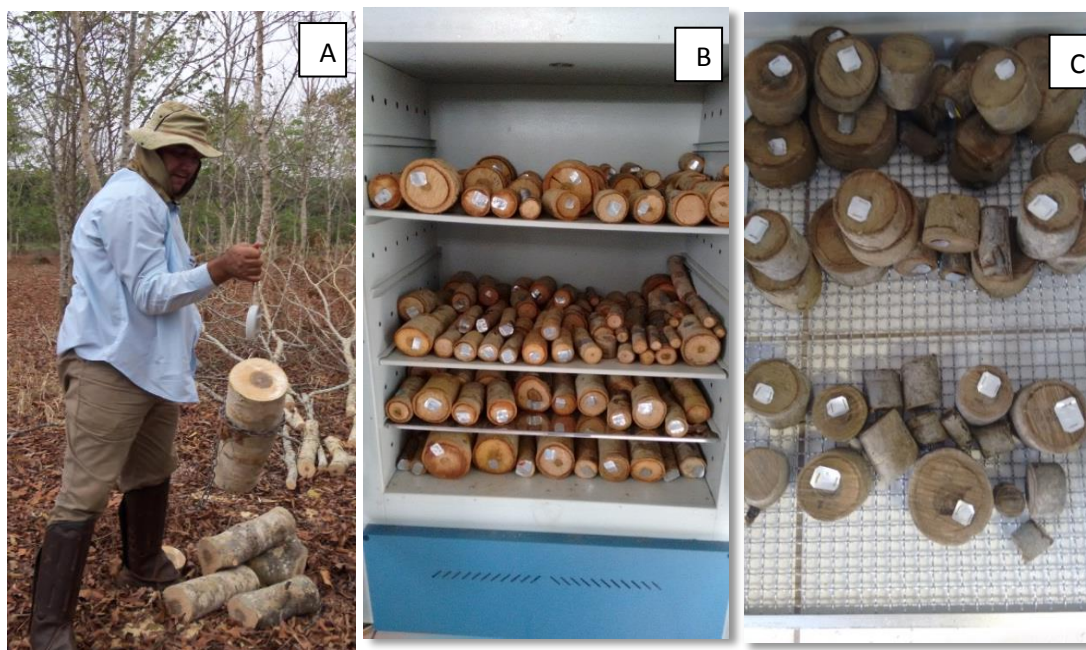


Figura 6 - a) Pesagem de amostras no campo; b) Estufa de circulação forçada de ar, com amostras; c) Amostras de fustes após secagem.



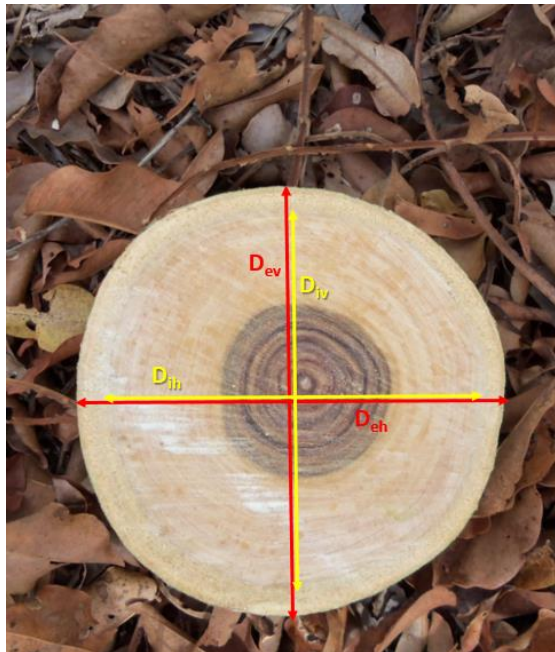
Fonte: Próprio autor.

A determinação da densidade básica da madeira (DBM) foi realizada método proposto por Foelkel et al. (1971), onde os discos de madeira foram retirados na altura do DAP (1,30 m), medidos com régua (diâmetro com casca e sem casca), as medidas foram obtidas a partir da seguinte equação:

$$D_{sc} = \frac{D_{ih} + D_{iv}}{2} \text{ e } D_{cc} = \frac{D_{eh} + D_{ev}}{2} \quad (5)$$

Onde, D_{sc} : diâmetro sem casca; D_{ih} : diâmetro interno horizontal; D_{iv} : diâmetro interno vertical. D_{cc} : diâmetro com casca; D_{eh} : diâmetro externo horizontal; D_{ev} : diâmetro externo vertical (Figura 7).

Figura 7 - Medidas realizadas no disco antes de ser colocado em água.



Fonte: Próprio autor.

Os discos foram identificados (Figura 8a) e após medições em campo foram colocados em tanques com água para saturação até ficarem totalmente submersos para determinação do peso imerso (P_i) de cada disco em balança hidrostática (Figura 8b); após retirar o excesso de água do disco, foi determinado o peso úmido (P_u); os discos foram colocados em estufa à temperatura $103^\circ\text{C} \pm 2^\circ\text{C}$ até secarem completamente para determinar o peso seco (P_s). Assim, foi calculada a densidade básica da madeira conforme a expressão:

$$DBM = \frac{P_s}{(P_u - P_i)} \text{ g cm}^{-3};$$

em que: DBM: densidade básica da madeira (g cm^{-3}); P_s : peso da madeira (g) a 0% de umidade; P_u : peso de madeira (g) úmida (saturada); P_i : peso

da madeira (g) imersa.

Figura 8 - a) Discos encharcados; b) Pesagem de disco imerso.



Fonte: Próprio autor.

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

5.1 ANÁLISES INDIVIDUAIS PARA OS CARACTERES SILVICULTURAIS

5.1.1 Sobrevivência (SOB)

A taxa de sobrevivência para todas as procedências foi elevada: Itarumã- GO (93%), Brasilândia- MS (98%) e Campina Verde- MG (98%), demonstrando boa adaptação às condições edafoclimáticas. Deve-se considerar que a sobrevivência foi avaliada após o desbaste, sendo assim plantas inferiores e mortas foram retiradas da parcela. A mesma área foi estudada aos nove anos de idade, apresentando sobrevivência de 96,3% (ZARUMA, 2015). Estudos semelhantes mostram menores taxas de sobrevivência, 55% por Canuto et al. (2015), na caracterização de um teste de progênies com a mesma espécie, Siqueira (1993), trabalhando com procedências de Aquidauana e Campo Grande aos 13 anos, constatou mortalidade de 7,2% e 8,47% respectivamente para cada região. Sano et al. (2004), trabalhando com a espécie aos 10 anos obteve 96% de sobrevivência e Gomes (2011), 92% aos 11 anos. Estas baixas taxas de mortalidade indicam que a espécie tem fácil adaptação a diferentes regiões, podendo ser recomendada para áreas de reflorestamento.

5.1.2 Diâmetro a altura do peito (DAP)

As médias para o DAP das procedências aos 11 anos foram medianas, variando de 8,80 cm (Itarumã) a 11,25 cm (Brasilândia) (Tabela 2). Fazendo-se uma comparação em outros experimentos observam-se valores próximos ao obtido no presente trabalho. Gomes (2015) aos 11 anos, média de 6,36 cm; Pagliarini et al. (2012) aos 25 anos com espaçamento de 3,0 x 3,0 m, média de 17,34 cm; Aguiar (1992) aos 20 anos utilizando espaçamento de 3,0 x 2,0 m obteve 13,30 cm. Tais resultados demonstram o potencial da espécie em se desenvolver na área de teste e são confirmados pelo incremento médio anual (IMA) obtido por diversos autores, como: Zaruma (2015) 0,91 cm aos nove anos; Siqueira et al. (1993) aos 8 anos 1,12 cm. Espera-se que no decorrer dos anos o IMA aumente, pois com o desbaste as parcelas passaram a receber maior luminosidade podendo assim ter maior expressão para o caráter.

O coeficiente de variação experimental (CV_e) (Tabela 2) variou de 12,61% (Brasilândia) à 20,53% (Itarumã), mostrando a disposição dos blocos foi eficiente no controle ambiental dentro e entre as procedências, não havendo assim grande expressão ambiental no experimento. Gomes (2015) em um teste de procedências realizado em Brasilândia- MG encontrou CV_e de 12,26% e Rocha et al. (2009), trabalhando com quatro procedências em um teste instalado em Cachoeirinha-RS 14,23%, ambos são valores baixos (inferiores a 50%), indicando assim boa adaptação da espécie á diferentes climas e regiões.

