

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MATO GROSSO CARLOS ALBERTO REYES  
MALDONADO - UNEMAT  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GENÉTICA E MELHORAMENTO DE  
PLANTAS**

**ANNE STHEPHANE ARROLHO SILVA CORREA**

**DIVERSIDADE GENÉTICA DE *Parkia pendula* (Willd.) Benth. Ex  
Walp. NATIVA NA AMAZÔNIA MATOGROSSENSE**

**ALTA FLORESTA  
MATO GROSSO – BRASIL  
DEZEMBRO – 2020**

ANNE STHEPHANE ARROLHO SILVA CORREA

**DIVERSIDADE GENÉTICA DE *Parkia pendula* (Willd.) Benth. Ex  
Walp. NATIVA NA AMAZÔNIA MATOGROSSENSE**

Dissertação apresentada à Universidade do Estado de Mato Grosso, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Genética e Melhoramento de Plantas, para obtenção do título de mestre.

Orientador: Prof<sup>o</sup>. Dr<sup>o</sup>. Petterson Baptista da Luz

Coorientadora: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Ana Aparecida Bandini Rossi.

ALTA FLORESTA  
MATO GROSSO – BRASIL  
DEZEMBRO– 2020

**DIVERSIDADE GENÉTICA DE *Parkia pendula* (Willd.) Benth. Ex  
Walp. NATIVA NA AMAZÔNIA MATOGROSSENSE**

**ANNE STHEPHANE ARROLHO SILVA CORREA**

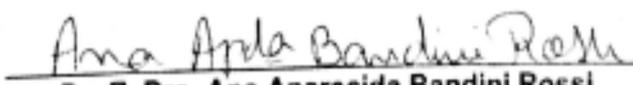
Dissertação apresentada à UNIVERSIDADE  
DO ESTADO DE MATO GROSSO, como  
parte das exigências do Programa de Pós-  
Graduação em Genética e Melhoramento de  
Plantas, para obtenção do título de Mestre.

Aprovado em 17 de dezembro de 2020.

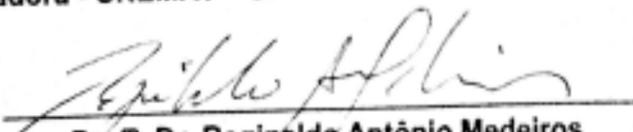
Comissão Examinadora:



**Prof. Dr. Petterson Baptista da Luz**  
**Orientador - UNEMAT – Universidade do Estado de Mato Grosso**



**Prof. Dra. Ana Aparecida Bandini Rossi**  
**Co-orientadora - UNEMAT – Universidade do Estado de Mato Grosso**



**Prof. Dr. Reginaldo Antônio Medeiros**  
**Membro externo – IFMT – Instituto Federal de Mato Grosso**

Luiz Kenji Umeno Alencar CRB 1/2037

C824d	<p>CORREA, Anne Sthephane Arrolho Silva. Diversidade Genética de <i>Parkia Pendula</i> (Willd. ) Benth. Ex Walp. Nativa na Amazônia Matogrossense / Anne Sthephane Arrolho Silva Correa - Alta Floresta/Cáceres/Tangará da Serra, 2021. 69 f.; 30 cm. (ilustrações) Il. color. (sim)</p> <p>Trabalho de Conclusão de Curso (Dissertação/Mestrado) - Curso de Pós-graduação Stricto Sensu (Mestrado Acadêmico) Genética e Melhoramento de Plantas, Faculdade de Ciências Biológicas e Agrárias, Multicampi, Universidade do Estado de Mato Grosso, 2021. Orientador: Petterson Baptista da Luz Coorientador: Ana Aparecida Bandini Rossi</p> <p>1. Angelim Saia. 2. Vigor de Sementes. 3. Características Biométricas. 4. Espécie Florestal. I. Anne Sthephane Arrolho Silva Correa. II. Diversidade Genética de <i>Parkia Pendula</i> (Willd. ) Benth. Ex Walp. Nativa na Amazônia Matogrossense: . CDU 582.736.1(817.2)</p>
-------	--

Dedico aos amores da minha vida, Solange Arrolho, Pedro Arrolho e Gustavo Arrolho e a minha avó Creuza Arrolho Sanches *in memória*.

## AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus, pela vida e oportunidades, por sempre estar comigo em todo o tempo, especialmente nas horas difíceis, dando-me forças e fé.

À Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT) e ao Programa de Pós-Graduação em Genética e Melhoramento de Plantas (PGMP) pela oportunidade concedida.

Ao meu professor orientador Dr. Petterson Baptista da Luz que muito acrescentou na minha formação acadêmica. Quero expressar o meu reconhecimento e admiração pela sua competência profissional e minha gratidão pela sua amizade, por ser um profissional extremamente qualificado e pela forma humana que conduziu minha orientação.

À minha coorientadora Dr<sup>a</sup>. Ana Aparecida Bandini Rossi, que muito contribuiu em minha formação acadêmica e científica, expresso o meu reconhecimento e gratidão.

Agradeço as professoras Juliana Ensinas Dardengo e Kelli Muller pela ajuda nas análises estatísticas.

À Beatriz Fernanda Silva Lima do Laboratório de Sementes e Plantas Ornamentais do Campus da UNEMAT de Cáceres/MT, pela ajuda em todas as análises de sementes e pelo companheirismo.

À minha Mãe e aos meus filhos, que sempre caminharam juntos comigo, somando forças, fé e coragem, me auxiliando sempre nas coletas em campo e apoio ao meu crescimento.

Ao LIAM- Laboratório de Ictiologia da Amazônia Meridional, por ceder seu espaço para armazenamento dos frutos e sementes e realização da análise morfológica.

Aos amigos Adriano, Luciano, Rômulo e Maicon companheiros de campo e laboratório não apenas pela colaboração durante a execução da pesquisa

Aos funcionários do *Campus* que por muitas vezes participaram ativamente da minha trajetória.

E a todos aqueles que contribuíram direta ou indiretamente, pela amizade e ajuda!

## **BIOGRAFIA**

Anne Sthephane Arrolho Silva Correa, filha de Antônio Roberto Correa Leite e de Solange Aparecida Arrolho da Silva. Nascida em Cuiabá – Mato Grosso no dia 12 de dezembro de 1989. No ano de 2009 ingressou no curso de Licenciatura Plena em Ciências Biológicas pela Universidade do Estado de Mato Grosso, Campus de Alta Floresta, o qual concluiu em julho de 2013. Iniciou o Mestrado no Programa de Pós-graduação em Genética e Melhoramento de Plantas – UNEMAT – Campus de Alta Floresta, o qual concluiu em dezembro de 2020, sobre a orientação do Prof. Dr. Petterson Baptista da Luz. Atua como diretora assistente técnica administrativa da empresa Igarapés Consultoria Sócio Ambiental LTDA – ME (desde 2016).

## SUMÁRIO

AGRADECIMENTOS .....	v
BIOGRAFIA.....	vi
<b>1. LISTA DE FIGURAS .....</b>	<b>ix</b>
<b>1.1 CAPÍTULO 1 .....</b>	<b>ix</b>
<b>1.2 CAPÍTULO 2 .....</b>	<b>ix</b>
<b>2. LISTA DE TABELAS.....</b>	<b>xi</b>
<b>2.1 CAPÍTULO 1 .....</b>	<b>xi</b>
<b>2.2 CAPÍTULO 2 .....</b>	<b>xi</b>
RESUMO GERAL .....	xii
ABSTRACT .....	xiii
1. INTRODUÇÃO GERAL.....	1
2. REVISÃO DE LITERATURA .....	3
<b>2.1. O gênero <i>Parkia</i> .....</b>	<b>3</b>
<b>2.2. Aspectos gerais da <i>Parkia pendula</i>.....</b>	<b>3</b>
<b>2.3. Biometria de frutos e de sementes .....</b>	<b>6</b>
<b>2.4. Geminação de sementes.....</b>	<b>7</b>
<b>2.5. Teste de condutividade elétrica .....</b>	<b>8</b>
<b>2.6. Teste de envelhecimento acelerado.....</b>	<b>9</b>
<b>2.7. Diversidade genética .....</b>	<b>10</b>
<b>2.8. Análise de diversidade genética .....</b>	<b>11</b>
3. REFERÊNCIAS.....	13
CAPÍTULOS .....	18
1. CAPÍTULO 1 .....	18
1. INTRODUÇÃO.....	18
2. MATERIAL E MÉTODOS .....	20
<b>2.1 Características da Semente .....</b>	<b>21</b>
<b>2.2 Variáveis Avaliadas .....</b>	<b>21</b>
<b>2.3 Análise dos Dados.....</b>	<b>25</b>
2.3.1 Características da Semente .....	25
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	27
<b>3.1. IVG e porcentagem de germinação .....</b>	<b>27</b>

