

**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIA FLORESTAL
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA FLORESTAL**

DIVANI DE CARVALHO OLIVEIRA

**DIVERSIDADE GENÉTICA DE *Schizolobium parahyba* var. *amazonicum*
VIA BIOMETRIA DE SEMENTES**

**RECIFE-PE
2019**

DIVANI DE CARVALHO OLIVEIRA

**DIVERSIDADE GENÉTICA DE *Schizolobium parahyba* var. *amazonicum*
VIA BIOMETRIA DE SEMENTES**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Engenharia Florestal da Universidade Federal Rural de Pernambuco, como parte das exigências para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Florestal.

Orientador: Prof. Dr. Ricardo Gallo.

**RECIFE-PE
2019**

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal Rural de Pernambuco
Sistema Integrado de Bibliotecas
Gerada automaticamente, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

O48d

Oliveira, Divani de Carvalho

Diversidade genética de *Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* via biometria de sementes / Divani de Carvalho
Oliveira. - 2019.

31 f. : il.

Orientador: Ricardo Gallo.

Inclui referências.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Bacharelado em
Engenharia Florestal, Recife, 2019.

1. Parâmetros Genéticos. 2. Herdabilidade. 3. Análise Multivariada. 4. UPGMA. I. Gallo, Ricardo, orient. II. Título

CDD 634.9

DIVANI DE CARVALHO OLIVEIRA

**DIVERSIDADE GENÉTICA DE *Schizolobium parahyba* var. *amazonicum*
VIA BIOMETRIA DE SEMENTES**

Aprovado em 05 de dezembro de 2019.

BANCA EXAMINADORA

MSc. Lidiana Nayara Ralph
Universidade Federal Rural de Pernambuco
Examinadora

MSc. Guilherme Ferreira Simiqueli
Universidade Federal de Viçosa
Examinadora

Prof. Dr. Ricardo Gallo
Universidade Federal Rural de Pernambuco
Orientador

**RECIFE-PE
2019**

“Vencer a si próprio é a maior das vitórias”. (Platão)

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus pela força e por me ajudar a nunca desistir dos meus objetivos nessa jornada que foi a graduação.

À minha mãe Havana Gonçalves de Carvalho, pela força e apoio em cada momento para que eu pudesse concretizar esta etapa.

As minhas irmãs Hanna, Djane, Daiana e meu irmão Arthur pelo apoio e incentivo.

Agradeço imensamente a UFRPE pela oportunidade de estudar em uma universidade pública de qualidade. Gratidão por tudo que vivi e vivo, graças a UFRPE.

Ao professor Ricardo Gallo pela orientação, dedicação, confiança e profissionalismo.

Ao meu amigo Nattan Adllér, pela colaboração na condução desse trabalho, e amizade ao longo de toda a graduação.

Aos meus amigos de curso, uma gratidão gigantesca por tudo que vivemos durante a graduação. Em especial, agradeço aos amigos Nahila Brasil, Nattan Adllér, Milena Pereira e Márcia Cunegundes, vocês foram extremamente importantes durante todo o processo.

Agradeço também aos amigos do “Lado B”, por toda parceria, colaboração, troca de experiências e de conhecimentos.

Ao meu amigo Victor França por estar sempre presente em todos os momentos, por me ouvir e me apoiar sempre.

Aos meus amigos e companheiros de estágio, Bianka Luise e Pedro Costa, pela parceria e amizade.

Às amigas Ana Cláudia Schllemer, Tamara Almeida e Hellen Correia, pelo companheirismo, amizade e momentos de descontração, vocês foram essenciais para que esta etapa se tornasse um pouco mais leve.

Muito grata a todos que estiveram presentes em minha trajetória acadêmica, amigos, professores, supervisores, funcionários da UFRPE e a todos que contribuíram de alguma forma durante toda jornada.

Gratidão!

RESUMO

Análises morfométricas em sementes florestais podem gerar informações relevantes que auxiliam em programas de melhoramento genético, indicando a variabilidade genética entre indivíduos vegetais da mesma espécie. Conhecer as características genéticas de sementes de paricá (*Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* (Huber ex Ducke) Barneby) auxilia na escolha de materiais com características desejáveis a serem utilizadas em programas de melhoramento, buscando obter maior potencial produtivo, podendo contribuir para o avanço do melhoramento genético da espécie. O objetivo deste estudo foi caracterizar a diversidade genética pela avaliação biométrica de sementes de matrizes de *S. parahyba* var. *amazonicum*. As sementes foram coletadas no município de Paranaíta, Mato Grosso, em fragmentos florestais. Posteriormente, foram analisadas 424 sementes das 6 árvores matrizes. As características avaliadas foram comprimento, largura, espessura e peso. Realizou-se a análise de variância nos dados coletados e as médias foram comparadas entre si pelo teste de agrupamento de médias de Scott-Knott ao nível 5% de probabilidade. Foi realizada a verificação de dissimilaridade genética pela distância generalizada de Mahalanobis por meio do método da ligação média entre grupos UPGMA (*Unweighted Pair Group Mean Average*), otimização de Tocher, variáveis canônicas (VC) e importância dos caracteres. Os resultados obtidos demonstraram grande diversidade genotípica para as sementes avaliadas (em especial a espessura e largura de sementes), sendo possível realizar o agrupamento das árvores matrizes. O resultado da análise de agrupamento baseada na distância generalizada de Mahalanobis (D^2) pelo método de otimização de Tocher, mostrou a formação de dois grupos distintos, tal resultado revela uma grande diversidade genética entre os genótipos estudados. De acordo com a acurácia seletiva, foi possível constatar que a metodologia utilizada foi adequada e de acurácia seletiva muito alta. Desta forma, foi verificado que as matrizes de paricá apresentam grande potencial para utilização em programas de melhoramento genético e para destacar áreas de coleta de sementes.

Palavras-chave: Parâmetros Genéticos, Herdabilidade, Análise Multivariada, UPGMA.

ABSTRACT

Morphometric analyzes in forest seeds can generate relevant information that help in breeding programs, indicating genetic variability among individuals of the same species. Knowing the genetic characteristics of paricá seeds (*Schizolobium parahyba* var. *Amazonicum* (Huber ex Ducke) Barneby) helps in choosing materials with desirable characteristics to be used in breeding programs, seeking to obtain greater productive potential and may contribute to the advancement of breeding genetic of the species. The objective of this study was to characterize genetic diversity by biometric seed evaluation of *S. parahyba* var. *amazonicum*. The seeds were collected in the municipality of Paranaíta, Mato Grosso, in forest fragments. Subsequently, 424 seeds from the 6 mother trees were analyzed. The characteristics evaluated were length, width, thickness and weight. The analysis of variance was performed on the collected data and the averages were compared with each other by the Scott-Knott clustering test at the 5% probability level. Genetic dissimilarity was verified by the generalized Mahalanobis distance using the Unweighted Pair Group Mean Average (UPGMA) method, Tocher optimization, canonical variables (VC) and character importance. The results showed great genotypic diversity for the evaluated seeds (especially seed thickness and width), and it was possible to group the mother trees. The result of cluster analysis based on the generalized distance of Mahalanobis (D2) by the Tocher optimization method, showed the formation of two distinct groups, such result reveals a great genetic diversity among the studied genotypes. According to the selective accuracy, it was possible to verify that the methodology used was adequate and of very high selective accuracy. Thus, it was verified that the paricá matrices have great potential for use in breeding programs and to highlight seed collection areas.