O coeficiente de variação relativa (CV_r) é o parâmetro que indica a razão entre o coeficiente genotípico do indivíduo e o coeficiente experimental utilizado para estimá-lo, este foi de 0,04 para Itarumã- GO, 0,63 para Campina Verde- MG e 0,70 Brasilândia-MS (Tabela 2). Segundo Vencovsky & Barriga (1992), quanto mais próxima a estimativa for da unidade, maior será o controle genético do caráter para a seleção, sendo assim a procedência que apresentou maior controle genético foi Brasilândia- MS.

Em relação ao coeficiente de variação genética aditiva individual CV_{gi} encontrado na tabela 2, o caráter DAP foi considerado significativo para as procedências de Brasilândia e Campina Verde (17,67% e 21,13%, respectivamente), indicando a existência de variabilidade genética no teste. Coeficientes acima de 7% são considerados altos segundo Sebbenn et al. (1998), possibilitando a utilização dessas progênies em programas de melhoramento.

O coeficiente dos efeitos ambientais entre parcelas ($\hat{C}_p^2$) foi superior a 10%, indicando que houve interferência de uma parcela na outra (RESENDE, 2002). O menor coeficiente encontrado foi de 14% para Brasilândia (Tabela 2). Com o desbaste houve uma redução no número de plantas por parcelas, o que pode ter vindo a influenciar nos efeitos ambientais entre as mesmas.

A herdabilidade individual no sentido restrito ($\hat{h}_a^2$) quantifica a importância relativa da proporção aditiva da variância genética que pode ser transmitida para a próxima geração, esta apresentou baixa magnitude variando de 0,004 a 0,52 (Tabela 2), estes valores foram significativos diferindo de zero e reforçando as diferenças genéticas existentes entre as procedências. A acurácia (r_{aa}) é a relação entre o valor genético predito pelo valor genético verdadeiro, segundo classificação

realizada por Resende e Duarte (2007) de $(0,70 \leq r_{\hat{a}a} < 0,90)$ é considerada como alta em 100% das procedências, atestando precisão e controle das causas de variação ambiental. A $r_{\hat{a}a}$ foi alta para Brasilândia e Campina Verde (84% e 81%, respectivamente) afirmando a precisão dos dados coletados.

Tabela 2 - Estimativas de parâmetros estatísticos e genéticos para diâmetro a altura do peito (DAP) em um teste de progênie e procedência de *Dipteryx alata*, aos onze anos em Selvíria-MS.

Estimativas	Itarumã- GO	Brasilândia MS	Campina Verde MG
$\hat{h}_a^2$	0,004±0,02	0,52±0,15	0,48±0,14
$\hat{h}_{aj}^2$	0,006	0,61	0,59
$\hat{C}_p^2$	0,3720	0,1456	0,1867
$\hat{h}_m^2$	0,01	0,71	0,66
$r_{\hat{a}a}$	0,1042	0,8429	0,8175
$\hat{h}_{ad}^2$	0,005	0,54	0,52
CV_{gi} (%)	1,92	17,67	21,13
CV_{gp} (%)	0,96	8,83	10,56
CV_e (%)	20,53	12,61	16,64
CV_r	0,04	0,70	0,63
$\hat{m}$	8,80	11,25	9,55
LRT(χ^2)	0 ^{ns}	21,66*	17,06*

Nota: *significativo a 1%, com 1 grau de liberdade; ^{ns} não significativo, $\hat{h}_a^2$ herdabilidade individual dos efeitos aditivos; $\hat{h}_{aj}^2$ herdabilidade individual ajustada para os efeitos de parcela; $\hat{C}_p^2$ coeficiente de determinação dos efeitos de parcelas; $\hat{h}_m^2$ herdabilidade da média de progênie; $r_{\hat{a}a}$ acurácia; $\hat{h}_{ad}^2$ herdabilidade aditiva dentro de parcela; CV_{gi} coeficiente de variação genética aditiva individual; CV_{gp} coeficiente de variação genotípica entre progênie; CV_e coeficiente de variação experimental; CV_r coeficiente de variação relativa; $\hat{m}$ média geral ; LRT: Teste da razão de verossimilhança; χ^2 qui-quadrado da deviance.

Fonte: Próprio autor.

5.1.3 Altura (ALT)

As estimativas de parâmetros genéticos para ALT são observados na tabela 3. As médias para altura das procedências em estudo foram de: 6,67 m para Itarumã, 7,51 m para Brasilândia e 6,56 m para Campina Verde. Comparando com resultados obtidos na literatura observamos 11,45 m para um espaçamento de 3,0 x 2,0 m aos 20 anos (AGUIAR, 1992) e Rocha et al. (2009), trabalhando com procedências de Campina Verde- MG aos 3 anos encontrou altura média de 2,25 m, as médias para as procedências instaladas em Selviria são medianas, o que é confirmado pelos IMA encontrados na literatura por Zaruma (2015) aos nove anos com a mesma espécie (7,84 m) e por Sato et al. (2010) trabalhando com progênies de *Corymbia maculata* aos quatro anos de idade, 1,92 m para o caráter em discussão..

Os baixos valores para o coeficiente de variação experimental (CV_e) (16,7% a 23,26%) devem-se ao desbaste realizado na área, onde as condições de sobrevivência ficaram propícias às procedências, estes valores estão associados à coleta de dados realizadas em campo e fatores ambientais. Oliveira et al. (2000) trabalhando com *Myracrodrum urundeuva* aos 10 anos encontraram CV_e de 17,3% na área de teste.

O coeficiente de variação relativa (CV_r) relaciona o coeficiente genotípico do indivíduo e o coeficiente experimental, quanto mais próximo à um esse valor, maior é o controle genético dos caracteres e menor a influência dos fatores ambientais no fenótipo (VENCOVSKY; BARRIGA, 1992). O maior coeficiente encontrado foi para a procedência de Campina Verde- MG (1,15), indicando que este seria o melhor caractere a ser selecionado dentro desta procedência para um programa de melhoramento genético da espécie. O coeficiente de variação genética aditiva individual (CV_{gi}) indica se sob influência ambiental as progênies expressam sua variação genética, esta é detectada por meio do teste da razão de verossimilhança (LRT), no teste em estudo o coeficiente foi significativo apenas para as procedências de Campina Verde- MG (36,67%) (Tabela 3) indicando ótimo potencial para seleção do caractere dentro da procedência. Comparando-se com o obtido por Pagliarini et al. (2012) com a mesma espécie, mas aos 25 anos (12,65%) observa-se um valor inferior ao encontrado.

A herdabilidade individual no sentido restrito ($\hat{h}_a^2$), não foi superior a 0,50 para nenhuma procedência como observado na tabela 3. As procedências de Itarumã e Brasilândia apresentam baixo controle genético para ALT e consequentemente menores chances de ganhos genéticos com seleção massal, no entanto quando comparadas ao encontrado por alguns autores observam-se herdabilidades inferiores as presentes na tabela 3, por exemplo Moraes et al. (1992), em duas populações de *M. urundeuva* obteve herdabilidade de 0,08, Sebbenn et al. (2000), em três populações de *Cariniana legalis*, obtiveram baixas estimativas para a herdabilidade, em nível de planta (0,12).

A acurácia foi alta para todas a procedências variando de 47% a 93%, o que sugere alta precisão no acesso do valor genético verdadeiro das progênies. Esses resultados indicam que a população tem alto potencial para ser explorada pela seleção e utilizada em programas de melhoramento genético com a espécie. Para Resende e Duarte (2007) a acurácia é tanto mais alta, quanto menor forem os desvios absolutos entre os valores genéticos paramétricos e os valores genéticos estimados ou preditos.

Tabela 3 - Estimativas de parâmetros estatísticos e genéticos para diâmetro a altura (ALT) em um teste de progênes e procedência de *Dipteryx alata*, aos onze anos em Selvíria-MS.