<b>3.2 Envelhecimento acelerado.....</b>	<b>28</b>
<b>3.3 Condutividade elétrica .....</b>	<b>28</b>
<b>3.4 Grau de umidade .....</b>	<b>29</b>
4. CONCLUSÃO.....	42
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	43
2. CAPÍTULO 2 .....	47
1. INTRODUÇÃO .....	47
2. MATERIAL E MÉTODOS .....	48
<b>2.1. Área de Coleta.....</b>	<b>48</b>
<b>2.2. Seleção de Plantas Matrizes e Coleta de Frutos .....</b>	<b>49</b>
<b>2.3. Etapa 2: Caracterização biométrica de frutos e de sementes .....</b>	<b>52</b>
2.3.1 Caracterização biométrica dos frutos .....	52
2.3.2. Caracterização biométrica das sementes.....	53
<b>2.4 Análise estatística .....</b>	<b>54</b>
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	55
4. CONCLUSÃO.....	67
5. REFERÊNCIAS.....	68
6. CONCLUSÕES GERAIS.....	70

## 1. LISTA DE FIGURAS

### 1.1 CAPÍTULO 1

- Figura 1 - Imagem de satélite dos municípios e pontos amostrais das matrizes de *Parkia pendula* na região do Norte do Mato Grosso .....20
- Figura 2 - Estufa de secagem das sementes de *Parkia pendula* submetidas ao teste de envelhecimento acelerado.....22
- Figura 3 - Dessecador utilizado para resfriar as sementes de *Parkia pendula* submetidas a secagem em estufa a 105°C .....22
- Figura 4 - Sementes de *Parkia pendula* submetidas ao teste de envelhecimento acelerado.....23
- Figura 5 - Câmara de germinação onde foi conduzido o teste de germinação das sementes de *Parkia pendula* após os testes de envelhecimento acelerado e de condutividade elétrica.....25
- Figura 6 - Dendrograma representativo da divergência genética entre 30 acessos de *Parkia pendula*, obtido pelo método de agrupamento Hierárquico UPGMA com base em sete variáveis de sementes. Alta Floresta-MT, 2020. (Coeficiente de correlação cofenética=0,72).....35
- Figura 7 - Gráfico de dispersão para as duas primeiras variáveis canônicas representando a formação de nove grupos das matrizes de *Parkia pendula*.....39

### 1.2 CAPÍTULO 2

- Figura. 1** - Imagem de satélite dos municípios e pontos amostrais das matrizes de *Parkia pendula* na região do Norte do Mato Grosso .....49
- Figura. 2-** Árvore de *Parkia pendula*, copa em formato tabular (2A); fuste cilíndrico das sapopemas (2B); folhas compostas (2C); inflorescência capitular (2D); pedúnculos (2E); frutos e resina exsuda (2F) e semente arredondada e comprida (2G) .....50
- Figura. 3** - Frutos maduros de *Parkia pendula*. Nova Canaã do Norte/ MT, Comunidade Nossa Senhora. (Foto: Solange Arrolho, 2019). .....52
- Figura. 4** - Infrutescência de *Parkia pendula*. Alta Floresta/MT, UNEMAT, 2019. (Foto: Anne Correa, 2019).....53
- Figura. 5** - Biometria das sementes de *Parkia pendula*. (A), Paquímetro digital; (B), balança de precisão e (C), Semente Alta Floresta/MT, UNEMAT, 2019. (Foto: Anne Correa, 2019). .....54

<b>Figura. 6</b> - Distribuições das frequências relativas (Fr) do comprimento (A), largura (B), espessura (C) e massa (D) de frutos de <i>Parkia pendula</i> , oriundos de 30 matrizes. Alta Floresta/MT, 2020.....	56
<b>Figura. 7</b> - Distribuições das frequências relativas (Fr) do comprimento (A), largura (B), espessura (C) e massa (D) das sementes de <i>Parkia pendula</i> , oriundas de 30 matrizes. Alta Floresta/MT, 2020.....	58
<b>Figura. 8</b> - Dendrograma representativo da dissimilaridade fenotípica entre 30 matrizes de <i>Parkia pendula</i> , obtido pelo método UPGMA. O Coeficiente de correlação cofenética (r) foi de (CCC=0,7218).....	64
<b>Figura. 9</b> - Dispersão Gráfica dos 30 matrizes de <i>Parkia pendula</i> baseado na formação de sete grupos formados pelas regiões de localização, no Norte do Estado de Mato Grosso.....	66

## 2. LISTA DE TABELAS

### 2.1 CAPÍTULO 1

**Tabela 1** - Médias das 30 matrizes de *Parkia pendula* para avaliação das sete variáveis quantitativas de sementes. UNEMAT, Cáceres-MT, 2020 .....31

**Tabela 2** - Agrupamento pelo método de otimização de Tocher, com base na distância Euclidiana média, estimada a partir de 6 grupos dos 30 matrizes de *Parkia pendula* .....33

**Tabela 3** - Importância relativa de sete características quantitativas para sementes avaliadas em 30 acessos de *Parkia pendula* obtidas pelo método Singh (1981).....36

**Tabela 4** - Estimativas dos autovalores ( $\lambda_i$ ), da variação acumulada (%) e da importância relativa dos caracteres, explicados pelas Variáveis Canônicas (VCi)....37

**Tabela 5** - Medidas de dissimilaridade ente os 30 acessos de *Parkia pendula*, em relação a 7 descritores multicategóricos, com base na Distância generalizada de Mahalanobis ( $D_{2ii}''$ ) .....41

### 2.2 CAPÍTULO 2

**Tabela. 1** - Localização e coordenadas das matrizes amostradas por localidade no Norte do estado de Mato Grosso. ....50

**Tabela. 2** - Estimativas descritivas dos valores médios, mínimos e máximos da massa, do comprimento, da largura e da espessura de frutos de *Parkia pendula*, oriundos de 30 matrizes. Alta Floresta/MT, 2020.....55

**Tabela. 3** - Estimativas descritivas dos valores médios, mínimos e máximos da massa, do comprimento, da largura e da espessura de sementes de *Parkia pendula*, oriundas de 30 matrizes. Alta Floresta/MT, 2020.....58

**Tabela. 4** - Agrupamento pelo método de otimização de Tocher, com base na distância Euclidiana média, estimada a partir de 8 características dos frutos e sementes das 30 matrizes de *Parkia pendula*.....65

## RESUMO GERAL

CORREA, ANNE STHEPHANE ARROLHO SILVA; M. Sc.; Universidade do Estado de Mato Grosso; dezembro de 2020. Diversidade genética de *Parkia pendula* (willd.) benth. ex walp. nativa na Amazônia Matogrossense. Orientador: Dr<sup>o</sup>. Petterson Baptista da Luz.

Este estudo objetivou estimar a divergência genética entre matrizes de *Parkia pendula* (Will.) Benth. Ex Walp. nativa na Amazônia matogrossense, com base nas características fisiológicas das sementes e biometria de frutos de sementes. Para caracterização da semente foram empregados o teste de germinação, índice de velocidade de germinação, Teste de condutividade elétrica e Teste de envelhecimento acelerado em delineamento inteiramente casualizado com quatro repetições de 25 sementes. Para realização do teste de germinação, as sementes foram submetidas a um procedimento para superação de dormência, onde as sementes foram imersas em Ácido Sulfúrico a 98% durante 30 minutos. Por meio do método de agrupamento das médias, averiguou-se que a matriz 15 apresentou os maiores valores para índice de velocidade de germinação (19,20) e porcentagem de germinação (100%). As sementes submetidas ao teste de envelhecimento acelerado, apresentou os melhores resultados para índice de velocidade germinação nas matrizes 1,3, 4, 7, 10,18, 24, 27, 29 e 30 e as matrizes 2, 4, 6, 7, 8, 9, 10, 12, 15, 16, 17, 18, 20, 21, 24, 26, 28 e 30 com as maiores porcentagens de germinação. Pelo método de otimização de Tocher houve a formação de seis grupos distintos e no dendrograma houve a distinção de V grupos. Para a descrição da biometria dos frutos e sementes de *P. pendula* avaliou-se o comprimento dos frutos, largura dos frutos, espessura dos frutos, massa dos frutos, comprimento das sementes, largura das sementes, espessura das sementes e massa das sementes. As médias de comprimento, largura, espessura e massa fresca dos frutos foram de 149,53 mm, 22,60 mm, 5,97 mm e 7,13 g, respectivamente. Averiguou-se valor do coeficiente de variação, de 12,5% para a largura, chegando a 30,86% para a espessura dos frutos. A variável de massa fresca das sementes, apresentou uma frequência de 86% concentrando quatro classes de 0,0200 a 0,0400 g (22,5%), 0,0401 a 0,0600 g (30,33%), 0,0601 a 0,0800 g (20,67%) e 0,0801 a 0,1000 (19,32%). O método de agrupamento UPGMA, considerando o ponto de corte de 79% de distância, permitiu a formação de cinco grupos distintos. A análise de agrupamento das matrizes por meio do método de otimização de Tocher, com base na Distância Euclidiana Média, permitiu a formação de sete grupos. Conclui-se com base na população estudada que houve grande diversidade genética para atributos relacionados a características morfofisiológicas das sementes.