Keywords: Genetic Parameters, Heritability, Multivariate Analysis, UPGMA.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Coordenadas geográficas das matrizes utilizadas.....	19
Tabela 2 - Resumo da análise de variância e comparação das médias com comprimento, largura, espessura e peso de sementes de seis árvores matrizes de paricá (<i>Schizolobium parahyba</i> var. <i>amazonicum</i>).....	21
Tabela 3 - Estimativas de variância fenotípica (σ^2_f), variância ambiental (σ^2_a), variância genotípica (σ^2_g), coeficiente de variação genética (CVg), herdabilidade (h^2) e acurácia seletiva, em quatro características avaliadas em sementes de seis árvores matrizes de paricá (<i>Schizolobium parahyba</i> var. <i>amazonicum</i>).....	24
Tabela 4 - Formação de grupos baseados nas características genéticas da distância generalizada de Mahalanobis (D^2) pelo método de otimização de grupos de Tocher.....	25

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Mapa de localização das áreas de coleta das sementes.....	18
Figura 2 - Coeficiente de correlação de Pearson (r) para as variáveis biométricas de sementes de <i>S. parahyba</i> var. <i>amazonicum</i> , provenientes de seis árvores matrizes avaliadas no Laboratório de Sementes Florestais da UFRPE, em Recife-PE.....	23
Figura 3 - Dendrograma gerado a partir do agrupamento UPGMA realizado com os dados obtidos pela análise biométrica com base em quatro caracteres avaliados em seis matrizes de paricá (<i>Schizolobium parahyba</i> var. <i>amazonicum</i>).....	25
Figura 4 - Gráfico de dispersão das variáveis canônicas das quatro características avaliadas em sementes de seis árvores matrizes de paricá (<i>Schizolobium parahyba</i> var. <i>amazonicum</i>).	26
Figura 5 - Contribuição relativa dos caracteres para diversidade - SINGH, segundo Distância Generalizada de Mahalanobis.....	27

LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E SÍMBOLOS

ANOVA Análise de Variância

CV Coeficiente de variação

CV_e Coeficiente de variação ambiental

CV_g Coeficiente de variação genética

DAP Diâmetro à altura do peito

D² Distância Generalizada de Mahalanobis

h² Herdabilidade

IBGE Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

UFRPE Universidade Federal Rural de Pernambuco

UPGMA Método da ligação média entre grupos

σ^2_f Variação fenotípica

σ^2_e Variação ambiental

σ^2_g Variação genética

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	12
1.1. OBJETIVOS.....	13
1.1.1. Objetivo geral.....	13
1.1.2. Objetivos específicos.....	13
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	14
2.1. Características da espécie.....	14
2.2. Melhoramento genético.....	15
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	18
3.1. Procedências utilizadas.....	18
3.2. Variáveis analisadas.....	19
3.3. Análise estatística.....	19
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	21
4.1. Biometria de sementes.....	21
4.2. Variabilidade genética de sementes.....	23
5. CONCLUSÕES.....	28
6. REFERÊNCIAS.....	29

1. INTRODUÇÃO

O paricá (*Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* (Huber ex Ducke) Barneby) é uma espécie arbórea com altura de 15 a 40 metros e pode chegar a um metro de diâmetro à altura do peito (DAP). Esta espécie é nativa da região amazônica, presente tanto em florestas primárias quanto secundárias, apresenta crescimento rápido e tem grande importância econômica, sendo empregada em plantios comerciais (SOUSA et al., 2005). Apresenta fuste reto e sua superfície é plana, com textura uniforme e alborno de cor clara (AMATA, 2009), tais características da madeira despertam interesse e grande aceitação do mercado.

O *S. parahyba* var. *amazonicum* possui madeira leve e fácil de ser trabalhada (CARVALHO, 2007), sendo considerada de boa viabilidade para produzir diversos produtos, podendo oferecer matéria-prima que é utilizada na fabricação de celulose e de papel (CARVALHO e VIÉGAS, 2004), como também, pode ser utilizado em sistemas agroflorestais e na recuperação de áreas degradadas (CAIONE et al., 2012). Todo o potencial da espécie proporciona considerável procura por mudas de alta qualidade.

Análises morfométricas em sementes florestais podem gerar informações relevantes que auxiliam em programas de melhoramento genético, indicando a variabilidade genética entre indivíduos vegetais da mesma espécie (GUSMÃO et al., 2006), e entre populações (OHASHI et al., 2010.)

O estudo da variabilidade genética entre populações de diferentes procedências é importante, pois as diferenças genéticas são provenientes de adaptações às diferentes condições ambientais (OHASHI et al., 2010).

A identificação da morfologia de um vegetal permite caracterizar famílias, gêneros e espécies (PAOLI et al., 2008). Desta forma, é importante que haja estudo genético para averiguar a variação existente nas populações buscando estabelecer estratégias de conservação genética e também destacar áreas de coletas de sementes.

Nogueira e Medeiros (2007) afirmam que, produzir sementes de alta qualidade é importante para se obter mudas com características desejáveis. Assim, torna-se necessário o conhecimento das características biométricas de sementes para avaliar diferenças entre indivíduos da mesma espécie, relacionando os fatores do ambiente a que estão expostas com suas características.

Apesar do crescente interesse pela espécie, os estudos relacionados a variabilidade genética da mesma ainda são poucos. Desta forma, este estudo busca ampliar este conhecimento e auxiliar os programas de melhoramento genético a obterem melhor qualidade

das mudas, potencializando as características desejadas.

1.1. OBJETIVOS

1.1.1. Objetivo geral

Caracterizar a diversidade genética de seis matrizes de *Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* pela avaliação biométrica de sementes.

1.1.2. Objetivos específicos

- Avaliar biometricamente sementes de paricá;
- Avaliar a variabilidade genética entre as matrizes;
- Avaliar o potencial da população na produção de sementes com alta variabilidade genética para programas de melhoramento.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. Características da espécie

O *Schizolobium parahyba* var. *amazonicum*, conhecido comumente por paricá ou pinho cuiabano, é uma árvore nativa da Floresta Amazônica encontrada no Pará, Rondônia, Amazonas, Mato Grosso, Acre, e também em países como Venezuela, Colômbia, Peru e Bolívia (CORTELETTI, 2013).

O paricá é uma espécie arbórea caducifólia, pertencente à família Fabaceae (FLORA DO BRASIL, 2019), caracterizada como árvore de grande porte que ocorre em mata primária de terra firme e várzea alta, mas também, pode ser encontrada em florestas secundárias (SABOGAL et al., 2006).