Estimativas	Itarumã- GO	Brasilândia- MS	Campina Verde- MG
$\hat{h}_a^2$	0,32±0,19	0,10±0,06	0,48±0,25
$\hat{h}_{aj}^2$	0,63	0,15	1,87
$\hat{C}_p^2$	0,4866	0,3385	0,2068
$\hat{h}_m^2$	0,42	0,22	0,87
r_{aa}	0,6484	0,4780	0,9328
$\hat{h}_{ad}^2$	0,56	0,12	2,64
CV_{gi} (%)	17,72	8,27	38,67
CV_{gp} (%)	8,86	4,13	19,33
CV_e (%)	23,26	17,0	16,70
CV_r	0,38	0,24	1,15
$\hat{m}$	6,67	7,51	6,56
LRT(χ^2)	1,47 ^{ns}	0,88 ^{ns}	74,06*

Nota: *significativo a 1%, com 1 grau de liberdade; ^{ns} não significativo, $\hat{h}_a^2$ herdabilidade individual dos efeitos aditivos; $\hat{h}_{aj}^2$ herdabilidade individual ajustada para os efeitos de parcela; $\hat{C}_p^2$ coeficiente de determinação dos efeitos de parcelas; $\hat{h}_m^2$ herdabilidade da média de progênes; r_{aa} acurácia; $\hat{h}_{ad}^2$ herdabilidade aditiva dentro de parcela; CV_{gi} coeficiente de variação genética aditiva individual; CV_{gp} coeficiente de variação genotípica entre progênes; CV_e coeficiente de variação experimental; CV_r coeficiente de variação relativa; $\hat{m}$ média geral ; LRT: Teste da razão de verossimilhança; χ^2 qui-quadrado da deviance.

Fonte: Próprio autor.

5.1.4 Diâmetro médio da copa (DMC)

O teste da razão de verossimilhança (LRT) detectou diferenças significativas para o efeito de blocos casualizados para todos os caracteres, indicando que houve um bom controle ambiental entre os blocos e que existe variabilidade genética entre as progênes, para o melhoramento é importante que exista significância dentro de um teste, aumentando assim a possibilidade de seleção de indivíduos entre

progênes. As médias para o DMC foram significativas para todas as procedências como apresentado na tabela 4, sendo o maior diâmetro para as procedências de Brasilândia- MS. O baru é muito reconhecido por sua copa frondosa, sendo utilizado em pastagem para o fornecimento de sombra e alimento (frutos) para o gado. Observa-se com os resultados acima que quanto maior a incidência de luz recebida pela planta, maior será o tamanho de sua copa, estudos também confirmam que árvores nativas plantadas a pleno sol apresentam bom comportamento (CARVALHO, 2003). O IMA para esse caráter foi de 0,42 m, valor superior ao encontrado por Zaruma (2015) aos nove anos (0,34 m).

Todas as estimativas de parâmetros genéticos estão presentes na tabela 4, assim como o coeficiente de variação experimental mostrou baixa interferência ambiental no desenvolvimento das plantas, os CV_e variaram de 12,41% a 15,63%, sendo considerados de baixa magnitude e demonstrando que o delineamento utilizado apresentou controle eficiente da variação do ambiente.

Os valores encontrados para o coeficiente de variação relativa (CV_r) ficaram próximos a um para todas as procedências, indicando potencial das mesmas para seleção dentro do teste. Para o presente caráter, Campina Verde apresentou o coeficiente mais alto (96%), demonstrando que seu potencial genético se sobrepôs as interferências ambientais.

Resende (1995), trabalhando com herdabilidade individuais dos efeitos aditivos ($\hat{h}_a^2$), encontrou valores menores que 0,15 são considerados de baixa magnitude; no intervalo de $0,15 < \hat{h}_a^2 \leq 0,50$, medianos; e acima de 0,5 altos, sendo assim as herdabilidade encontradas são consideradas de alta magnitude (Tabela 4). A acurácia, que representa a relação entre o valor genético verdadeiro e o estimado, foi alta para todas as procedências, indicando alta precisão no acesso à variação genética verdadeira a partir da variação fenotípica observada nos caracteres.

Tabela 4 - Estimativas de parâmetros estatísticos e genéticos para diâmetro a altura (ALT) em um teste de progênes e procedência de *Dipteryx alata*, aos onze anos em Selvíria-MS.

Estimativas	Itarumã- GO	Brasilândia- MS	Campina Verde- MG
$\hat{h}_a^2$	0,73±0,29	0,47±0,14	0,84±0,19
$\hat{h}_{aj}^2$	0,94	0,5494	0,95
$\hat{C}_p^2$	0,2249	0,13	0,1158
$\hat{h}_m^2$	0,73	0,69	0,82
r_{aa}	0,8596	0,8346	0,9071
$\hat{h}_{ad}^2$	0,92	0,47	0,94
CV_{gi} (%)	23,53	16,82	26,53
CV_{gp} (%)	11,76	8,41	13,26
CV_e (%)	15,63	12,41	13,75
CV_r	0,75	0,67	0,96
$\hat{m}$	4,08	4,59	4,25
LRT(χ^2)	9,09*	19,67*	46,14*

Nota: *significativo a 1%, com 1 grau de liberdade; ^{ns} não significativo, $\hat{h}_a^2$ herdabilidade individual dos efeitos aditivos; $\hat{h}_{aj}^2$ herdabilidade individual ajustada para os efeitos de parcela; $\hat{C}_p^2$ coeficiente de determinação dos efeitos de parcelas; $\hat{h}_m^2$ herdabilidade da média de progênes; r_{aa} acurácia; $\hat{h}_{ad}^2$ herdabilidade aditiva dentro de parcela; CV_{gi} coeficiente de variação genética aditiva individual; CV_{gp} coeficiente de variação genotípica entre progênes; CV_e coeficiente de variação experimental; CV_r coeficiente de variação relativa; $\hat{m}$ média geral ; LRT: Teste da razão de verossimilhança; χ^2 qui-quadrado da deviance.

Fonte: Próprio autor.

5.1.5 Análises conjunta para os caracteres silviculturais

Analisando-se a tabela 5, observa-se que houve significância para todos os caracteres avaliados, confirmando assim a presença de variabilidade genética entre as progênes. A análise conjunta com base no teste da razão de verossimilhança ainda indica a possibilidade de seleção entre progênes e dentro de procedências para obtenção de ganhos genéticos.

A altura média foi de 6,90 m, quando comparada individualmente com cada procedência observa-se que as progênes vindas de Brasilândia apresentaram melhor desenvolvimento para altura (7,51 m), enquanto Campina Verde- MG (6,56 m) e Itarumã (6,67 m) mostraram-se inferiores. O melhor desempenho para a procedência de Brasilândia pode ser consequência da melhor adaptação das progênes à área de experimento, tendo em vista que ambas ficam no estado do Mato Grosso do Sul. As médias da análise conjunta para DAP e DMC (9,99 m e 4,30 m respectivamente) também foram superiores para as progênes de Brasilândia (11,25 cm e 4,59 m, respectivamente). Mesmo as progênes de Brasilândia mostrando-se superiores as outras procedências, estas apresentaram alto potencial quando comparadas as médias analisadas sendo, as alturas médias de 9,55 cm para Campina Verde; 8,80 cm para Itarumã; DMC 4,25 m e 4,08 m, respectivamente. Santos (2008) trabalhando com a mesma espécie aos 138 meses obteve 4,99 m para altura e 7,25 cm para DAP.

O coeficiente de herdabilidade individual dos efeitos aditivos ($\hat{h}_a^2$) variou de $0,51 \pm 0,09$ (DMC) a $0,80 \pm 0,12$ (ALT), apresentando alto controle genético para os caracteres. Os valores obtidos para o coeficiente de determinação dos efeitos de parcelas ($\hat{C}_p^2$) foram relativamente altos, variando de 0,13 cm (DMC) a 0,26 cm (DAP), indicando que houve influência ambiental entre as parcelas dentro dos blocos. O coeficiente de variação experimental (CV_e) foi significativamente baixo na área de teste, não tendo gerado muita influência sobre as progênes, no entanto, esta influencia pode ser observada no coeficiente de determinação dos efeitos de parcelas.

Tabela 5 - Estimativas de parâmetros genéticos e estatísticos em um teste de progênes e procedências de *Dipteryx alata*, aos 11 anos de idade no município de Selvíria- MS.