**Palavras-chave:** Angelim saia, vigor de sementes, características biométricas, espécie florestal.

## ABSTRACT

CORREA, ANNE STHEPHANE ARROLHO SILVA; M. Sc.; State University of Mato Grosso; December 2020. Genetic diversity of *Parkia pendula* (willd.) benth. ex walp. native in the Matogrossense Amazon. Advisor: Dro. Petterson Baptista da Luz.

This study aimed to estimate the genetic divergence between *Parkia pendula* (Will.) Benth. Ex Walp. native in the Amazon of Mato Grosso, based on the physiological characteristics of the seeds and the biometrics of seed fruits. To characterize the seed, the Germination Test, Germination Speed Index, Electrical Conductivity Test and Accelerated Aging Test in a completely randomized design with four replications of 25 seeds were used. To perform the germination test, the seeds were subjected to a procedure to overcome dormancy, where the seeds were immersed in 98% sulfuric acid for 30 minutes. Through the method of grouping the averages, it was found that matrix 15 presented the highest values for germination speed index (19.20) and percentage of germination (100%). The seeds submitted to the accelerated aging test, presented the best results for germination speed index in matrices 1, 3, 4, 7, 10, 18, 24, 27, 29 and 30 and matrices 2, 4, 6, 7, 8, 9, 10, 12, 15, 16, 17, 18, 20, 21, 24, 26, 28 and 30 with the highest germination percentages. By the Tocher optimization method, six distinct groups were formed and in the dendrogram there was a distinction of V groups. For the description of the biometrics of *P. pendula* fruits and seeds, the length of the fruits, width of the fruits, thickness of the fruits, mass of the fruits, length of the seeds, width of the seeds, thickness of the seeds and mass of the seeds were evaluated. The average length, width, thickness and fresh weight of the fruits were 149.53 mm, 22.60 mm, 5.97 mm and 7.13 g, respectively. The variation coefficient was found to be 12.5% for the width, reaching 30.86% for the thickness of the fruits. The variable of fresh mass of the seeds, presented a frequency of 86%, concentrating four classes of 0.0200 to 0.0400 g (22.5%), 0.0401 to 0.0600 g (30.33%), 0, 0601 to 0.0800 g (20.67%) and 0.0801 to 0.1000 (19.32%). The UPGMA grouping method, considering the cutoff point of 79% of distance, allowed the formation of five distinct groups. The matrix cluster analysis using Tocher's optimization method, based on the Average Euclidean Distance, allowed the formation of seven groups. It is concluded based on the population studied that there was great genetic diversity for attributes related to seed morphophysiological characteristics.

**Keywords:** Angelim edge, vigor seed, biometric characteristics, forest species.

## 1. INTRODUÇÃO GERAL

A diversidade genética de espécies arbóreas da flora brasileira é caracterizada pela variedade de formações vegetais e ecossistemas e abrigam cerca de 7.880 espécies (FAO, 2008), podendo chegar a 11.120 espécies arbóreas somente na floresta Amazônica (Hubbell et al., 2008).

Dentre as espécies arbóreas, àquelas pertencentes à família Leguminosae possui grande importância. Dados de inventários florísticos feitos na floresta de terra firme, indicam que a família possui o maior número de espécies (Takeushi, 1960). As árvores desta são muito utilizadas para a produção de na indústria madeireira, apresentando elevado valor comercial, sendo destinada ao ramo moveleiro, carpintaria e construção civil (Ribeiro et al., 1999; Ferreira et al., 2004).

Porém a falta de conhecimentos técnicos e de conscientização ambiental na exploração desse recurso vem acarretando prejuízos ambientais irreversíveis. Exemplos de plantas arbóreas estão diminuindo devido ao elevado consumo de madeira e pelo avanço do desmatamento, sendo o Norte do Estado de Mato Grosso uma área de destaque no ranking de desmate segundo dados do Boletim de desmatamento do Instituto do Homem e do Meio Ambiente da Amazônia (Imazon), ocupando 32% e uma área de 108Km de desmatamento (Vieira Galuchi, 2020).

Nos últimos anos intensificou-se o interesse pela propagação de espécies arbóreas nativas, devido à ênfase atual aos problemas ambientais, ressaltando-se a importância de recuperação de áreas degradadas e recomposição da paisagem. Entretanto, não há conhecimento disponível para o manejo e análise das sementes da maioria dessas espécies, de forma a fornecer conhecimentos que possam caracterizar seus atributos morfológicos, físicos e fisiológicos (Araújo-Neto et al., 2003).

De acordo com Lorenzi (2002), a obtenção de sementes é a parte mais importante no processo de produção de mudas de espécies nativas para reflorestamento, pois as espécies reproduzem-se, em geral, por sementes e algumas por meios vegetativos. Muitas espécies geralmente possuem sementes de curta viabilidade germinativa e neste caso a semeadura deve ser realizada logo após a colheita das sementes.

Os parâmetros avaliativos do potencial fisiológico de sementes são componentes fundamentais em programas de controle de qualidade de sementes constituindo referência para adoção de práticas de manejo destinadas à garantia de nível satisfatório de desempenho das sementes (Calazans, 2020).

Entre as espécies que tem demandado sementes para a produção de mudas na Amazônia brasileira, destaca-se a *Parkia pendula* (Willd.) Benth. Ex Walp. que possui elevado índice exploratório. Por ser uma espécie de rápido crescimento, o Angelim saia vem adquirindo importância na recuperação de áreas degradadas e para sombreamento de pastagens (Scoti et al., 2020). Possui um potencial para o restabelecimento das florestas, devido à fartura na produção de frutos, com uma resina, liberadas pelas vagens e sementes, que servem de alimento para aves e mamíferos, o que pode auxiliar a dispersão de suas sementes (Borges, 2019).

Tem um grande potencial para arborização de áreas urbanas e utilização no paisagismo. Entretanto, o odor que exala das flores e liberação de resina expelida dos frutos é considerado um fator inconveniente para o seu uso como planta ornamental. Suas flores são visitadas por abelhas, mariposas, mucuras, macacos, araras e polinizadas por morcegos, assim podendo restaurar parte de sua fauna perdida (Ribeiro, 2019).

A resina do fruto pode ser usada como cola e atrair pequenos coleópteros. A casca é adstringente, podendo ser utilizada em curtume e, quando cozida, é usada como anti-hemorrágica em ferimentos ocasionados por cortes (Jauregui e al., 2019).

A semente de *Parkia pendula* contém 28,4% de óleo, podendo ser considerada uma semente oleaginosa que contém 71% de ácidos graxos insaturados, principalmente linoleico. A lecitina das sementes é um biomaterial com potencial farmacológico para tratamento de lesões cutâneas.

A madeira de Angelim saia possui o cerne e alburno pouco diferenciados ou mesmo indistintos, o cerne apresenta-se levemente avermelhado, passando com o tempo para pardo amarelado brilhante ou creme. Apresenta boa trabalhabilidade podendo receber polimento um tanto atrativo para indústria, a madeira é moderadamente resistente ao ataque de fungos e de resistência ao ataque de

cupins sendo empregada na área de construção civil, marcenaria, tabuados, fabricação de remos e caixotaria (Reis, 2019).

Dessa forma, estudos com *Parkia pendula*, possuem uma grande importância para a genética e o melhoramento de plantas, pois a flora arbórea brasileira é uma das mais diversificadas (Bezerra, 2017).

Sendo assim, a presente dissertação teve como objetivo estimar a divergência genética entre matrizes de *Parkia pendula* (Will.) Benth. Ex Walp. nativa na Amazônia mato-grossense, com base nas características fisiológicas das sementes e biometria de frutos de sementes.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1. O gênero *Parkia*

O gênero *Parkia* apresenta uma grande diversidade de espécies (17) na Amazônia, com árvores de grande porte que ocorrem na floresta de terra-firme, várzea sazonal, floresta secundária, e no norte da América do Sul (Hopkins, 1986; Miranda et al, 2012).