Podem atingir até 40 metros de altura, já o diâmetro a altura do peito pode chegar a um metro, trata-se de uma espécie heliófila, não tolerando temperaturas baixas (CORDEIRO et al., 2015). A espécie possui ótima desrama natural (CORTELETTI, 2013), apresenta plântulas do tipo epígea ou fanerocotiledonar (SOUSA et al., 2005).

Sua copa é pouco densa e sua ramificação é cimosa, seu tronco tem formato cilíndrico, é reto e geralmente apresenta sapopemas, que podem atingir até um metro e meio de altura nas árvores adultas. Apresenta casca lisa e esverdeada e torna-se cinza com tonalidade amarela e manchas claras com o passar dos anos, possui lenticelas e também marcas ao redor do fuste, devido as cicatrizes das folhas (SOUZA et al., 2003).

Apresenta madeira de cor clara, branco amarelado, leve e macia, grã irregular, textura grossa, cerne de cor creme com tonalidade vermelha e alburno claro (SILVEIRA, 2014). Possui madeira fácil de ser trabalhada, mas pode apresentar riscos de danos na secagem, causando deformações e rachaduras (VIDAURRE, 2010).

Tem folhas alternas, recompostas, que chegam ao tamanho aproximado de um metro em indivíduos novos, diminuindo seu tamanho com a maturidade. São bipinadas, apresentando entre 20 e 30 pares de pinas opostas, com pecíolo longo que pode chegar a 20 cm, suas gemas e folhas tem consistência pegajosa (CARVALHO, 2007).

As inflorescências possuem formato de cachos com flores de pétalas amareladas, a floração geralmente ocorre de maio a julho (ROSA, 2006).

Seus frutos são do tipo legume, contendo apenas uma semente, são achatados, com coloração que varia de verde a amarelo quando novas, e tornam-se marrom na fase adulta (SOUZA et al., 2003). A frutificação ocorre nos meses de agosto a setembro (ROSA, 2006).

Segundo Souza et al., (2003) as sementes desta espécie apresentam uma variação de tamanho de 17 a 24 mm de comprimento, em relação a largura variam entre 12 e 15 mm, e de espessura entre 3 a 4 mm, apresentando superfície lisa, oblonga achatadas e brilhantes, de coloração parda a marrom, e seu tegumento é bastante duro.

De acordo com Sousa et al., (2005) a madeira é bastante utilizada para produzir diversos produtos como compensados, laminados, forros, brinquedos, embalagens, canoas, painéis e portas. Segundo Carvalho (2007) a espécie é indicada para uso em projetos de recuperação de áreas degradadas, produção de celulose e papel, projetos de paisagismo e também na medicina popular. Devido sua característica de crescimento rápido, é possível sua utilização após os cinco anos de idade (PINTO JÚNIOR et al., 2013).

2.2. Melhoramento genético

No melhoramento genético busca-se aumentar a produtividade e também a qualidade do material estudado, mantendo a variabilidade genética da população (PIGATO e LOPES, 2001). Bertoldo et al., (2009) reforçam que selecionar genótipos com características superiores é essencial para aumentar o ganho na qualidade e produtividade, assim, outros objetivos são almejados no melhoramento genético como o aumento da qualidade física e mecânica da madeira, melhoria na adaptação de espécies, e resistência a doenças e pragas.

As características desejadas em programas de melhoramento florestal geralmente são avaliadas a partir de critérios quantitativos, de forma que cada um colabora para a herança das características. Em programas de melhoramento, árvores desejáveis são avaliadas pelo fenótipo para as características desejadas, estas características podem estar relacionadas ao genótipo, ou, devido a boa qualidade do ambiente, e também da relação destes dois fatores (SILVA, 2010).

Estudos que envolvem características genéticas são importantes para o conhecimento da estrutura de uma população, pois, desta forma, pode-se encontrar a melhor maneira de beneficiar-se da variabilidade genética existente, ressalta-se também que é necessário identificar os indivíduos que apresentem genes desejáveis e estudar a genética destes indivíduos (AZEVEDO, 2013).

Conhecer a variabilidade genética entre populações é imprescindível e os estudos devem ser realizados de forma eficiente, utilizando testes de progênies e relacionando suas procedências (RESENDE, 2002).

De acordo com Costa et al., (2012) a variabilidade genética diz respeito aos indivíduos

da mesma espécie que diferem geneticamente, no qual uma espécie com alta variabilidade genética apresenta muitas variações alélicas e uma espécie com baixa variabilidade apresenta pouca ou nenhuma variação em seus genes.

Populações com maior grau de variabilidade representam diminuição na vulnerabilidade a condições ambientais adversas devido ao alto grau de adaptação, assim, a variabilidade genética existente em uma população é necessária para garantir a sobrevivência e a adaptação a possíveis transformações ambientais (AZEVEDO, 2013).

Uma população base deve conter variabilidade genética suficiente para suprir o melhoramento genético em pequeno e longo prazo (RESENDE, 1999). Depois que a caracterização genética é realizada, os testes de progênies proporcionam a manutenção de amostras que representam populações ficando disponíveis para utilização em programas de melhoramento genético (SILVA, 2010).

Os testes de procedências e progênies representam uma alternativa para conservação genética de populações e possibilitam estimar a estrutura genética de populações, assim como selecionar progênies e indivíduos como fonte de produção de sementes, maximizando os ganhos genéticos, além de permitir a utilização de procedimentos de seleção mais apropriados para cada objetivo (COSTA et al., 2012).

A aplicação de análises estatísticas de carácter quantitativo de uma população base pode prenciar qual o método de seleção mais indicado para se investigar a variação genética da espécie estudada, permitindo o conhecimento da estrutura genética, e relacionando com a sua distribuição. Buscando estabelecer um programa de melhoramento, é necessário que se faça uma amostragem satisfatória com intuito de colher o maior número de informações da diversidade da população (CRUZ, 2005).

A população base é a etapa inicial de um programa de melhoramento e seu estabelecimento tem origem a partir da seleção de matrizes representativas de toda diversidade genética da população. O material deverá ser obtido de populações naturais ou plantios que ainda não foram melhorados, e que tenham uma boa reserva de variabilidade genética para se manter um padrão mínimo de variação, dando suporte adequado a programas de melhoramento (SILVA, 2010). Nesta população, a seleção poderá ser feita em intensidades variadas, buscando compor as populações de melhoramento.

Segundo Azevedo (2013) estimar parâmetros genéticos é necessário quando existe o objetivo de obter ganhos genéticos e verificar a viabilidade em programas de melhoramento, pois, estudar estes parâmetros dá acesso à informações relacionadas a natureza da ação gênica na herança dos caracteres. Desta forma, é possível obter vantagens na seleção devido à

variabilidade genética herdável existente nas populações, e assim melhorar a precisão seletiva.