Estimativas	ALT (m)	DAP (cm)	DMC (m)
$\hat{h}_a^2$	0,80±0,12	0,57±0,10	0,51±0,09
$\hat{C}_p^2$	0,2672	0,1698	0,1345
$\hat{C}_{proc}^2$	0,0519	0,0863	0,0821
CV_{gi} (%)	27,29	22,93	20,08
CV_{gp} (%)	13,64	11,46	10,04
CV_e (%)	17,88	15,77	13,86
$\hat{m}$	6,90	9,99	4,30
LRT (χ^2)	71,98*	58,53*	55,05*

Nota: ^{ns} não significativo; $\hat{h}_a^2$ herdabilidade individual dos efeitos aditivos; $\hat{C}_p^2$ coeficiente de determinação dos efeitos de parcelas; $\hat{C}_{proc}^2$ coeficiente de determinação dos efeitos das procedências; CV_{gi} coeficiente de variação genotípica; CV_{gp} coeficiente de variação genotípica entre progênes; CV_e coeficiente de variação experimental; $\hat{m}$ e média geral; LRT: Teste da razão de verossimilhança; χ^2 qui-quadrado da deviance.

Fonte: Próprio autor.

5.2 BIOMASSA E DENSIDADE

5.2.1 Análise individual para componentes de biomassa

5.2.1.1 Brasilândia- MS

A partir das amostras retiradas em campo foram obtidos os dados da tabela 6, estes são referentes aos componentes de massa seca da planta (copa seca- COP, folha seca- FOL, tronco seco- TRO e TOTAL), de acordo com o teste de razão e verossimilhança LRT apenas as médias para a amostra seca da copa (7,97 kg) e o total foram significativos (22,87 kg) para as procedências de Brasilândia- MS. As amostras retiradas para folha não seguiram um padrão, sendo que algumas árvores inferiores não possuíam copa sendo assim houve grande variação entre as amostras

coletadas. Outros autores trabalhando com espécies nativas do cerrado encontraram valores de biomassa superiores aos do presente estudo, Sotomayor (2013) obteve média de 119,77 kg/árvore para *Ocotea corymbosa* e 13,52 kg/árvore para *Myrcia bella*; Schumacher (2001) em experimento com *Acacia mearnsii* obteve 0,75 kg/árvore para biomassa da folha, 0,90 kg/árvore para a madeira e 0,19 Kg/árvore para os galhos; Torres et al. (2011) trabalhando com *Jatropha curcas* aos 2 anos de idade encontrou biomassa média para folhas de 0,65 kg/ árvore

Os coeficientes de variação genotípica (CV_{gi}) variaram de 60,94% (FOL) a 75,42% (COP), sendo altamente significativo para as amostras da copa, indicando maior variabilidade genética para este caráter. O coeficiente de variação experimental (CV_e) foi mediano para todos os caracteres, indicando certa interferência na coleta dos dados, o menor coeficiente observado foi para a COP (39,76%), isto porque todas as amostras retiradas seguiram um padrão, todas teriam aproximadamente o mesmo tamanho e espessura, o maior CV_e foi para as amostras do tronco (48,53%) que variaram bastante em relação ao peso e espessura das toras, não garantindo assim um padrão para a amostragem, pois as árvores tiveram grande variação quanto a espessura do tronco (Tabela 6). A variabilidade genética associada aos altos valores do coeficiente de variação experimental (CV_e) propiciaram herdabilidades individuais ($\hat{h}_a^2$) não significativas e de baixa magnitude para FOL e TRO, já para a biomassa da copa (0,55) foram encontrados valores superiores e significativos revelando uma situação favorável para a seleção dentro da procedência de Brasilândia.

Os coeficientes de variação relativa (CV_r) presente na tabela 6 variaram de 59% (FOL) a 94% (COP), indicando quanto de expressão genética se sobrepôs aos efeitos externos, conduzindo assim uma alta herdabilidade média ($\hat{h}_m^2$) para a COP (0,78) e baixa para a FOL (0,58). Os elevados valores para acurácias (r_{aa}) (76% a 88%) indicam alto controle genético dos caracteres e a possibilidade de ganhos na seleção. Segundo Resende (2007) nas etapas iniciais e intermediárias do melhoramento, acurácias da ordem de 70% ou mais são desejáveis.

Tabela 6 - Estimativas de parâmetros estatísticos e genéticos para os caracteres referentes à massa seca: da copa (COP), das folhas (FOL), do tronco (TRO) e total em um teste de progênie e procedências (**Brasilândia- MS**) de *Dipteryx alata*, em Selvíria-MS, 11 anos.

Estimativas	COP (kg)	FOL (kg)	TRO (kg)	TOTAL (kg)
$\hat{\sigma}_a^2$	39,0229	1,0052	27,9858	142,7278
$\hat{\sigma}_c^2$	0,6372	0,1175	1,1748	4,9608
$\hat{\sigma}_e^2$	26,3822	2,8274	104,7073	228,1426
$\hat{h}_a^2$	0,55±0,22	0,25± 0,15	0,33±0,17	0,50±0,21
$\hat{h}_{aj}^2$	0,55	0,26	0,35	0,51
$\hat{C}_p^2$	0,0116	0,0298	0,0689	0,0141
$\hat{h}_m^2$	0,78	0,58	0,61	0,76
r_{aa}	0,8845	0,7645	0,7822	0,8727
$\hat{h}_{ad}^2$	0,48	0,21	0,29	0,44
CV_{gi} (%)	75,42	56,19	60,94	70,25
CV_{gp} (%)	37,71	28,09	30,47	35,12
CV_e (%)	39,76	47,38	48,53	39,29
CV_r	0,94	0,59	0,62	0,89
$\hat{m}$	7,97	1,78	13,27	22,87
LRT (χ^2)	16,66**	3,69 ^{ns}	3,32 ^{ns}	7,94**

Nota: *significativo a 5%, com 1 grau de liberdade; ^{ns} não significativo. $\hat{\sigma}_a^2$ variância genética aditiva; $\hat{\sigma}_c^2$ variância ambiental entre parcelas; $\hat{\sigma}_e^2$ variância residual (ambiental+não aditiva); $\hat{\sigma}_f^2$ variância fenotípica individual; $\hat{h}_a^2$ herdabilidade individual dos efeitos aditivos; $\hat{h}_{aj}^2$ herdabilidade individual ajustada para os efeitos de parcela; $\hat{C}_p^2$ coeficiente de determinação dos efeitos de parcelas; $\hat{h}_m^2$ herdabilidade da média de progênie; r_{aa} acurácia; $\hat{h}_{ad}^2$ herdabilidade aditiva dentro de parcela; CV_{gi} coeficiente de variação genética aditiva individual; CV_{gp} coeficiente de variação genotípica entre progênie; CV_e coeficiente de variação experimental; CV_r coeficiente de variação relativa; $\hat{m}$ média geral ; LRT: Teste da razão de verossimilhança; χ^2 qui-quadrado da deviance.
Fonte: Próprio autor.

5.2.1.2 Campina Verde- MG

Todos os caracteres avaliados apresentaram significancia a 5% de probabilidade revelando a existência de variabilidade para as procedências de Campina Verde- MG. As médias para biomassa variaram de 10,60 kg para o peso total das árvores a 0,9 kg para a massa seca das folhas. Comparando com as procedências de Brasilândia as médias para Campina Verde se mostraram inferiores, o que pode ser explicado pelo fato de árvores de porte menor terem sido selecionadas para o desbaste.

O coeficiente de variação genética (CV_{gi}) foi significativo para todos os caracteres, sendo superior para a massa seca da copa (86,57%), assim como para as procedências de Brasilândia, as amostras da copas foram mais uniformes. Os outros caracteres também apresentaram alto coeficiente de variação genética sendo de 72,93% para folhas e 60,94% para o tronco (Tabela 7), essa variabilidade genética pode permitir avanços significativos em futuros programas de melhoramento genético para fins de produção de biomassa.