A *Parkia pendula* (Will.) Benth. Ex Walp. (Angelim-saia), pertencente à família Fabaceae, ocorre nos estados do Acre, Amazonas, Bahia, Ceará, Espírito Santo, Mato Grosso, Pará, Pernambuco, Rondônia e Sergipe. É uma espécie caracterizada como secundária, apresentando dispersão irregular e descontínua, ocorrendo tanto no interior da floresta primária como na vegetação secundária e em diferentes tipos de solo, especialmente nos bem drenados (Carvalho, 2006).

### 2.2. Aspectos gerais da *Parkia pendula*.

*Parkia pendula* pertence à família Leguminosae, subfamília Mimosoideae. Conhecida popularmente no norte do Brasil como “angico”, ou “faveira de chorão”, como “fava de bolota”. Possui a copa aberta e ampla, com troncos dotados de sapopemas (cada uma das raízes que formam divisões tabulares em torno da base do tronco de certas árvores), fruto legume lenhoso achatado, deiscente e flores vermelhas (Cardoso, et al. 2017).

*P. pendula* ocorre naturalmente, em mata de terra firme e várzea alta e em solos com textura arenosa a argilosa (Cardoso, et al. 2017), geralmente de

fertilidade média (Carvalho, 2010). Apresenta distribuição geográfica no Peru Amazônico, sul da Guiana Inglesa e no Brasil nos estados de Rondônia, Pará, Amapá, Amazonas e Pernambuco (Lorenzi, 2009).

É uma espécie arbórea de grande porte, que geralmente alcança posição superior do dossel ou emergente nas florestas primárias e secundárias (Parrota et al., 1995) e pequenas sapopemas (Cardoso, et al. 2017).

Segundo Paula & Alves (1997), o indivíduo adulto pode chegar até 60 m de altura e 1,5 m de diâmetro a altura do peito (medido a 1,3 m do solo) o que a torna possivelmente, a maior árvore do gênero (Loureiro & Silva, 1972). Sua madeira tem valor econômico e pode ser usada na fabricação de caixas e Taboado e também como matéria prima para o artesanato (Loureiro et al., 2000). Para Carvalho (2010), a madeira tem sido utilizada para fabricação de móveis populares e construção em geral, enquanto Embrapa (2004), destaca características adequadas para a produção de celulose.

Segundo Gomes et al. (2010), fava-barriguda tem crescimento relativamente rápido e pertence ao grupo de espécies intolerantes à sombra, apresentando elevadas taxas de sobrevivência (80 a 94%) em clareiras, característica importante para recuperação de áreas degradadas. Segundo Carvalho (2010), a árvore é muito ornamental, principalmente pelo aspecto curioso das inflorescências, com possibilidades de emprego em paisagismo, principalmente na arborização de praças públicas, parques e grandes avenidas.

É uma árvore de grande porte, de 20 a 50m de altura, inconfundível pelo aspecto tabular de sua copa. O fuste é cilíndrico, retilíneo, ocasionalmente com pequenas sapopemas; as folhas são compostas; a inflorescência é do tipo capitular, com flores vermelho-escuras; os frutos ficam pendurados por longos pedúnculos e são do tipo legume, exsudando, quando maduros, uma resina viscosa; as sementes são, arredondadas, pequenas e compridas (Loureiro et al., 2000).

A espécie possui potencial madeireiro, sendo utilizados na construção civil, para construção de embarcações, móveis, tábuas entre outros, importante na recuperação de áreas degradadas, principalmente por seu rápido crescimento (Scoti, 2020).

Silva (2017) afirmou que sementes de Angelim saia têm potencial para a produção de proteínas (15,7%) e contêm óleos vegetais comestíveis (9,8%), utilizados como alimento animal. No entanto, não é recomendada a utilização do óleo para fins alimentício humano, mesmo que comprovadamente exiba uma composição próxima aos padrões encontrados para óleos oriundos de leguminosas.

No estado do Pará o florescimento da espécie ocorre principalmente nos meses de agosto e setembro, e os frutos amadurecem, aproximadamente, três meses depois. A inflorescência é do tipo capítulo, com flores hermafroditas, sistema de reprodução cruzada (alógamas), sendo que a maioria do gênero são polinizadas por morcegos (Carvalho, 2010).

Segundo Vieira et al. (1996), as sementes são provavelmente dispersadas por macacos ou psitacídeos grandes (araras, papagaios e periquitos) que quebram a parede do fruto e retiram as sementes.

Os frutos são do tipo vagem, ligeiramente recurvado e estipitado na base, apresentam deiscência difícil e costumam liberar as sementes depois do apodrecimento do exocarpo (Costa, 2006). Estas sementes apresentam tegumento duro e impermeável à água devido apresentarem uma camada de tecido denominado osteosclereides, responsável pela a dormência. Sua coloração é preta e coberta por uma goma mucilaginosa (polissacarídeo), possivelmente importante na dispersão ou germinação (Embrapa, 2004).

O fruto de *Parkia pendula* é lignificado, duro e resistente, possui coloração negra quando maduro, glabro, do tipo legume, de consistência seca, polispérmico e deiscente nos pontos de junção das bordas do carpelo, cujo exterior se apresenta coberto por uma substância de consistência mucilaginosa e pegajosa, conhecida popularmente como visgo, característica da qual, provavelmente deriva, o nome popular “visgueiro”. No momento da colheita, essa substância dificulta a extração das sementes, por uni-las firmemente ao fruto. Além disso, quando as sementes são hidratadas apresentam uma camada gelatinosa em toda a sua superfície (Camara, 2008).

Segundo Nascimento et al. (2009) em leguminosas tropicais, a resistência e impermeabilidade do tegumento a água é o mecanismo mais comum de dormência

de suas sementes. Segundo Montório et al. (1997), a dormência é uma estratégia de desenvolvimento dos vegetais, que distribui a germinação ao longo do tempo, aumentando a probabilidade de sobrevivência da espécie.

### 2.3. Biometria de frutos e de sementes

A redução da diversidade genética de espécies da flora brasileira de relevância socioeconômica, causada pela ação antrópica, exige o estabelecimento de tecnologias eficazes voltadas à conservação de genes para as futuras gerações. Por isso, aprofundar o conhecimento sobre determinada espécie tem grande interesse preservacionista, uma vez que a mesma pode ser utilizada em projetos de reabilitação ambiental (Andreoli, 2014).

A importância dos estudos biométricos de frutos e de sementes já foi relatada por vários pesquisadores, como ferramenta fundamental para a compreensão e descrição do processo germinativo (Amorim et al., 1997; Abreu et al., 2005), para o armazenamento e realização de testes de qualidade (Amorim et al., 1997) e conhecimentos das características físicas e anatômicas do tecido de cobertura nesse caso para a aplicação de tratamentos para promover a germinação das sementes (Perez, 2004).

Além disso, o estudo da biometria de frutos e sementes contribui para identificação botânica das espécies (Araújo Neto et al., 2002; Amaro et al., 2006), proporcionando a diferenciação de espécies do mesmo gênero. Segundo Silva et al. (2012), a análise comparativa das espécies do gênero *Hymenaea* mostra que os parâmetros biométricos devem ser levados em consideração na diferenciação de espécies do mesmo gênero. A espécie *Hymenaea* intermedia Ducke foi facilmente diferenciada das demais com base nos parâmetros biométricos relacionados ao fruto, enquanto que para *H. martiana* Hayne os parâmetros biométricos relacionados às sementes foram mais eficientes para diferenciação entre as espécies.

Sementes de *Hymenaea courbaril* L. tem massa quase duas vezes superior às de *H. parvifolia* Huber (Carpanezzi & Marques, 1981). (Cruz et al. 2001 b), constataram massa dos frutos de *H. courbaril* L. até quatro vezes maior que os de *H. intermedia* Ducke.

Em muitos casos, para as espécies arbustivas e arbóreas existe antagonismo entre a dimensão das sementes e a quantidade de sementes por fruto, conforme observaram (Carvalho et al. 1998). Neste sentido, a classificação das sementes por tamanho ou por peso é uma estratégia que pode ser adotada para uniformizar a surgimento das plântulas e para a obtenção de mudas de tamanho semelhante ou de maior vigor (Carvalho & Nakagawa, 2012).

A descrição biométrica também permite detectar a variabilidade genética em populações da mesma espécie e as relações entre a variabilidade e os fatores ambientais, além de contribuir para programas de melhoramento genético (Gusmão et al., 2006). De acordo com Cruz et al. (2001a, b), a descrição biométrica mostrou a existência de variabilidade genética, com relação ao tamanho dos frutos, número de sementes nos frutos e tamanho das sementes em *Parkia nitida* Miquel e *H. intermedia* Ducke, respectivamente.