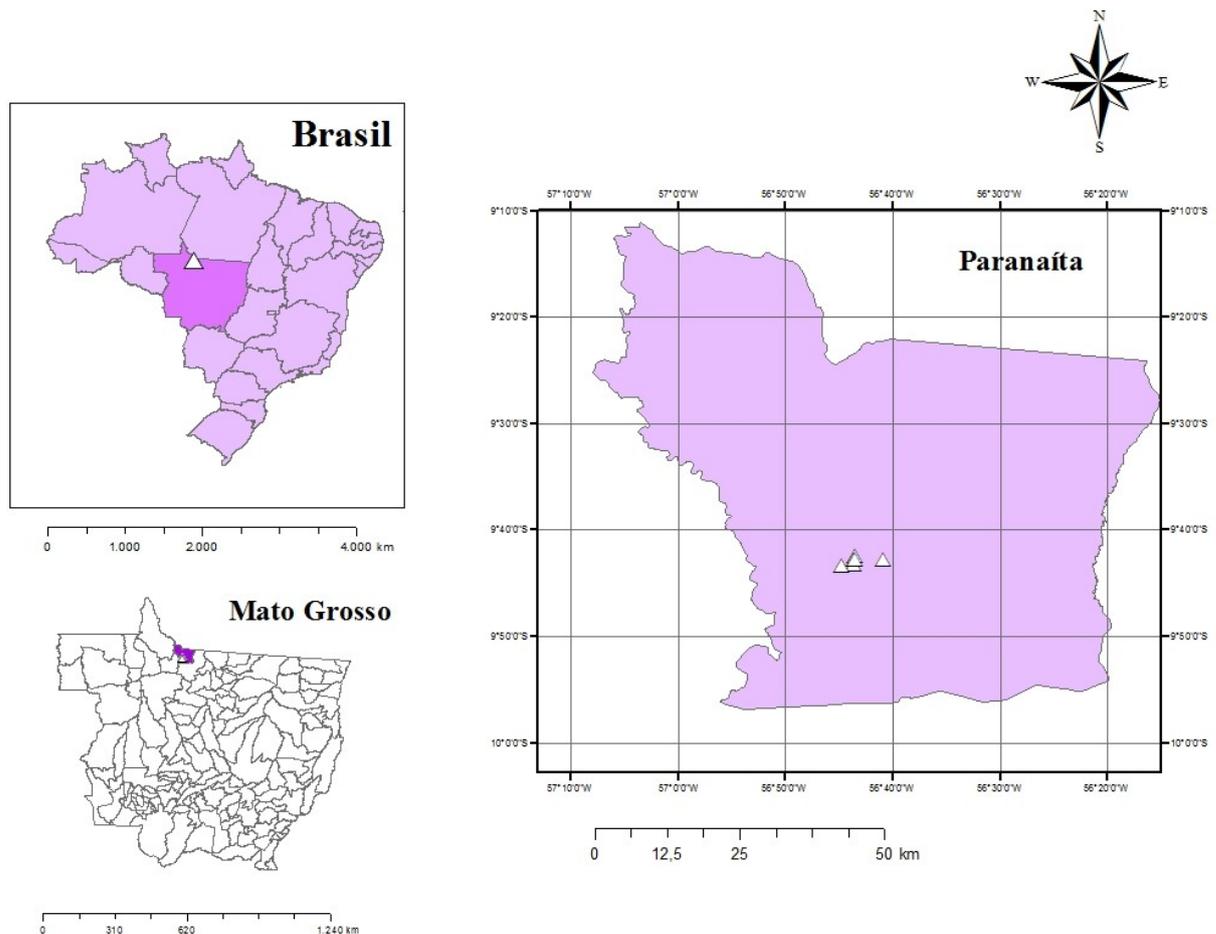
Dos parâmetros genéticos mais importantes no melhoramento e que são objeto de estudo nos testes de progênies, destacam-se a variância e coeficiente de variação genética, a herdabilidade, estabilidade, adaptabilidade, o ganho genético, os valores genéticos, as correlações genéticas, a acurácia seletiva, dentre outros (CRUZ, 2005; RESENDE, 2002).

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Procedências utilizadas

As sementes de *S. parahyba* var. *amazonicum* foram coletadas em fragmentos florestais localizados no município de Paranaíta, no extremo norte do estado do Mato Grosso (Figura 1). O município está localizado a uma latitude $09^{\circ}39'53''$ sul e uma longitude $56^{\circ}28'36''$ oeste, estando a uma altitude média de 249 metros. Possui área territorial de $4.796,013 \text{ km}^2$ (IBGE, 2018). O clima é classificado como Am de acordo com a classificação de Köppen e Geiger, com temperatura média de $25 \text{ }^{\circ}\text{C}$ e pluviosidade média anual de 2298 mm .

Figura 1 - Mapa de localização das áreas de coleta das sementes.



Fonte: Autora, 2019.

Foram selecionadas seis matrizes de paricá, e coletadas sementes diretamente do solo. As coordenadas dos locais de coleta estão descritas na Tabela 1.

Tabela 1 - Coordenadas geográficas das matrizes utilizadas.

Matrizes	Coordenadas	
M1	9°42'29.97"S	56°43'35.32"O
M2	9°42'44.46"S	56°43'36.87"O
M3	9°43'16.04"S	56°43'37.84"O
M4	9°42'44.32"S	56°40'54.24"O
M5	9°42'45.76"S	56°43'32.48"O
M6	9°43'22.51"S	56°44'44.40"O

Fonte: Autora, 2019.

Após a coleta, as sementes foram armazenadas no Departamento de Engenharia Florestal, da Universidade Federal Rural de Pernambuco, em Recife-PE, no Laboratório de Sementes Florestais, onde foram utilizadas para a realização do estudo.

3.2. Variáveis analisadas

Foram mensurados o comprimento (mm), a largura (mm), espessura (mm) e massa (g) de 424 sementes escolhidas ao acaso. O comprimento, a largura e a espessura foram mensurados com o auxílio de um paquímetro digital e o peso foi obtido através de uma balança com precisão de 0,001g.

3.3. Análise estatística

Os dados da biometria foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e as médias comparadas entre si pelo teste de agrupamento de médias de Scott-Knott ao nível 5% de probabilidade. Foi estimada a matriz de coeficiente de correlação linear de Pearson (r) entre os 4 caracteres avaliados.

A variação ambiental (σ^2_e) e variação genética (σ^2_g) foram estimadas pela esperança do quadrado médio da ANOVA usando as expressões fornecidas por Vencovsky e Barriga (1992). Foram estimados a variação fenotípica (σ^2_f), herdabilidade (h^2), e o coeficiente de

variação genética (CVg).

Para avaliar a diversidade genética estimou-se a distância generalizada de Mahalanobis (D^2), em seguida foi realizada a análise de agrupamento e dispersão gráfica, pelo método da ligação média entre grupos (UPGMA), variáveis canônicas (VC) e o agrupamento de Tocher. O método Singh (1981) foi utilizado para avaliar a importância relativa das quatro características avaliadas.