O coeficiente de variação experimental foi classificado de intermediário a baixo (Tabela 7), indicando que houve certa atuação do ambiente na coleta e manuseio das amostras, o maior CV_e foi para as amostras da copa (49,14%) e o menor para as amostras do tronco (37,78%), esses valores intermediários de expressão ambiental não influenciaram a expressão genética das progênies o que é afirmado pelo coeficiente de variação relativa (CV_r) onde todos os caracteres tiveram variações próximas a unidade. Segundo Resende & Duarte (2007) a magnitude do coeficiente de variação relativa também pode ser utilizada para inferir sobre a acurácia e a precisão na avaliação genotípica. O que fica evidente quando avaliada as acurácias apresentadas na tabela 7, onde todas foram superiores a 80%, indicando bom controle dos dados utilizados para estimação da biomassa.

A magnitude dos valores obtidos para as estimativas de herdabilidade individual no sentido restrito (Tabela 7) encontrados para todos os caracteres aos 11 anos indica que um bom controle genético pode ser obtido. As herdabilidades médias se mostraram semelhantes entre si para todos os caracteres, evidenciando o forte controle genético desses caracteres na população.

Tabela 7 - Estimativas de parâmetros estatísticos e genéticos para os caracteres referentes à massa seca: da copa (COP), das folhas (FOL), do tronco (TRO) e total em um teste de progênie e procedências (**Campina Verde- MG**) de *Dipteryx alata*, em Selvíria-MS, 11 anos.

Estimativas	COP (kg)	FOL (kg)	TRO (kg)	TOTAL (kg)
$\hat{\sigma}_a^2$	5,4181	0,4545	20,3148	52,6557
$\hat{\sigma}_c^2$	0,3598	0,0459	2,0245	4,1684
$\hat{\sigma}_e^2$	4,2542	0,2844	18,8706	39,1988
$\hat{\sigma}_f^2$	10,0322	0,7848	42,2100	96,0230
$\hat{h}_a^2$	0,54±0,23	0,44±0,20	0,48±0,22	0,55±0,23
$\hat{h}_{aj}^2$	0,56	0,45	0,51	0,57
$\hat{C}_p^2$	0,0358	0,007	0,0479	0,0434
$\hat{h}_m^2$	0,79	0,79	0,76	0,79
r_{aa}	0,8916	0,8894	0,8736	0,8899
$\hat{h}_{ad}^2$	0,49	0,37	0,43	0,50
CV_{gi} (%)	86,57	72,93	60, 94	71,22
CV_{gp} (%)	43,28	36,46	30,34	34,21
CV_e (%)	49,14	42,99	37,78	40,43
CV_r	0,88	0,84	0,80	0,88
$\hat{m}$	2,68	0,9	7,42	10,60
LRT(χ^2)	11,0*	10,28*	8,39**	11,29*

Nota: *significativo a 5%, com 1 grau de liberdade; ^{ns} não significativo. $\hat{\sigma}_a^2$ variância genética aditiva; $\hat{\sigma}_c^2$ variância ambiental entre parcelas; $\hat{\sigma}_e^2$ variância residual (ambiental+não aditiva); $\hat{\sigma}_f^2$ variância fenotípica individual; $\hat{h}_a^2$ herdabilidade individual dos efeitos aditivos; $\hat{h}_{aj}^2$ herdabilidade individual ajustada para os efeitos de parcela; $\hat{C}_p^2$ coeficiente de determinação dos efeitos de parcelas; $\hat{h}_m^2$ herdabilidade da média de progênie; r_{aa} acurácia; $\hat{h}_{ad}^2$ herdabilidade aditiva dentro de parcela; CV_{gi} coeficiente de variação genética aditiva individual; CV_{gp} coeficiente de variação genotípica entre progênie; CV_e coeficiente de variação experimental; CV_r coeficiente de variação relativa; $\hat{m}$ média geral ; LRT: Teste da razão de verossimilhança; χ^2 qui-quadrado da deviance.
Fonte: Próprio autor.

5.2.1.3 Itarumã- GO

Avaliando-se as estimativas de parâmetros genéticos obtidos para as procedências de Itarumã- GO aos 11 anos, nenhum carácter apresentou significância a 5% de probabilidade pelo teste de razão e verossimilhança, indicando que não houve variação genética entre as progênies. Como não foi realizada uma padronização de todas as amostras o coeficiente de variação experimental foi extremamente alto para os caracteres variando de 65,77% (FOL) a 98,88% (TRO) (Tabela 8) o que se reflete no coeficiente de variação genética (CV_{gi}) que foi baixo de maneira geral, com exceção para as amostras da folha (59,33%) que teve o CV_r mais próximo a 1.

As médias para COP (2,38 kg), FOL (1,13 kg) e TRO (7,52 kg) estão dentro da normalidade quando comparadas as procedências de Brasilândia e Campina Verde, no entanto não foram significativas de acordo com o teste LRT (Tabela 8). Tais médias podem ser atribuídas ao porte médio das árvores em relação ao DAP e DMC, de maneira geral as progênies de Itarumã apresentaram caracteres silviculturais inferiores as demais.

As herdabilidades individuais e médias foram baixas para todos os caracteres exceto para a FOL, que apresentaram ganho genético, como apresentado na tabela 8. A herdabilidade média ($\hat{h}_m^2$) foi alta para FOL (0,77) assim a maior parte da variação total observada é de natureza genética para esse carácter.

Tabela 8 - Estimativas de parâmetros estatísticos e genéticos para os caracteres referentes à massa seca: da copa (COP), das folhas (FOL), do tronco (TRO) e total em um teste de progênies e procedências (**Itarumã- GO**) de *Dipteryx alata*, em Selvíria-MS, 11 anos.

Estimativas	COP (kg)	FOL (kg)	TRO (kg)	TOTAL (kg)
$\hat{\sigma}_a^2$	1,1712	1,6586	1,5923	5,2312
$\hat{\sigma}_c^2$	4,5079	0,0236	50,5707	93,9591
$\hat{\sigma}_e^2$	5,4910	2,2299	47,6236	73,4595
$\hat{\sigma}_f^2$	11,1701	3,9121	99,7866	172,6499
$\hat{h}_a^2$	0,10±0,17	0,42±0,34	0,02±0,07	0,03±0,09
$\hat{h}_{aj}^2$	0,17	0,42	0,03	0,05
$\hat{C}_p^2$	0,4035	0,006	0,5068	0,5442
$\hat{h}_m^2$	0,21	0,77	0,03	0,05
$r_{\hat{a}a}$	0,4562	0,8802	0,1811	0,2401
$\hat{h}_{ad}^2$	0,14	0,36	0,02	0,05
CV_{gi} (%)	45,38	59,33	16,77	19,64
CV_{gp} (%)	22,69	54,71	8,39	9,82
CV_e (%)	98,96	65,77	98,88	96,65
CV_r	0,23	0,83	0,08	0,11
$\hat{m}$	2,38	1,13	7,52	10,69
LRT(χ^2)	0,13 ^{ns}	3,45 ^{ns}	0 ^{ns}	0,01 ^{ns}