#### **2.4. Germinação de sementes**

Esse fenômeno de desenvolvimento se inicia com a entrada de água na semente e termina com o início do alongamento do eixo embrionário e protrusão da radícula (Rosseto, 2009). A germinação, pode ser influenciada por alguns processos, sendo eles: as condições de umidade, temperatura, substrato, luz e ausência de patógenos (Schmidt, 2000). Os efeitos da luz, temperatura e umidade são os que mais o influenciam, podendo atuar sozinhos ou interagir com os demais processos sobre a germinação das sementes.

A temperatura causa um efeito no desenvolvimento das sementes podendo ser expresso pelas temperaturas cardeais que são mínimas, máxima e ótima. Entretanto, algumas sementes, embora viáveis, não germinam sob condições consideradas propícias, estando, portanto, dormentes (Malavasi, 1988).

Para avaliar a integridade fisiológica de um ou mais lotes de sementes, adotam-se os testes de germinação e de vigor. O conjunto de características ou propriedades que determinam o potencial fisiológico, ou seja, a capacidade das sementes em apresentar desempenho adequado quando exibidas a diferentes condições ambientais é o que se denomina vigor (Carvalho & Nakagawa, 2012). Sua avaliação permite a detecção de possíveis diferenças na qualidade fisiológica de

lotes que apresentem poder germinativo semelhante e que podem exibir comportamentos distintos, em condição de campo ou mesmo durante o armazenamento.

Todos os métodos de averiguação da qualidade fisiológica são utilizados para testar comparativamente o vigor entre lotes, e indicar o mais ou menos vigoroso (Carvalho & Nakagawa, 2012). Como esses testes fornecem índices mais sensíveis de qualidade fisiológica, qualquer evento que preceda a perda do poder germinativo pode servir como base para a avaliação do vigor, não significando com isso que o teste de germinação deva ser substituído pelos testes de vigor (Marcos Filho et al., 1987).

Muitas espécies pertencentes à família Fabaceae apresentam dormência por interferência na absorção de água, em razão de apresentarem na testa uma camada de tecido denominado osteosclereides, que interfere na embebição retardando a germinação por longos períodos (Fowler & Bianchetti, 2000). Em estudo feito por Rolston (1978) com 260 espécies de Fabaceas, 85% tiveram algumas ou a maior parte das sementes impermeáveis à água.

Nestes casos o ácido sulfúrico tem sido utilizado como tratamento de superação de dormência para a espécie do gênero *Parkia*, tais como *Parkia platycephala* Benth. (Fowler & Bianchetti, 2000; Nascimento et al., 2003), *Parkia oppositifolia* Spruce, *Parkia discolor* Spruce ex Benth. e *Parkia decussata* Ducke (Moreira & Moreira, 1996) e *Parkia pendula* (Barbosa, 2004), indicaram que essas sementes necessitam de tratamentos de ação escarificante intensa para aumentar a área tratada e a agilidade na embebição.

## **2.5. Teste de condutividade elétrica**

Dentre os testes considerados mais importantes para estimar o vigor de sementes Souza (2019) menciona o teste da condutividade elétrica (CE). Este teste possui base teórica consistente, objetividade, rapidez, facilidade de execução e possibilidade de ser padronizado como teste de rotina por causa de sua reprodutibilidade (Medeiros, 2019).

A importância de se estudar o vigor de sementes passou a existir com base na observação de que sementes postas para germinar produziam plântulas muito diferentes quanto à velocidade de crescimento e desenvolvimento. Essas diferenças podem ser atribuídas ao vigor das sementes, o qual pode ser entendido como o nível de energia que uma semente dispõe para desempenhar as tarefas do processo germinativo (Carvalho & Nakagawa, 2012).

Sementes mais vigorosas são reflexos de um conjunto de atributos que determinam seu potencial fisiológico, ou seja, a habilidade de desempenho sob diferentes condições de ambiente, onde a finalidade dos testes de vigor é a identificação de diferenças importantes no potencial fisiológico das sementes, especialmente, das que compõem lotes com poder germinativo parecido (Marcos Filho, 1999).

O teste de condutividade elétrica (CE) é fundamentado na integridade dos sistemas de membranas, e de ampla importância na determinação de vigor de sementes, em virtude de admitir que o processo de deterioração seja detectado em sua etapa inicial, permitindo que os resultados na qualidade fisiológica das sementes sejam reduzidos ou minimizados (Dias & Marcos Filho, 1995). Ele apresenta vários atributos interessantes para uso na estimativa do vigor de sementes entre diferentes lotes, como a rapidez, objetividade, baixo custo, possuir base teórica consistente, sendo capaz de identificar a deterioração das sementes em seu estado inicial (Hampton & Tekrony, 1995).

Ele avalia o estágio de estruturação das membranas celulares em decorrência da deterioração das sementes, através da determinação da quantidade de íons lixiviados em solução de embebição. As que possuem menor potencial fisiológico liberam maior quantidade de lixiviados, como consequência da menor estruturação e seletividade das membranas (Vieira & Krzyzanowski, 1999).

## **2.6. Teste de envelhecimento acelerado**

No caso do teste de envelhecimento acelerado (EA), ele é um dos métodos mais usados para estimar o vigor de sementes, sendo capaz de proporcionar informações com alto grau de consistência, ele permite indicar características com alta herdabilidade e variabilidade. Portanto, a aplicação desse método no processo

de melhoramento genético, para a melhoria da qualidade das sementes, selecionando as progênies com sementes mais duradouras e maior emergência de plântulas é de suma importância (Bezerra, 2020). O teste tem como princípio o fato de que as taxas de deterioração das sementes são afetadas consideravelmente pela exposição a valores elevados de temperatura e de umidade (Marcos Filho, 1999).

Desenvolvido com a finalidade de estimar a longevidade de sementes armazenadas, o envelhecimento acelerado tem sido amplamente estudado com vistas à sua padronização para diversas espécies, notadamente agrícolas de alto valor comercial (Delouche, 2002). O teste baseia-se na premissa que lotes de sementes com vigor superior, manterão a viabilidade ao serem submetidos durante pequenos períodos de tempo, a condições severas de temperatura e de umidade relativa do ar, enquanto os de baixo vigor terão a viabilidade reduzida nessas condições (Marcos Filho, 1999).

As sementes mais vigorosas retêm sua capacidade de produzir plântulas normais e apresentam germinação mais elevada após serem submetidas a tratamentos de envelhecimento acelerado, enquanto as de baixo vigor apresentam maior redução de sua viabilidade. Nessa situação, sementes ruins deterioram-se mais rapidamente do que as mais vigorosas, apresentando queda diferenciada da viabilidade (Pereira et al., 2016).

A eficácia deste teste é avaliada pela diferença de sensibilidade apresentada pelas sementes ao envelhecimento. É uma metodologia auxiliar cujo emprego se mostra bastante propício em sementes florestais (Menezes et al., 2007).

No Brasil, existem duas técnicas usadas para a condução do teste de envelhecimento acelerado: câmara de envelhecimento acelerado e método do “GERBOX” (Santos, 2016).

## **2.7. Diversidade genética**

A diversidade genética é a base da variabilidade natural de qualquer espécie, constituindo-se em fontes de genes para o desenvolvimento de novas variedades. O grande número de espécies do gênero *Parkia* contribui para a observação de ampla variabilidade intra e interespecífica no *Angelim saia* (Souza, 2019).

A conservação in situ de cada indivíduo nativo não permite a continuidade de toda variabilidade genética que existe em cada uma. Desta forma, são propostos locais para implantação de populações base ou Bancos de Germoplasma, onde a variabilidade genética dessas populações não contempladas pela conservação in situ estariam asseguradas a campo, permitindo assim, a conservação da maior gama possível de variabilidade genética para essa espécie, nas mesmas regiões e condições de ocorrência natural delas (Valls, 2007). Por isso, e como garantia, são sugeridos sempre mais de um local para implantação dos Bancos de Germoplasma (populações base), utilizando, portanto, a conservação tanto in situ quanto ex situ (a campo) para conservação da variabilidade genética das espécies (Paim et.al., 2019).

A caracterização qualitativa refere-se à tomada de dados de características de alta herdabilidade, de fácil mensuração e com baixa interação genótipo x ambiente. Os aspectos morfológicos e fenológicos também devem ser observados de forma sistemática. Por isso, para maior confiabilidade dos dados, torna-se necessário o uso de modelos experimentais que obedeçam aos princípios básicos da experimentação (Cruz, 2018).