As análises dos dados foram realizadas por meio do software Genes (Cruz, 2013).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Biometria de sementes

As sementes do paricá (*S. parahyba* var. *amazonicum*) apresentaram médias de comprimento de 22,00 mm, largura 13,73 mm e espessura de 3,82 mm, já para a massa a média geral foi de 0,95 g (Tabela 2).

Todas as variáveis analisadas foram significativas perante a análise de variância e apresentaram diversidade entre os aspectos morfométricos das sementes de paricá para as seis matrizes avaliadas. Através da análise univariada foram formados diferentes grupos para cada característica, indicando presença de variabilidade entre as matrizes.

Diante do teste de agrupamento de médias de Scott-Knott foi possível observar para a característica comprimento a formação de três grupos, grupo 1, contendo as matrizes 3,4 e 6, grupo 2, contendo as matrizes 1 e 5 e grupo 3, contendo a matriz 2. Para a característica largura foram formados três grupos, grupo 1, contendo a matriz 4, grupo 2, contendo a matriz 3 e grupo 3, contendo as matrizes 1, 2, 5 e 6. Para a característica espessura também foram formados três grupos, grupo 1, composto pelas matrizes 2,4 e 5, grupo 2, matrizes 1 e 6 e grupo 3, composto pela matriz 3. Para a característica peso foram formados três grupos, grupo 1, composto pela matriz 3, grupo 2, contendo as matrizes 4 e 6, e grupo 3, composto pelas matrizes 1, 2 e 5.

Tabela 2 - Resumo da análise de variância e comparação das médias com comprimento, largura, espessura e peso de sementes de seis árvores matrizes de paricá (*Schizolobium parahyba* var. *amazonicum*).

Fontes de Variação	Comprimento (mm)	Largura (mm)	Espessura (mm)	Massa (g)
P valor	0,001566**	0,001565**	0,001565**	0,001565**
QMR	0,862983	0,637244	0,063301	0,01269
Média	22,01	13,73	3,82	0,95
CV (%)	4,22	5,82	6,58	11,87
Matriz				
1	21,80 b	13,41 c	3,78 b	0,90 c
2	21,42 c	13,48 c	3,95 a	0,90 c
3	22,37 a	14,18 b	3,56 c	1,06 a
4	22,36 a	14,52 a	3,91 a	0,98 b
5	21,77 b	13,33 c	3,97 a	0,91 c
6	22,34 a	13,44 c	3,77 b	0,95 b

GL = Matrizes (5); Resíduo (312); Total (317).

O presente estudo mostrou resultados relevantes, apresentando diversidade entre as características avaliadas das sementes das seis árvores matrizes estudadas. A biometria das sementes revelou diferenças significativas quanto às dimensões comprimento, largura, espessura e também referente à massa, este fato está diretamente ligado a genética das matrizes, e relaciona as diferenças das medidas mensuradas com a variabilidade genética.

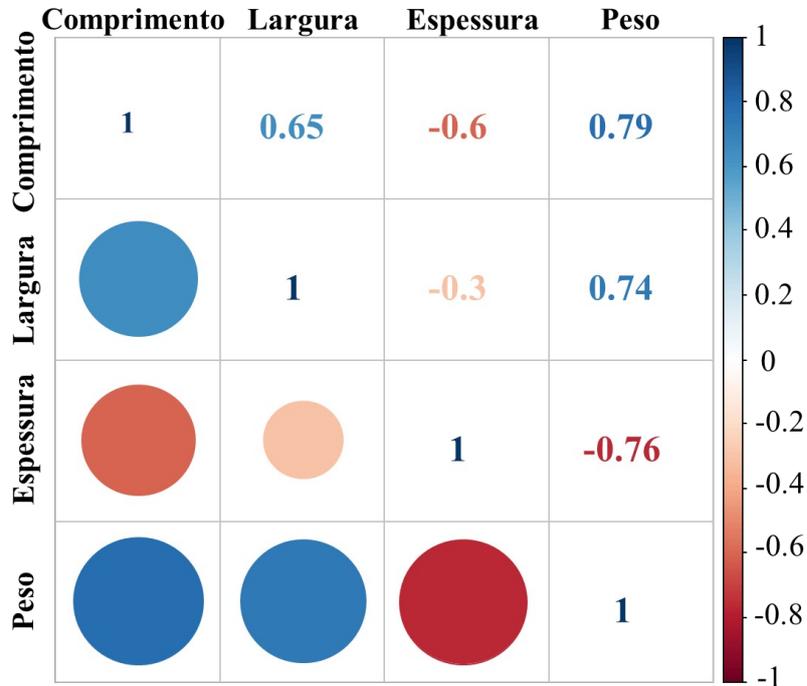
Em estudo realizado por Leão et al., (2018) foi verificado alta diversidade fenotípica por meio da análise biométrica de sementes de mogno (*Swietenia macrophylla*) em populações naturais. Da mesma forma, vários outros autores como Freire et al., (2015) com *Schizolobium parahyba*; Santos et al., (2009) com *Tabebuia chrysotricha*; Cruz e Carvalho (2003) com *Micropholis* cf. *venulosa*, estudando as sementes destas espécies vegetais, também constataram este fato, assim como neste estudo.

Por meio da correlação de Pearson (r), foram observadas correlações na análise das variáveis. A partir dos resultados obtidos, foi possível verificar que a correlação entre comprimento e largura foi positiva (0,65), o comprimento e o peso apresentaram correlação alta (0,79), já para comprimento e espessura a correlação foi negativa (-0,6). Para a largura e espessura os resultados também foram negativos (-0,3), diferindo da correlação entre largura e peso (0,74), que foi altamente positiva. Já para a correlação entre espessura e peso o estudo apresentou resultado extremamente negativo (-0,76) (Figura 2).

Pela correlação, é possível medir o grau de relação entre variáveis quantitativas, no qual o coeficiente pode variar de -1 a 1. Neste parâmetro, o valor 1 indica relação linear positiva e o valor -1 implica em relação linear negativa, (ou seja, quando uma variável aumenta a outra diminui). Já para valor zero, quer dizer que não houve relação linear entre as variáveis (OHASHI, 2005).

Ohashi (2005), em estudo utilizando sementes de *S. parahyba* var. *amazonicum*, observou correlação positiva entre as variáveis comprimento e largura ($r = 0,96$), o que implica que o comprimento é proporcional à largura da semente, da mesma forma que o presente estudo. Já para as variáveis comprimento e espessura ($r = 0,97$), largura e espessura ($r = 0,87$) das sementes, a autora encontrou valores de correlação positivas, diferindo deste estudo que encontrou correlações negativas para as mesmas variáveis.

Figura 2 - Coeficiente de correlação de Pearson (r) para as variáveis biométricas de sementes de *S. parahyba* var. *amazonicum*, provenientes de seis árvores matrizes avaliadas no Laboratório de Sementes Florestais da UFRPE, em Recife-PE.