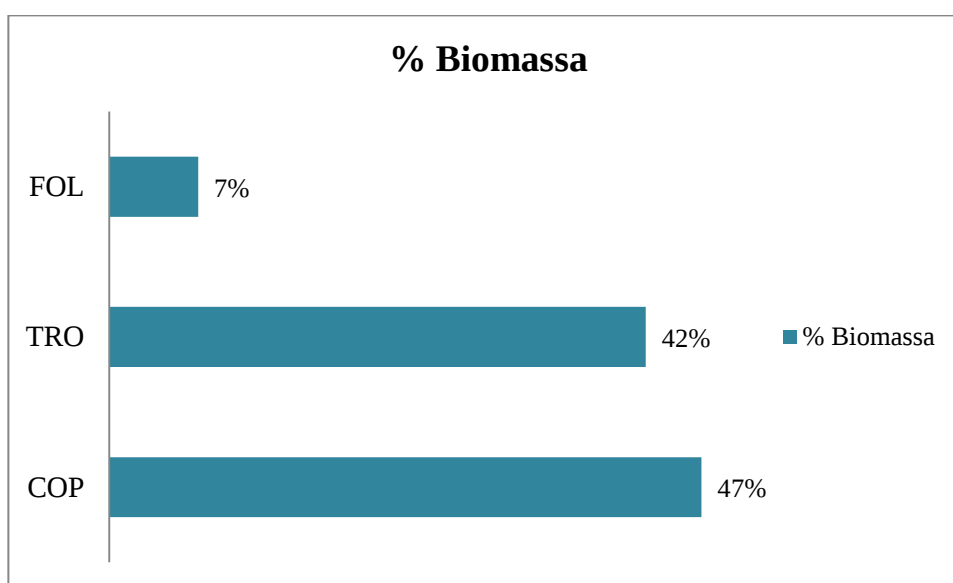
Nota: *significativo a 5%, com 1 grau de liberdade; ^{ns} não significativo. $\hat{\sigma}_a^2$ variância genética aditiva; $\hat{\sigma}_c^2$ variância ambiental entre parcelas; $\hat{\sigma}_e^2$ variância residual (ambiental+não aditiva); $\hat{\sigma}_f^2$ variância fenotípica individual; $\hat{h}_a^2$ herdabilidade individual dos efeitos aditivos; $\hat{h}_{aj}^2$ herdabilidade individual ajustada para os efeitos de parcela; $\hat{C}_p^2$ coeficiente de determinação dos efeitos de parcelas; $\hat{h}_m^2$ herdabilidade da média de progênies; $r_{\hat{a}a}$ acurácia; $\hat{h}_{ad}^2$ herdabilidade aditiva dentro de parcela; CV_{gi} coeficiente de variação genética aditiva individual; CV_{gp} coeficiente de variação genotípica entre progênies; CV_e coeficiente de variação experimental; CV_r coeficiente de variação relativa; $\hat{m}$ média geral; LRT: Teste da razão de verossimilhança; χ^2 qui-quadrado da deviance.
Fonte: Próprio autor.

5.2.2 Análise conjunta

5.2.2.1 Biomassa e densidade

As médias gerais para análise conjunta de todas as procedências foram de: 47% da biomassa formada pela copa, 7% por folhas e 42% pelo tronco (Gráfico 1), sendo significativas pelo teste de razão e verossimilhança para todos os caracteres exceto para as amostras da folha, Radomski & Scheffer (2004) trabalhando com *Maytenus ilicifolia* no sul do país encontrou valores de matéria seca de 5% para folhas, média inferior a obtida neste estudo, Rondon (2006) com *Tectona grandis* obteve valores de biomassa para o tronco de 74,57%, galhos (18,52%) e folhas (6,91%). A média para densidade básica da madeira foi de 0,38 g.cm⁻³ não sendo significativa pelo teste LRT, comparando com o encontrado na literatura por Tung et al. (2011) DBM de 0,75 g.cm⁻³ para *Myracrodruon urundeuva* a DBM para *Dipteryx alata* aos 11 anos foi baixa, deve-se considerar que em idades mais avançadas a densidade tende a aumentar.

Gráfico 1- Porcentagem da biomassa média encontrada para todas as procedências em um teste com *Dipteryx alata* aos 11 anos.



Fonte: Próprio autor.

O coeficiente de variação genética (CV_{gi}) para a análise conjunta foi alto para todos os caracteres (Tabela 9) variando de 32,23% (DBM) a 109,52% (COP), como o apresentado para as análises individuais a biomassa para copa foi mais significativa entre as outras partes da árvore. O CV_{gi} para biomassa (32,23%) foi superior ao encontrado por Tung (2011) com *Myracrodruon urundeuva* (6,8%) confirmando o potencial de ganho na seleção de progênies para uso da madeira em construções civis e afins.

O coeficiente de variação experimental (CV_e) variou de mediano a alto para todos os caracteres (Tabela 9), reafirmando possíveis falhas no momento da composição das amostras secas. Este CV_e se reflete nos valores observados para o coeficiente de variação relativa (CV_r) que foi mediano para todos os caracteres, salvo para COP (76%) que apresentou melhor tendência a ganhos genéticos mesmo com interferências antrópicas no teste. A DBM apresentou baixo CV_r (0,38), demonstrando que fatores ambientais se sobrepuseram a expressão genética, Freddo (1967) trabalhando com *Acacia mearnsii* encontrou variação de 0,56 reafirmando o enunciado acima.

O coeficiente dos efeitos de parcela ($\hat{C}_p^2$) foi baixo para todos os caracteres, indicando que há influência de uma parcela sobre a outra, fator este que se reflete no coeficiente de variação experimental.

Tabela 9 - Estimativas de parâmetros estatísticos e genéticos em relação aos caracteres relacionados à massa seca: da copa (COP), das folhas (FOL), do tronco (TRO), total e densidade básica da madeira (DBM) em um teste de progênies de *Dipteryx alata* aos 11 anos.

Estimativas	COP (kg)	FOL (kg)	TRO (kg)	TOTAL (kg)	DBM (g/cm ³)
$\hat{\sigma}_a^2$	42,4464	0,5734	10,5661	88,0592	0,0039
$\hat{\sigma}_c^2$	7,8265	0,1027	7,5526	25,5959	0,0143
$\hat{\sigma}_p^2$	33,3107	0,4668	10,0471	12,3506	0,0759
$\hat{\sigma}_e^2$	31,3005	0,9243	13,6370	74,1328	0,0759
$\hat{\sigma}_f^2$	114,8843	2,0674	41,8030	200,1386	0,0941
$\hat{h}_a^2$	0,36±0,12	0,27±0,11	0,25±0,10	0,43±0,13	0,05±0,07
$\hat{C}_p^2$	0,2899	0,2258	0,2403	0,0617	0,1519
CV_{gi} (%)	109,52	84,21	60,38	73,99	32,23
CV_{gp} (%)	54,76	42,10	30,19	36,99	16,11
CV_e (%)	72,00	63,73	62,01	55,17	42,21
CV_r	0,76	0,66	0,49	0,67	0,38
$\hat{m}$	5,94	0,89	5,38	12,68	0,38
LRT(χ^2)	24,38**	2,11 ^{ns}	8,19**	19,73**	1,16 ^{ns}

*significativo a 1%, com 1 grau de liberdade; ^{ns} não significativo, $\hat{\sigma}_a^2$ variância genética aditiva; $\hat{\sigma}_c^2$ variância ambiental entre parcelas; $\hat{\sigma}_f^2$ variância fenotípica individual; $\hat{h}_a^2$ herdabilidade individual dos efeitos aditivos; $\hat{C}_p^2$ coeficiente de determinação dos efeitos de parcelas; CV_{gi} coeficiente de variação genética aditiva individual; CV_{gp} coeficiente de variação genotípica entre progênies; CV_e coeficiente de variação experimental; CV_r coeficiente de variação relativa; $\hat{m}$ média geral ; LRT: Teste da razão de verossimilhança; χ^2 qui-quadrado da deviance.
Fonte: Próprio autor.

5.2.2.2 Equações de regressão

O modelo de regressão foi utilizado para quantificar os componentes (folhas, galhos e tronco da madeira), as equações apresentadas na tabela 10 podem ser utilizadas para estimação do peso seco em campo, não sendo necessário a realização de todo o processo para obtenção da biomassa. O y representa o peso total da planta e o x o peso verde coletado em campo.

Tabela 10 - Equações de regressão podem ser utilizadas para estimar a biomassa em progênies de *Dipteryx alata*.

Procedência	Caráter	Equação	R ²
GO	Copa	$y = 0,2114x + 0,015$	0,6050
MG	Copa	$y = 0,2539x + 0,0105$	0,6613
MS	Copa	$y = 0,3671x + 0,0034$	0,8142
GO	Folha	$y = 0,413x + 0,0232$	0,7498
MG	Folha	$y = 0,3444x + 0,0319$	0,483
MS	Folha	$y = 0,4359x + 0,0115$	0,6107
GO	Tronco	$y = 0,5874x - 0,0307$	0,9673
MG	Tronco	$y = 0,6284x - 0,0527$	0,924
MS	Tronco	$y = 0,5749x - 0,0133$	0,8242

Fonte: Proprio autor.