## **2.8. Análise de diversidade genética**

A diversidade genética populacional pode ser definida como a porção hereditária de uma variação possível de ser observada, mensurada e empregada como alternativa para representar uma variação genética, indicando o somatório da informação genética conhecida e o potencial de indivíduos, grupos de indivíduos, populações ou subpopulações (Vilela-Morales et al., 2000). Essa diversidade pode ser avaliada através das características agrônômicas, morfológicas, moleculares, entre outras (De Souza, 2018).

As pesquisas com plantas arbóreas nativas iniciaram-se principalmente a partir do final da década de 1980, quando alguns centros de estas passaram a dar atenção à conservação dos recursos genéticos. Para a avaliação da diversidade genética é considerada vital para a formulação de estratégias de conservação para espécies arbóreas nativas (Freitas et al., 2008). Espécies que apresentam valores baixos de diversidade genética podem ter reduzida a sua capacidade de sobreviver a doenças e não se adaptarem a mudanças ambientais. Assim, a diversidade genética pode ser considerada fundamental para a sustentabilidade e estabilidade

dos ecossistemas e, também como fator importante nos programas de melhoramento genético (Ribeiro, 2016).

O processo de melhoramento genético é altamente dependente da amplitude da base genética disponível, que por sua vez é persuadido pelo acervo de recursos úteis disponíveis na forma de materiais coletados e caracterizados, mantidos nos bancos de germoplasma, que são insumos importantes para o desenvolvimento do melhoramento genético da espécie e de novas cultivares. A capacidade de acessar essas matrizes portadores de variabilidade é o fator fundamental para o sucesso de qualquer programa de melhoramento genético vegetal (Aguiar, 2004).

Através do estudo da diversidade genética, torna-se possível agrupar matrizes similares através de técnicas multivariadas e identificar genitores geneticamente diferentes, sendo estes mais convenientes para produzir alto efeito heterótico e maior variabilidade genética em gerações posteriores nos programas de melhoramento vegetal (Costa, 2006).

### 3. REFERÊNCIAS

- AGUIAR, A.V. **Emprego de parâmetros moleculares e quantitativos na conservação e melhoramento de *Eugenia dysenterica* DC.** 2004. 186fls. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento de Plantas) – Faculdade de Agronomia, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2004.
- ARAÚJO-NETO, J.C. Efeito da temperatura e da luz na germinação de sementes de *Acacia polyphylla* DC. v.26, n.2, p.249-256. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, 2003.
- BARBOSA, A. P.; VASTANO JÚNIOR, B.; VARELA, V. P. Tratamentos pré-germinativos de sementes de espécies florestais amazônicas II – visgueiro (*Parkia pendula* Benth. Leguminosa e mimosoideae). **Acta amazônica**, v.14, n.1-2, p.280-288, 1984.
- BEZERRA, A. C. Qualidade física, fisiológica e anatomia do tegumento de Fabaceae. **Meio Ambiente (Brasil)**, v.1, n.2, 2020.
- BEZERRA, R. Germinação e vigor de plântulas de *Parkia platycephala* Benth, em diferentes substratos e temperaturas. **Revista Ciência Agrônômica**, v.48, n.1, p.142-150, 2017.
- BORGES, F. S. **Lista de espécies com potencial para a restauração florestal na microrregião do Guamá, Pará, Amazônia, Brasil.** 2019.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análises de sementes.** Brasília: MAPA/SDA/ACS, 399p. 2009.
- CALAZANS, C. C. Embebição e avaliação do potencial fisiológico em sementes de *Enterolobium contortisiliquum* Mor. **Revista Craibeiras de Agroecologia**, v.5, n.1, p.94, 2020.
- CAMARGO, J. L. C.; FERRAZ, I. D. K.; MESQUITA, M. R.; SANTOS, B. A.; BRUM, H. D. **Guia de propágulos e plântulas da Amazônia.** 168 p. Manaus: INPA, 2008.
- CAMPOS FILHO, E. M (Ed.). **Plante as árvores do Xingu e Araguaia.** ISA, 2012.
- CARVALHO, N. M. de.; NAKAGAWA, J. Seeds: science, technology and production. **FUNEP, Jaboticabal. Brazilian**, v.590, 2012.
- CARVALHO, P.E.R. **Espécies Arbóreas Brasileiras: Vol.2.** Embrapa Informação Tecnológica; Colombo, PR: Embrapa Florestas, 2006.
- COSTA, M. N da; PEREIRA, W. E.; BRUNO, R. de. L. A.; FREIRE, E. C.; NÓBREGA, M. B. de M.; MILANI, M.; OLIVEIRA, A. P. de. Genetic divergence on castor bean accesses and cultivars through multivariate analysis. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.41, n.11, p.1617-1622, 2006.

CRUZ, E. D.; PEREIRA, A. G. Germinação de sementes de espécies amazônicas: visgueiro [*Parkia pendula* (Willd.) Benth. ex Walp.]. **Embrapa Amazônia Oriental- Comunicado Técnico (INFOTECA-E)**, 2019.

CRUZ, E. D.; DOS SANTOS JÚNIOR, H. B. **Germinação de sementes de espécies amazônicas**. P.6. 2018.

DE MIRANDA, M. C. Propriedades físicas e mecânicas da madeira de *Parkia gigantocarpa* Ducke. **Revista Ciência da Madeira (Brazilian Journal of Wood Science)**, v.3, n.2, p. 10-12953/2177-6830. V.03n02a09, 2012.

DE OLIVEIRA, M. C. P.; FERRAZ, I. D. K.; DE OLIVEIRA, G. J. **Dispersão e superação da dormência de sementes de *Parkia pendula* (Willd.) Walp. (visgueiro) na Amazônia Central, AM, Brasil**. v.33. n.3. 2006.

SANTANA, B. J. G. de Morfologia externa de sementes e plântulas de *Parkia pendula* Benth. ex Walp. **Revista Arrudea-A revista do Jardim Botânico do Recife**, v.4, n.1-2, p.3-10, 2018.

DE SOUSA, C. S. C. Diversidade e similaridade florística em áreas sob influência de uma usina hidrelétrica na Amazônia. **Revista em Agronegócio e Meio Ambiente**, v.11, n.4, p.1195-1216, 2018.

DELOUCHE, J. C. Germinação, deterioração e vigor da semente. Reportagem de capa. **Revista Seed News**, v.6, n.6, p.1, 2002.

DIAS, D. C. F. S.; MARCOS FILHO, J. Testes de vigor baseados na permeabilidade das membranas celulares. I. Condutividade elétrica, **Informativo Abrates**, Londrina, v.5, n.1, p.26-36, 1995.

EIRA, M. T. S.; MARTINS NETTO, D. A. **Germinação e conservação de sementes de espécies lenhosas**. In. RIBEIRO, J. F. Cerrado: matas de galeria. Planaltina: EMBRAPA – CPAC, p. 97-117, 1998.

FAO - Food and Agriculture Organization of the United Nations. **State of the world's forests**, Rome 2008.

FERREIRA, G.C.; HOPKINS, M.J.G. **Manual de identificação botânica e anatômica de angelim**. 101p. Pará: EMBRAPA, 2004.

FERREIRA, R. A.; OLIVEIRA, L. M.; CARVALHO, D.; OLIVEIRA, A. F.; GEMAQUES, R. C. R. Qualidade fisiológica de sementes de *Copaifera langsdorffii* Desf. (Leguminosae Caesalpinioideae) envelhecidas artificialmente. **Revista Ciência Agronômica**, v.35, n.1, p.82-86, 2004.

FLORIANO, E. P. **Armazenamento de sementes florestais**. Santa Rosa – RS: ANORGS. 10p. UFSM. Armazenamento de sementes. 2004.

FOWLER, A. J. P.; BIANCHETTI, A. **Dormência em sementes florestais**. 27p. (Embrapa Florestas. Documentos, 40). Colombo: Embrapa Florestas, 2000.

FREITAS, M. L. M.; SEBBENN, A. M.; ZANATTO, A. C. S.; MORAES, E.; MORAES, M. A. Variação genética para caracteres quantitativos em população de *Gallesia integrifolia* (Spreng.) Harms. **Revista Instituto Florestal**, v.20, n.2, p.165-173, 2008.

HAMPTON, J. G.; TEKRONY, D. M. (Ed.). **Handbook of vigour teste methods**. Third ed. 117 p. Zurich: The International Seed Testing Association, 1995.

HOPKINS, T K.; WALLERSTEIN, I. Cadeias de commodities na economia mundial antes de 1800. **Review (Fernand Braudel Center)**, v.10, n.1, p.157-170,1986.