4.2. Variabilidade genética de sementes

A partir deste estudo, foi possível estimar a variação fenotípica, variação ambiental, variação genética, herdabilidade, coeficiente de variação genética, coeficiente de variação ambiental e acurácia seletiva (Tabela 3). Desta forma, foi apresentado um panorama do potencial genético das sementes das seis matrizes de paricá para serem utilizadas em programas de melhoramento.

De acordo com os componentes de variância, os valores de variância genotípica foram superiores aos valores da variância ambiental para todas as características analisadas. Este resultado implica que há divergência genética entre as sementes das matrizes de paricá. Apesar de existir interferência do ambiente, a variação do genótipo é o principal fator que influencia nos diferentes tamanhos de sementes de paricá.

Em relação ao coeficiente de herdabilidade (h^2), este estudo apresentou valores expressivos. Os maiores coeficientes foram observados para largura e espessura das sementes com 95,12% e 94,96%, respectivamente, seguidos pelo peso que apresentou 93,95%, e o menor coeficiente foi de 90,03 %, observado para o comprimento das sementes avaliadas.

Segundo Resende (2015) a herdabilidade pode ser classificada como baixa para valores entre ($0,01 \leq h^2a \leq 0,15$), média para valores entre ($0,15 < h^2a < 0,50$), e alta para valores entre ($h^2a \geq 0,50$). Sendo um dos parâmetros genéticos mais importantes, devido ao fato de quantificar a fração da variação fenotípica de natureza herdável (RESENDE, 2002). Desta forma, podemos verificar que a origem genética de todas as variáveis analisadas é bastante significativa e pode ser utilizada para trabalhos futuros para se obter alto padrão de qualidade com a seleção das características desejáveis.

Em relação a proporção entre o coeficiente de variação genética e ambiental (Cvg/Cve), o estudo mostrou que entre as características avaliadas, a largura (0,61) e espessura (0,60) são as mais indicadas para utilização em programas de melhoramento, devido ao alto valor estimado, o que implica que o ambiente está influenciando pouco para tais características. Já as variáveis comprimento (0,41) e peso (0,54), mostraram valores menores em relação às outras características. Desta forma, foi possível observar que a espessura e largura das sementes do paricá são as características que mais apresentam diversidade genética.

De acordo com a acurácia seletiva, foi possível verificar a qualidade deste estudo, no qual todas as variáveis apresentaram valores expressivos. O comprimento, 0,95; a largura, 0,98; a espessura, 0,97 e o peso também com 0,97. Para Resende e Duarte (2007), a classificação para acurácia seletiva é muito alta para valores acima de 0,90, alta para valores acima de 0,70 e abaixo de 0,89, moderada para valores entre 0,50 a 0,69 e baixa entre 0,10 a 0,49. Assim, podemos constatar que a metodologia utilizada para este estudo é adequada e de acurácia seletiva muito alta.

Tabela 3 - Estimativas de variância fenotípica (σ^2_f), variância ambiental (σ^2_a), variância genotípica (σ^2_g), coeficiente de variação genética (CVg), herdabilidade (h^2) e acurácia seletiva, em quatro características avaliadas em sementes de seis árvores matrizes de paricá (*Schizolobium parahyba* var. *amazonicum*).

Características	σ^2_f	σ^2_a	σ^2_g	CVg (%)	h^2 (%)	CVg/CVe	Acurácia Seletiva
Comprimento (mm)	0,1633	0,0162	0,1470	1,74	90,03	0,41	0,95
Largura (mm)	0,2463	0,0120	0,2343	3,53	95,12	0,61	0,98
Espessura (mm)	0,0236	0,0011	0,0224	3,92	94,96	0,60	0,97
Peso (g)	0,0039	0,0002	0,0037	6,43	93,95	0,54	0,97

Fonte: Autora, 2019.

O resultado da análise de agrupamento das seis matrizes utilizadas no estudo, baseadas na distância generalizada de Mahalanobis (D^2) das características pelo método de otimização de Tocher, mostrou a formação de dois grupos. O grupo 1, contendo o maior número de

matrizes e o grupo 2 com apenas uma matriz (Tabela 4). Assim, foi possível verificar que os agrupamentos formados entre as matrizes independem da localização geográfica.

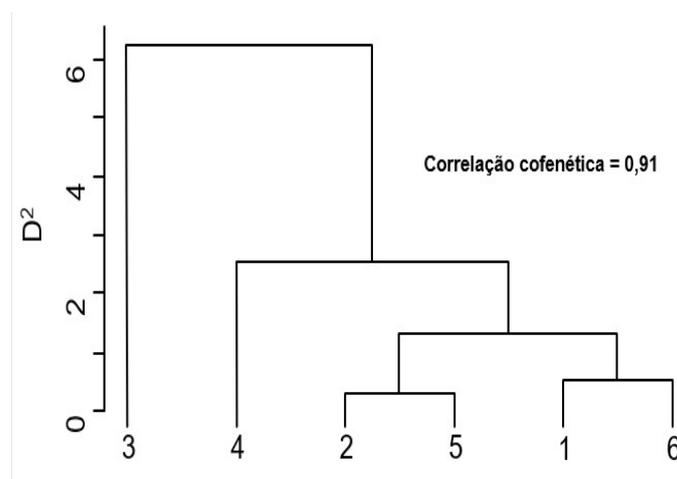
Tabela 4 - Formação de grupos baseados nas características genéticas da distância generalizada de Mahalanobis (D^2) pelo método de otimização de grupos de Tocher.

GRUPO	INDIVÍDUOS
< 1 >	2 5 1 6 4
< 2 >	3

Fonte: Autora, 2019.

O dendrograma gerado a partir do agrupamento UPGMA realizado com os dados obtidos pela análise biométrica com base em quatro caracteres avaliados em seis matrizes de paricá *Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* (Figura 3), revelou que há variabilidade genética presente entre os acessos. Para os programas de melhoramento, quanto maior a diversidade melhor, havendo a possibilidade de maiores ganhos genéticos, e assim, pode-se utilizar dessa variabilidade para realizar novos cruzamentos que possam resultar em novas variedades mais promissoras.

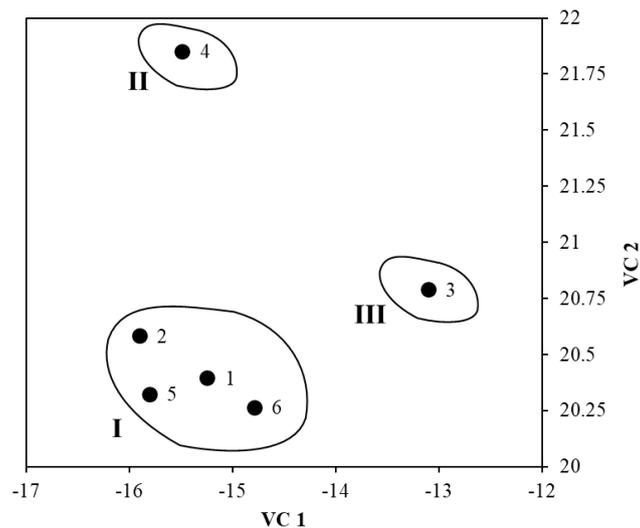
Figura 3 - Dendrograma gerado a partir do agrupamento UPGMA realizado com os dados obtidos pela análise biométrica com base em quatro caracteres avaliados em seis matrizes de paricá (*Schizolobium parahyba* var. *amazonicum*).