6 CONCLUSÕES

- As progênies e procedências tiveram boa adaptação ao local do experimento, observando-se os baixos coeficientes de variação experimental para os caracteres;
- O diâmetro médio da copa (DMC) foi o caráter mais indicado para seleção nas procedências de Itarumã- GO;
- O DAP foi o caráter mais indicado para seleção nas procedências de Brasilândia- MS, sendo este caráter o mais simples de ser mensurado;
- Para as procedências de Campina Verde- MG, a altura é a mais indicada para seleção;
- A variabilidade dos caracteres para escolha dos melhores indivíduos, é favorável por apresentar maior leque de seleção quando em campo, permitindo assim a possibilidade de sucesso na seleção em programas de melhoramento genético;
- O acúmulo de biomassa na copa foi significativo para todas as procedências exceto Itarumã- GO, sendo assim o caráter mais indicado como parâmetro para o acúmulo de carbono;

REFERÊNCIAS

- AGUIAR, A. V. **Emprego de parâmetros moleculares e quantitativos na conservação e melhoramento de *Eugenia dysenterica* DC.** 2004. 186 f. Tese (Doutorado em?) – Escola de Agronomia e Engenharia de Alimentos, Universidade Federal de Goiás, Goiânia. 2004.
- AGUIAR, I. B.; VALERI, S. V.; ISMAEL, J. J.; ALHO, D. R. Efeito do espaçamento no desenvolvimento de *Dipteryx alata* Vog. em Jaboticabal- SP, até a idade de 20 anos. In: CONGRESSO NACIONAL SOBRE ESSÊNCIAS NATIVAS, Goiânia. **Anais...** UFG, 1992. p. 570-572
- ALMEIDA, S. P.; PROENÇA, C. E. B.; SANO, S. M.; RIBEIRO, J. F. **Cerrado: espécies vegetais úteis.** Planaltina: Embrapa - CPAC, 1998. 464 p.
- BROWN, S. Estimating biomass and biomass change of tropical forests: a primer. Rome: FAO, 1997. 55 p. (FAO Forestry Paper, 134). ____.
- BROWN, S. Measuring carbon in forests: current status and future challenges. **Environmental Pollution**, London, v. 116, n. 3, p. 363-372, 2002.
- BROWN, S.; GILLESPIE, A. J.; LUGO, A. E. Biomass estimation methods for tropical forest with applications to forest inventory data. **Forest Science**, Washington, v. 35, n. 4, p. 881-902, 1989.
- CANUTO, D. S. O.; ZARUMA, D. U. G.; MORAES, M. A.; SILVA, A. M.; MORAES, M. L. T.; FREITAS, M. L. M. Caracterização genética de um teste de progênies de *Dipteryx alata* Vog. proveniente de remanescente florestal da Estação Ecológica de Paulo Faria, SP, **Hoehnea**, v. 42, n. 42, p. 2015.
- CARVALHO, P. E. R. **Espécies arbóreas brasileiras.** Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2003. 1039 p.
- CARVALHO, P. E. R. **Espécies florestais brasileiras: recomendações silviculturais, potencialidade e uso da madeira.** Colombo: Embrapa- Centro Nacional de Pesquisas Florestais, 1994. 640 p.
- CENTRO DE GESTÃO E ESTUDOS ESTRATÉGICOS. **Manual de capacitação sobre mudança do clima e projetos de mecanismo de desenvolvimento limpo (MDL).** Brasília – 2008. 276 p. Disponível em: <www.cgee.org.br/atividades/redirect.php?idProduto=4681>. Acesso em: 02 jun. 2016.
- COUTO, H.T.Z.; JUSTO, G.C.; POLIZEL, J.L.; SILVA FILHO, D.F. Videografia digital na estimativa de carbono em florestas implantadas com espécies nativas. **Ambiência: Revista do Setor de Ciências Agrárias e Ambientais**, Guarapuava, v. 4, p. 125-135, out. 2008. Edição especial.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação de solos.** Rio de Janeiro: EMBRAPA/CNPSo, 2013, 412 p.

FALCONER, D. S. **Introdução à genética quantitativa**. Viçosa, MG: Imprensa Universitária, 1987. 279 p.

FERREIRA, C. A.; FREITAS, M.; FERREIRA, M. Densidade básica da madeira de plantações comerciais de eucaliptos, na região de Mogi-guaçu (SP). **IPEF**, n. 18, p. 106-117, jun.1979.

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

FREDDO, A. **Elementos minerais em madeiras de Eucaliptos e Acácia-negra e sua influência na indústria de celulose Kraft branqueada**. 1967. 69 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 1967.

FREITAS, M. L. M.; SEBBENN, A. M.; MORAIS, E.; ZANATTO, A. C. S.; VERARDI, C. K.; PINHEIRO, A. N. Parâmetros genéticos em progênies de polinização aberta de *Cordia trichotoma* (vell.) ex Steud. **Rev. Inst. Flor.**, São Paulo, v. 18, n. único, p. 95-102, 2006.

GOMES, J. B. E. **Variabilidade genética e correlações juvenil: adulto de baru (*Dipteryx alata* Vog.) no município de Brasilândia – MG**. 2011. 107 f. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) - Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu. 2015.

GRÜTTER, J., KAPPEL, R.; STAUB, P. **The GHG market on the eve of Kyoto ratification**. Nova Iorque: National Strategy Studies, 2002.

GUTMANIS, D. **Estoque de carbono e dinâmica ecofisiológica em sistemas silvipastoris**. 2004. 142 f. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas) – Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2004.

HIGUCHI, N.; SANTOS, J.; RIBEIRO, R. J.; MINETTE, L.; BIOT, Y. Biomassa da parte aérea da vegetação da floresta tropical úmida de terra-firme da Amazônia Brasileira. **Acta Amazônica**, Manaus, v. 28, n. 2, p. 153-166, 1998.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Anuário Estatístico do Brasil**, Rio de Janeiro, v. 72, 2012. 458p.

INTERGOVERNMENTAL PAINEL ON CLIMATE CHANGE. **Emissions scenarios: special report of the intergovernmental panel on climate change**. In: NAKICENOVIC, N.; SWART, R. (Ed). Cambridge University, 2000. 570p.

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE. **Mudança do clima 2007: impactos, adaptação e vulnerabilidade**. 2007b. 30 p. Disponível em: <http://www.ipcc.ch/publications_and_data/ar4/wg2/en/contents.html>. Acesso em: 06 jun. 2016.

KEIDING, H. J. Seed procurement for species and provenance research. In: Burley J; Wood JP (Ed). **A manual on species and provenance research with particular reference to the tropics**. Oxford: Commonwealth Forestry Institute, 1976. p. 34-43.

LEWIS, G. P.; SCHRIRE, B.; MACKINDER, B.; LOCK, M. **Legumes of the world**. Kew: Royal Botanic Gardens, 2005. p.127-161.

LOURENÇO, M. Ficha da planta: Baru. **Globo Rural**, São Paulo, n. 119, p. 72-75, 1995.

LORENZI, H. Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. 4. ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2002. 352 p.

MAGALHÃES, R. M. A cadeia produtiva da amêndoa do baru (*Dipteryx alata* Vog.) No cerrado: uma análise da sustentabilidade da sua exploração. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 24, n. 3, p. 665-676, jul.-setembro, 2014.

MORAES, M.L.T. et al. Variação genética em duas populações de aroeira (*Astronium urundeuva*- (Fr. All). Engl-Anacardiaceae). R. Inst. Flor., v. 1, n. 1, p. 1241-1245, 1992.

MOREIRA, H. M.; GIOMETTI, A. B. R. Protocolo de Quioto e as possibilidades de inserção do Brasil no Mecanismo de Desenvolvimento Limpo por meio de projetos em energia limpa. **Contexto Internacional**, Rio de Janeiro, v. 30, n. 1, p. 9-47, 2008. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/11449/8798>>. Acesso em: 06 jun. 2016.

NELSON, B. W.; MESQUITA, R.; PEREIRA, J.; SOUZA, S. G.; BATISTA, G.; COUTO, L. B. Allometric regressions for improved estimate off secondary forest biomass in the central Amazon. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, n. 117, p. 149-167, 1999.

OLIVEIRA, M. I. B.; SIGRIST, M. R. Fenologia reprodutiva, polinização e reprodução de *Dipteryx alata* Vogel. (Leguminosae-Papilionoideae) em Mato Grosso do Sul, Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 31, n. 2, 2008, p.195-207.