HUBBELL, S. P; FANGLIANG, HE; CONDIT, R; ÁGUA, L.B.de; KELLNER, J; STEEGE, H. Quantas espécies de árvores existem na Amazônia e quantas delas serão extintas? **Proceedings of the National Academy of Science**, v. 105, n. Suplemento 1, pág. 11498-11504, 2008.

JAUREGUI SOCUALAYA, Y. F; RAMOS LOZANO, J. C. **Anatomía y propiedades físico-mecánicas de tres especies forestales**, Concesión Forestal Mendoza-Pucallpa. 2019.

JORCELINO, T. M **Patrimônio natural e genético: cuidados no uso de sementes ornamentais brasileiras na cadeia produtiva das biojóias**. 2019.

JÚNIOR, L. C. M. M; SAYAGO, D, A, V; PALHA, M, DAS, D, C; TOURINHO, M, M. Sistemas Sociais Comunitários e uso de Recursos Naturais: um Panorama Teórico- Metodológico Fundamental. **Arapiuns+ 5: O Ordenamento Territorial Incompleto**, 2020.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras**: manual de identificação, cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. 4. ed. v. 1, p. 368, Nova Odessa: Plantarum, 2002.

LOUREIRO, A. A.; FREITAS, J. A. de; RAMOS, K. B. L.; FREITAS, C. A. A. de. **Essências madeireiras da Amazônia**. v.4, 190 p. Manaus: INPA, 2000.

MALAVASI, M. M. Germinação de sementes. In: RODRIGUES, F.C.M.P. (Coord.) **Manual de análises de sementes florestais**. p.25-40. Campinas: Fundação Cargill, 1988.

MARCOS FILHO, J. Teste de envelhecimento acelerado. In: KRZYZANOSWSKI, F. C.; VIEIRA, R. D.; FRANÇA NETO, J. B. (Ed.). **Vigor de sementes**: conceitos e testes. p. 1-24. Londrina: Abrates, 1999.

MARCOS FILHO, J.; CÍCERO, S.M.; SILVA, W.R. **Avaliação da qualidade das sementes**. 230p. Piracicaba: FEALQ, 1987.

MEDEIROS, H L de S; BENEDITO, C, P; BOTREL, R, T; FREITAS, N, W, N DE **Superação de dormência e condicionamento fisiológico em sementes de *Mimosa caesalpinifolia* Benth**. 2019.

MASETTO, T.E; FARIA, J.M.R; FRAIZ, A.C.R; REZENDE, R.K.S. Condicionamento osmótico de sementes de *Sesbania virgata* (CAV.) PERS (Fabaceae). **Cerne**, v.19, n.4, p.629-636, 2013.

MENEZES, N. L.; GARCIA, D. C.; BAHRY, C. A.; MATTIONI, N. M. Teste de condutividade elétrica em sementes de aveia preta. **Revista Brasileira de Sementes**, v.29, n.2, p.138-142, 2007.

MOREIRA, F. M. de S.; MOREIRA, F. W. Características da germinação de sementes de 64 espécies de leguminosas florestais nativas da Amazônia, em condições de viveiro. **Acta. Amazônica**, v.26, n.1-2, p.3-15, 1996.

OLIVEIRA, M. C. P.; FERRAZ, I. D. K. **Comportamento das sementes de *Parkia pendula* (Wild.) Walp. (visgueiro) no banco de semente aéreo.** In: HIGUCHI, N. et al. (Org.) p.103-116, Projeto Jacarandá, fase II: pesquisas florestais na Amazônia Central. Manaus: Coordenação de Pesquisas em Silvicultura Tropical, INPA, 2003.

PAIM, L. P.; AVRELLA, E, D.; LUCCHESI, J, R.; FREITAS, E, M. de; LAZAROTTO, M.; FIOR, C, S Seed analysis of *Lupinus albescens* Hook. & Arn. **Iheringia. Série botânica**, v.74, 12 p., 2019.

PELLISSARI, F.; VIEIRA, C. V.; DA SILVA, C. J. Germinação de sementes de três espécies do gênero *Parkia* submetidas a diferentes métodos de superação de dormência e temperatura. **Revista de Biologia Neotropical/Journal of Neotropical Biology**, v.10, n.1, p.28-35, 2013.

PEREIRA, A. G.; CRUZ, E. D.; BARROS, H. S. D. Methods for overcoming dormancy in *Stryphnodendron pulcherrimum* seeds. **Pesquisa Florestal Brasileira**, v.36, n.87, p.195-199, 2016.

RAMALHO, L. B.; BENEDITO, C, P.; PEREIRA, K, T, O.; SILVA, K, C, N.; MEDEIROS, H, L, D, S Hidrocondicionamento de sementes de *Piptadenia moniliformis* Benth. e seus efeitos sobre a tolerância ao estresse salino. **Ciência Florestal**, v.30, n.1, p.221-230, 2020.

REIS, P. C. M. dos R. Agrupamento de espécies madeireiras da Amazônia com base em propriedades físicas e mecânicas. **Ciência Florestal**, v.29, n.1, p.336-346, 2019.

RIBEIRO, J. E. L. S.; HOPKINS, M. J. G.; VICENTINI, A.; SOTHERS, S. A.; COSTA, M. A. S.; BRITO, J. M.; SOUZA, M. A. D.; MARTINS, L. H. P.; LOHMANN, L. G.; ASSUNÇÃO, P. A. C. L.; PEREIRA, E. C.; SILVA, C. F.; MESQUITA, M. R.; PRECÓPIO, L. C. **Flora da Reserva Ducke: guia de identificação das plantas vasculares de uma floresta de terra – firme na Amazônia Central.** INPA/DFID, Manaus-Am. 816 p. 1999.

RIBEIRO, N. P.; SANCHES, C, C.; OLIVEIRA, M, A, C.; COSTA, R, B. Biodiversidade e conservação de recursos genéticos de espécies arbóreas. **Multítemas**, v.21, n.50, p.XX-XX, 2016.

ROLSTON, M. P. Water impermeable seed dormancy. **The Botanical Review**, v.44, n.3, p.365-396, 1978.

ROSSETO, J.; ALBUQUERQUE, M, C, DE, F.; NET, R, M, R.; SILVA, I, C, DE, O. Germination of *Parkia pendula* (Willd.) Benth. ex Walp.(fabaceae) seeds in different temperatures. **Revista Árvore**, v.33, n.1, p.47-55, 2009.

RUSCA, G. G.; MORAES, M. C. P. de; VALENTE, R. A.; PIÑA-RODRIGUES, F. C. M. Análise espacial dos fragmentos florestais no entorno de uma unidade de conservação de proteção integral. **Revista Brasileira de Ciências Ambientais (online)**, n.44, p.85-94, 2017.

SCCOTI, M, S, V.; BIAZATTI, S, C.; JUNIOR, J. F. B.; FAGUNDES, S. T. S. Regeneração natural de espécies madeireiras na Amazônia Ocidental. **Revista Agroecossistemas**, v.11, n.2, p.129-145, 2020.

SCHIMDT, L. Guide to handling of tropical and subtropical forest seed. **Denmark: Danida Forest Seed Centre**, 511p. 2000.

SCOTT, A.; KNOTT, M. **Cluster-analysis method for grouping means in analysis of variance**. **Biometrics**, v.30, n.3, p.507-512, Washington D.C. 1974.

SILVA, L. R. F. DA.; ALVES, A. A.; VASCONCELOS, V. R.; NASCIMENTO, H. T. S. do; MOREIRA FILHO, M. A. Nutritive value of diets containing pods of faveira (*Parkia platycephala* Benth.) For confined finishing sheep. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.41, n.4, p.1065-1069, 2012.

SOUZA, M. J. G. DE. **Biometria de Sementes e Desenvolvimento Pós Seminal de *Dipteryx alata*, *Enterolobium gummiferum* e *Magonia pubescens*, e Influência dos Extratos de *Parkia platycephala* e do Sombreamento na Germinação e/ou Desenvolvimento Inicial dessas Espécies**. F.3. 2019.

TAKEUCHI, M. A. A estrutura da vegetação da Amazônia I - A mata pluvial tropical. Pará, 37p. (**Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi - Nova Série Botânica**, v.6), 1960.

VALLS, J. F. M. Caracterização de recursos genéticos vegetais. In: NASS, L.L. (ed). **Recursos genéticos vegetais**. p.281-305. Brasília: Embrapa. 2007.

VIEIRA, G. M.; CARDOSO, M. T. C. Da reforma agrária ao agronegócio: notas sobre dinâmicas territoriais na fronteira agropecuária amazônica a partir do município de Apuí (Sul do Amazonas). **Estudos Sociedade e Agricultura**, v.28, n.2, 2020.