A figura 3 mostra que há uma grande distância genética entre as matrizes 2 e 3 (7,91), matrizes mais indicadas para cruzamentos futuros que visem maior variabilidade genética dentre os indivíduos. Fato que ajuda a explicar esse resultado pode ser a distância geográfica destes indivíduos ser a maior, dentre as matrizes estudadas. Já as matrizes 2 e 5 (distância 0,30) e 1 e 6 (distância 0,53), são geneticamente mais semelhantes, o que pode estar relacionado com algum indivíduo parental em comum para estas matrizes.

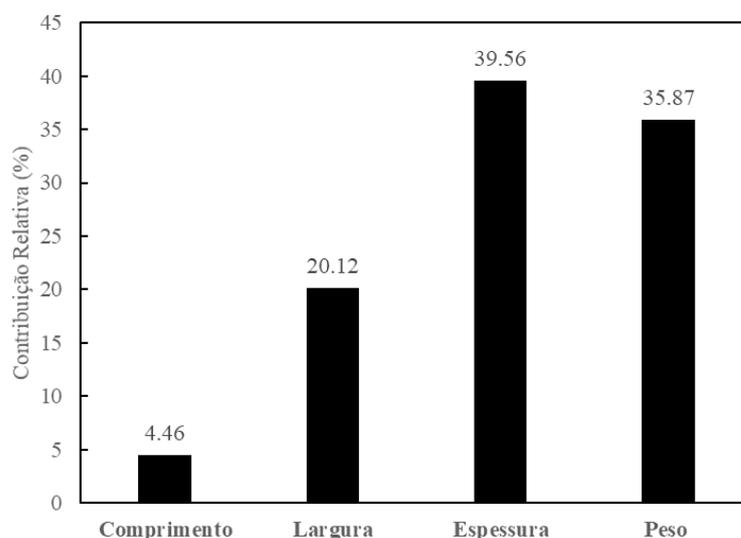
De acordo o gráfico de dispersão (Figura 4), realizado através da análise das variáveis canônicas, pode-se notar o mesmo agrupamento gerado através da análise UPGMA, havendo a formação de três grupos distintos. Conforme Sano et al. (1999), a formação de diferentes grupos implica que há a presença de variabilidade entre indivíduos da mesma espécie.

Figura 4 - Gráfico de dispersão das variáveis canônicas das quatro características avaliadas em sementes de seis árvores matrizes de paricá (*Schizolobium parahyba* var. *amazonicum*).



Utilizando a distância de Mahalanobis (D^2) foi possível verificar, pelo método Singh, qual a característica que mais contribuiu para a divergência genética, e desta forma avaliar a importância relativa das quatro características verificadas. A espessura foi a variável que mais influenciou a diversidade genética, seguido pelo peso, largura e comprimento (Figura 5).

Figura 5 - Contribuição relativa dos caracteres para diversidade - SINGH, segundo Distância Generalizada de Mahalanobis.



Desta forma, foi possível verificar que a espessura apresenta uma ampla diversidade genética, podendo ser selecionada para utilização em trabalhos futuros de diversidade desta espécie.

A característica peso apresentou o segundo maior valor de importância para a diversidade genética, porém, tal variável pode ter sido influenciada pelo teor de umidade das sementes. Carvalho e Nakagawa (2000), relatam que a quantidade de água é muito influenciada pelo ponto de maturação fisiológica da matriz, e devido a este fato é possível que ocorra alterações morfológicas, fisiológicas e funcionais, como variação no teor de água, variação no vigor e acúmulo de massa seca em sementes. Além disso, a coleta e armazenamento também podem influenciar esta variável. Cada lote de semente avaliado pode ter uma umidade diferente. Como sugestão para os próximos trabalhos, deve ser realizada a secagem das sementes.

Para a largura, foi encontrado um valor moderado, podendo ser estudado em outros trabalhos juntamente com a espessura. Já a característica comprimento não apresentou muita influência para verificar a diversidade genética, e seu baixo valor de importância implica que a variável não auxilia estudos de diversidade, podendo ser descartado em trabalhos futuros.

5. CONCLUSÕES

Os resultados deste estudo mostram que as sementes de paricá apresentam ampla variabilidade genética nas suas características biométricas.

As variações fenotípicas das características biométricas das sementes de paricá (*Schizolobium parahyba* var. *amazonicum*) foram atribuídas, principalmente, a variação genética entre as matrizes, embora haja influência do ambiente.

Os resultados encontrados neste estudo demonstraram alta diversidade genotípica das matrizes de paricá, o que indica que estas apresentaram alto potencial para programas de melhoramento genético. Além disso, este estudo destacou áreas de coleta de sementes potenciais para serem utilizadas na produção de mudas com alta variabilidade genética para as características da semente.

6. REFERÊNCIAS

AMATA. **Revisão sobre Paricá: *Schizolobium amazonicum* Huber Ex Ducke.** São Paulo, 2009.

AZEVEDO, L.P.A. **Variação genética e seleção para caracteres de crescimento em progênies de *Eucalyptus camaldulensis* Dehnh.** Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais e Ambientais) - Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá, p. 61, 2013.

BERTOLDO, J.G.; COIMBRA, J.L.M; GUIDOLIN, A.F.; NODARI, R.O.; ELIAS, H.T.; BARILI, L.D.; ROZZETTO, D.S. Grain yield in black beans: environment is the component that more interferes in the phenotypic value. **Ciência Rural**, v. 39, n. 7, p. 1974-1982, 2009.

CAIONE, G.; LANGE, A.; SCHONINGER, L.E. Crescimento de mudas de *Schizolobium amazonicum* (Huber ex Ducke) em substrato fertilizado com nitrogênio, fósforo e potássio. **Scientia Forestalis**, v. 40, n. 94, p. 213-221, 2012.

CARVALHO, J.G.; VIÉGAS, I.J.M. **Caracterização de Sintomas de Deficiências de Nutrientes em Paricá (*Schizolobium amazonicum* Huber ex. Ducke).** Embrapa: Circular Técnica. ISSN 1517-211X. (Circular Técnica), 2004.

CARVALHO, N.M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção.** Jaboticabal: FUNEP, p. 98-118, 2000.

CARVALHO, P.E.R. **Paricá: *Schizolobium amazonicum*.** Colombo, PR: Embrapa. ISSN 1517-5278. (Circular Técnica 142), 2007.