OLIVEIRA, S. A.; MORAES, M. L. T.; KURAMOTO, C. M.; SIQUEIRA, A. C. M. F.; KAGEYAMA, P. Y. Variação genética em progênies de aroeira (*Myracrodruon urundeuva* Fr. All.) sob diferentes condições de cultivo. I - Aspectos silviculturais. **Rev. Instituto Florestal**, São Paulo, v. 2, n. 2, p. 155-166, 2000.

OLIVEIRA, A. N. **Variação genética entre e dentro de procedências de baru (*Dipteryx alata* Vog.)**. 1998. 80 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 1998.

PAGLIARINI, M. K. et al. Variação Genética de caracteres de crescimento em progenies de *Dipteryx alata*. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE RECURSOS GENÉTICOS, 2012, Cidade de realização. **Anais...** Cidade: editora, 2012. p. 1-4.

PARRESOL, B. R. Additivity of nonlinear biomass equations. **Canadian Journal of Forest Research**, Ottawa, v. 31, n.1, p. 865-878, 2001.

RADOMSKI, M. I.; SCHEFFER, M. C. Características fenotípicas de 44 progênies de *Maytenus ilicifolia* Mart. Cultivadas no município de Ponta Grossa, PR. **Circular Técnica Embrapa**, Colombo, v. 10, n. 1, p. 34-43, 2004.

RATTER, J. A.; BRIDGEWATER, S.; RIBEIRO, J. F.; DIAS, T. A. B.; SILVA, M. R. Estudo preliminar da distribuição das espécies lenhosas da fitofisionomia Cerrado sentido restrito nos Estados compreendidos pelo Bioma Cerrado. **Boletim do Herbário Ezechias Paulo Heringer**, Brasília, DF, v. 5, p. 5-43, 2000.

RENNER, R. M. **Seqüestro de carbono e a viabilização de novos reflorestamentos no Brasil**. 2004. 132 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2004.

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

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

RESENDE, M. D. V.; DUARTE, J. B. Precisão e controle experimental de qualidade em experimentos de avaliação de cultivares. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 37, n. 3, p. 182-194, 2007.

RIZZINI, C. T. A flora do Cerrado. In: SIMPÓSIO SOBRE O CERRADO, 1963, São Paulo. **Anais...** São Paulo: [s. n.], 1963. p. 125-177.

ROCHA, R.B.; ROCHA, M.G.B.; SANTANA, R.C.; VIEIRA, A.H. Estimação de parâmetros genéticos e seleção de procedências e famílias de *Dipteryx alata* Vogel (baru) utilizando metodologia de reml/blup e E (qm). **Revista Cerne**, Lavras, v. 15, n. 3, p. 331-338, jul./set. 2009.

RONDON, E.V. Estudo de biomassa de *Tectona grandis* L.F. sob diferentes espaçamentos no estado de Mato Grosso. **R. Árvore**, Viçosa, MG, v. 30, n. 3, p. 337-341, 2006.

SAMPAIO, P.T.B.; RESENDE, M.S.V.; ARAUJO, A.J. Estimates of genetic parameters and selection methods for genetic improvement of *Pinus caribaea* var. *hondurensis*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 35, n. 11, p. 2243-2253, 2000.

SANO, S. M.; RIBEIRO, J. F.; BRITO, M. A. **Baru: biologia e uso**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2004. 52 p.

SANTOS, F. W.; FLORSHEIM, S. M. B.; LIMA, I. L.; TUNG, E. S. C.; SILVA, J. M.; FREITAS, M. L. M.; MORAES, M. L. T.; SEBBENN, A. M. Variação genética para densidade básica da madeira e caracteres silviculturais em uma população base de *Eucalyptus camaldulensis* DEHNH. **Revista do Instituto Florestal**, São Paulo, v. 20, n. 2, p. 185-194, 2008.

SATO, A. S.; FREITAS, M. L. M.; LIMA, I. L.; ZIMBACK, L.; TONIATO, M. T. Z.; SEBBENN, A. M. Genetic variation among and within provenances and progenies of *Corymbia maculata* (Hook.) K. D. Hill and L. A. S. Johnson, in Pederneiras, SP. **Cerne**, Lavras, v. 16, n. 1, p. 60-67, 2010.

SEBBENN, A. M. et al. Parâmetros genéticos na conservação da cabreúva – *Myroxylon peruiferum* L.F. Allemão. **Scientia Forestalis**, Piracicaba. n. 53, p. 31-38, 1998.

SEBBENN, A.M. et al. Taxa de cruzamento em populações de *Cariniana legalis* (Mart.) O. Ktze.: Implicações para a conservação e o melhoramento genético. **Scientia Forestalis**, v. 58, p. 25-40, 2000.

SEGURA, M. Allometric models for tree volume and total aboveground biomass in a tropical humid forest in Costa Rica. **Biotropica**, Washington, v. 37, n. 1, p. 2-8, 2005.

SCARPINELLA, G. A. **Reflorestamento no Brasil e o Protocolo de Quioto**. 2002. 182p. Dissertação (Mestrado em Energia) – Universidade de São Paulo, São Paulo.

SCHUMACHER, M. V.; VOGEL, H. L. M.; BARICHELLO, L. R.; CALDEIRA, M. V. W. Quantificação do carbono orgânico em floresta de *Acacia mearnsii* De Wild. Em diferentes idades. In: SIMPÓSIO LATINO-AMERICANO SOBRE MANEJO FLORESTAL, 2, 2001, Santa Maria. **Anais...** Santa Maria: [s. n.], 2001. p. 387-399.

SILVA-JÚNIOR, M. C. **100 Árvores do cerrado**. Brasília, DF: Ed. Rede de Sementes do Cerrado, 2005. 278 p.

SILVA, A. C. **Variações genéticas em candeia (*Eremanthus erytropappus* (DC.) MacLeish)**: simbiose e desenvolvimento radicular e estabelecimento inicial em áreas degradadas. 2003. 130 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2003.

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

SOTOMAYOR, J. F. M.; **Determinação de biomassa aérea em florestas nativas num ambiente agrícola no Estado de São Paulo**. 130f. Tese (Doutorado). Escola superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, ESALQ. São Paulo, 2013.

TAKEMOTO, E.; OKADA, I. A.; GARBELOTTI, M. L.; TAVARES, M. A. Composição química da semente e do óleo de baru (*Dipteryx alata* Vog.) nativo do município de Pirenópolis, Estado de Goiás. **Revista Instituto Adolfo Lutz**, São Paulo, v. 60, n. 2, p. 113-117, 2001.

TOGASHI, M. **Composição e caracterização química e nutricional do fruto do baru (*Dipteryx alata* Vog.)**. 1993. 108 f. Dissertação (Mestrado em ciência da nutrição) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1993.

TOGASHI, M.; SCARBIERI, V. C. Avaliação nutricional da proteína e do óleo de sementes de baru (*Dipteryx alata*, Vog.). **Ciência Tecnologia de Alimento**, v. 15, p. 66–69, 1995.

TORGGLER, M. G. F. **Variação genética entre progênies dentro de procedências de *Eucalyptus saligna* Smith**. 1987. 198 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, 1987.

TORRES, C. M. M. E.; JACOVINE, L. A. G.; TOLEDO, D. P.; SOARES, C. P. B.; RIBEIRO, S. C.; MARTINS, M. C. Biomass and carbon stock in *Jatropha curcas* L. **Cerne**, Lavras, v. 17, n. 3, July/sept, 2011.

TORRES, G.A.; DAVIDE, L.C.; BEARZOTI, E. Sincronização do ciclo celular em meristema radicular de baru (*Dipteryx alata* Vog.). **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 27, n. 2, p. 398-405, 2003.

TUNG, E. S. C.; FREITAS, M. L. M.; FLORSHEIM, S. M. B.; LIMA, I. L.; LONGUI, E. L.; SANTOS, F. W.; MORAES, M. L. T.; SEBBENN, A. M. Variação genética para caracteres silviculturais e anatômicos da madeira em progênies de *Myracrodruon urundeuva* (Engler) Fr. Allem. **Sci. For., Piracicaba**, v. 38, n. 87, p. 499-508, set. 2010.

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

ZARUMA, D. U. G. Variabilidade genética em procedências e progênies de *Dipteryx alata* Vogel para fins de conservação genética e produção de sementes. **Sci. For.**, Piracicaba, v. 43, n. 107, p. 609-615, set. 2015.