CORDEIRO, I.M.C.C.; BARROS, P.L.C.D.; LAMEIRA, O.A.; GAZEL FILHO, A.B. Avaliação de plantios de paricá (*Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* (Huber ex Ducke) Barneby de diferentes idades e sistemas de cultivo no município de Aurora do Pará-PA (BRASIL). **Ciência Florestal**, v. 25, n. 3, p. 679-687, 2015.

CORTELETTI, R.B. **Análise de tronco aplicada à avaliação de crescimento de árvores de Paricá.** Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Universidade Federal do Espírito Santo, Jerônimo Monteiro, p. 82, 2013.

COSTA, A.M.; SPEHAR, C.R.; SERENO, J.R.B. **Conservação de recursos genéticos no Brasil.** Brasília, DF: Embrapa, 2012. 628p.

CRUZ, C.D. **Princípios de genética quantitativa.** Viçosa, MG: UFV, 2005. 394p.

CRUZ, E.D.; CARVALHO, J.E.U. Biometria de frutos e sementes e germinação de curupixá (*Micropholis* cf. *venulosa* Mart. & Eichler – Sapotaceae). **Acta Amazônica**, Manaus, v. 33, n. 3, p. 389–398, 2003.

DE SOUZA, C.R.; ROSSI, L.M.B.; DE AZEVEDO, C.P.; VIEIRA, A.H. Paricá: *Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* (Huber x Ducke) Barneby. **Embrapa Amazônia Ocidental-Circular Técnica (INFOTECA-E)**, 2003.

Flora do Brasil 2020 em construção. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/reflora/floradobrasil/FB23144>>. Acesso em: 23 Novembro de 2019.

FREIRE J.M.; PINA-RODRIGUES F.C.M.; SANTOS A.L.F.; PEREIRA M.B. Intra-and inter-population variation in seed size and dormancy in *Schizolobium parahyba* (Vell.) Blake in the Atlantic Forest. **Ciência Florestal**, v. 25, n. 4, p. 897-907, 2015.

GUSMÃO, E.; VIEIRA, F.A.; JÚNIOR, E.M.F. Biometria de frutos e endocarpos de murici (*Byrsonima verbascifolia* Rich. Ex A. Juss.). **Revista Cerne**, v. 12, n. 1, p. 84-91, 2006.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Disponível em:** <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/mt/paranaita/panorama>>. Acesso em 04 de outubro de 2019.

LEÃO, N.V.M.; FELIPE S.H.S.; SILVA C.E.; MORAES A.C.S.; SHIMIZU E.S.C.; GALLO R.; FREITAS A.D.D.; KATO O.R. Morphometric diversity between fruits and seeds of mahogany trees (*Swietenia macrophylla* King.) from Parakanã Indigenous Land, Pará State, Brazil. **Australian Journal of Crop Science**, v. 12, n. 3, p. 435-443, 2018.

NOGUEIRA, A.C.; MEDEIROS, A.C.S. **Coleta de sementes florestais nativas.** Circular Técnica, Colombo: Embrapa Florestas, 2007.

OHASHI, S.T. **Variabilidade genética e fenotípica entre procedências de paricá *Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* (Huber ex Dueke) Barneby visando seleção de materiais genéticos para sistemas agroflorestais.** Tese (Doutorado em Ciências Agrárias) - Universidade Federal Rural da Amazônia, Belém, PA, p. 106, 2005.

OHASHI, S.T.; YARED, J.A. G.; FARIAS NETO, J.T. Variabilidade entre procedências de paricá *Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* (Huber ex Ducke) Barneby plantadas no município de Colares - Pará. **Acta Amazônica**, v. 40, n. 1, p. 81-88, 2010.

PAOLI, A.A.S.; BIANCONI, A. Caracterização morfológica de frutos, sementes e plântulas de *Pseudima frutescens* (Aubl.) Radlk. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 30, n. 2, p. 146-155, 2008.

PIGATO, S.M.P.C.; LOPES, C.R. Caracterização silvicultural, botânica e avaliação da variabilidade genética por meio de marcador molecular RAPD em um teste de progênes de *Eucalyptus urophylla* S. T. Blake. **Scientia Forestalis**, v. 60, n. 3, p. 135-148, 2001.

PINTO JÚNIOR, J.E.; SANTOS, P.E.T.; AGUIAR, A.V.; KALIL FILHO, A.N.; PALUDZYSZYN FILHO, E.; STURION, J.A.; RESENDE, M.D.V.; SOUSA, V.A. **Melhoramento genético de espécies arbóreas na Embrapa Florestas: uma visão histórica.** Documentos 259, Colombo - PR: Embrapa Florestas, p. 111, 2013.

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

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

RESENDE, M.D.V. Melhoramento de essências florestais. In: BORÉM, A. (Ed.). **Melhoramento de espécies cultivadas**. Viçosa, MG: UFV, 1999.

RESENDE, M. D. V. **Genética quantitativa e de populações**. Viçosa: Suprema, 2015.

ROSA, L.S. Características botânicas, anatômicas e tecnológicas do paricá (*Schizolobium amazonicum* Huberr ex Ducke). **Revista de ciências Agrárias**, v. 1, n. 46, p. 63-79, 2006.

SABOGAL, C.; ALMEIDA, E.; MARMILLOD, D.; CARVALHO, J.O.P. **Silvicultura na Amazônia Brasileira: avaliação de experiências e recomendações para implementação e melhoria de sistemas**.CIFOR: Belém, PA, 2006.

SANO, S.M.; VIVALDI, L.J.; SPEHAR, C.R. Diversidade morfológica de frutos e sementes de baru (*Dipteryx alata* Vog.). **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 34, n. 4, p. 513-518, 1999.

SANTOS, F.S.; PAULA, R.C.; SABONORO, D.Z.; VALADARES, J. Biometria e qualidade fisiológica de sementes de diferentes matrizes de *Tabebuia chrysotricha* (Mart. Ex A. DC.) Standl. **Scientia Forestalis**, v. 37, n. 82, p. 163-173, 2009.

SILVA, J. M. **Avaliação da variabilidade genética em uma população base de *Eucalyptus camaldulensis* Dehnh para fins de conservação e melhoramento genético**. Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, p. 153, 2010.

SILVEIRA, R. **Avaliação econômica da produção de madeira de paricá (*Schizolobium amazonicum* Huber ex Ducke) sob diferentes espaçamentos de plantio**. Universidade Federal do Espírito Santo, p. 80, 2014.

SOUSA, D.B.; CARVALHO, G.S.; RAMOS, E.J.A. Paricá *Schizolobium amazonicum* Huber ex Ducke. **Informativo Técnico Rede de Sementes da Amazônia**, n. 13, 2005.

VIDAURRE G. B. **Caracterização anatômica, química e físico-mecânica da madeira de paricá (*Schizolobium amazonicum*) para produção de energia e polpa celulósica**. Tese (Doutorado em Ciência Florestal) Viçosa: Departamento de Engenharia Florestal, Universidade Federal de Viçosa, p. 74, 2010.