VIEIRA, R.D.; KRZYZANOWSKI, F.C. Teste de condutividade elétrica. **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Cap. 4, p.1-26, Brasília: ABRATES, 1999.

VILELA-MORALES. E. A.; VALOIS. A. C. C. Recursos genéticos vegetais autóctones e seus usos no desenvolvimento sustentável. **Cadernos de Ciência & Tecnologia**, v.17, n.2, p.11-42, 2000.

## CAPÍTULOS

### 1. CAPÍTULO 1

#### **DIVERSIDADE GENÉTICA DE *Parkia pendula* (Willd.) Benth. Ex Walp. NA REGIÃO NORTE DO ESTADO DE MATO GROSSO BASEADO NAS CARACTERISITICAS FISIOLÓGICAS DE SEMENTES.**

##### 1. INTRODUÇÃO

O gênero *Parkia* é de distribuição pantropical, com maior diversidade na Amazônia, englobando 17 espécies. *Parkia pendula* (Willd.) Benth. Ex Walp., conhecida vulgarmente por “visgueiro”, é encontrada na região Amazônica, porém na sua distribuição vai do Espírito Santo a América Central (Ribeiro et al., 1999 citado por Souza Filho et al., 2005). Árvore pertencente à família Leguminosae - Mimosoideae, considerada perenifólia, mesófito ou heliófito, apresenta cerca de 20 a 50 metros de altura, pertencendo ao grupo ecológico das secundárias (Siqueira & Ribeiro, 2001).

A madeira é de excelente uso na carpintaria e marcenaria, podendo ainda ser usada com grande sucesso no paisagismo e na recomposição de área degradadas, devido ao seu rápido crescimento em ambientes abertos (Lorenzi, 1992; Ferraz, 2004).

Na natureza, *P. pendula* propaga-se de maneira sexuada, ou seja, através da formação de sementes, necessitando de tratamentos pré-germinativos para superar sua dormência e acelerar e/ou uniformizar sua germinação. Lorenzi (1992) relatou que após o tratamento das sementes, a emergência das plântulas ocorre em torno de 20 a 40 dias após sementeira, sendo a taxa germinativa relativamente alta (entretanto, o autor não apresenta valores relativos a essa porcentagem). Barbosa et al. (1984) obtiveram maior velocidade de germinação em sementes de *Parkia pendula* imersas em ácido sulfúrico por períodos de 20 e 30 minutos.

Faz-se necessário estudos sobre o comportamento fisiológico das sementes de *P. pendula*, bem como o conhecimento do seu processo germinativo. Oliveira (1993) afirmou que o conhecimento da germinação, do crescimento e do estabelecimento da plântula são imprescindíveis na compreensão do ciclo biológico

e da regeneração natural das espécies. Para Moreira & Moreira (1996) esses estudos representam uma base para silvicultura e um manejo mais sustentável.

As análises da germinação, dentre outras, possuem uma finalidade de oferecer informações sobre a qualidade fisiológica das sementes. A capacidade de germinação e produção de plântulas normais dependem da qualidade das sementes, sendo avaliadas pelos testes germinativos, os quais agregam valores no uso tanto na semeadura como no armazenamento e distribuição comercial (Schumacher et al., 2002). Fisiologicamente, este é um processo biológico que engloba grande número das reações químicas, das quais compostos orgânicos presentes nas sementes são desdobrados e reorganizados de tal maneira, que se permite o desenvolvimento do eixo embrionário (Malavasi, 1988).

Portanto, a partir da embebição da água, considerada a etapa inicial do processo, alguns autores procuram expor algumas sucessões de eventos que compõe a germinação, como, Malavasi (1988), Castro et al (2004), Cardoso (2004). No entanto, é importante a compreensão das diversas etapas que englobam o processo germinativo decorrente sobre as temperaturas específicas a atividade metabólica e enzimática. A temperatura afeta a capacidade de germinação das sementes e a taxa em que esta ocorre, sendo que o efeito sobre a germinação sofre influência da espécie e da região que ela compõe (Smith, 2002). Para Malavasi (1988) a temperatura ótima encontra-se entre 15°C e 30°C e a máxima de 35°C e 40°C, para germinação da maioria das espécies.

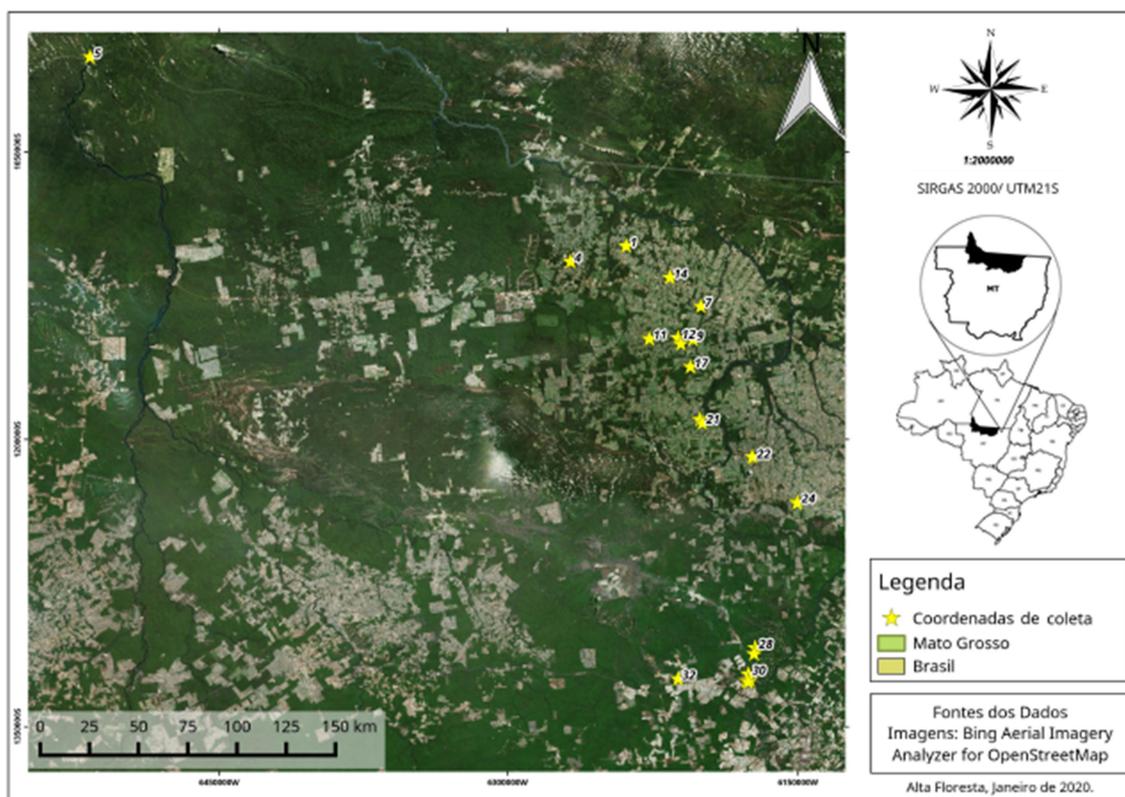
Algumas sementes, embora viáveis, não germinam em condições propícias, sendo, portanto, consideradas dormentes (Malavasi, 1988). De acordo com Bewley & Black (1985) a dormência é a incapacidade do embrião para germinar, devido a algum impedimento, que pode ser manifestado em sementes intactas. Carvalho & Nakagawa (2012) consideram a dormência como recurso pelo qual a natureza distribuía germinação das sementes no tempo. No entanto, para Rodrigues (2020) em espécies florestais nativas normalmente a germinação é baixa e heterogênea, além de precisarem de um tempo maior para a sua germinação.

Assim, o presente trabalho foi desenvolvido com o objetivo de estimar a divergência genética entre as matrizes de *Parkia pendula* das matrizes ocorrentes

na região Norte do Estado do Mato Grosso com base nas características fisiológicas de sementes.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

A área do estudo foi a região Norte do Estado de Mato Grosso, compreendendo os pontos de maior ocorrência de espécie nos Municípios de Alta Floresta, Carlinda, Nova bandeirantes Nova Canaã do Norte, Colíder, Itaúba e Sinop.



**Figura 1** - Imagem de satélite dos municípios e pontos amostrais das matrizes de *Parkia pendula* na região do Norte do Mato Grosso

A vegetação do local é do tipo Floresta Estacional Semidecidual com enclaves de Floresta Ombrófila Aberta contida na região amazônica. O clima pode ser caracterizado como tropical de savana (Aw), segundo a classificação climática de Köppen, e possui duas estações climáticas bem definidas: chuvosa (outono a abril) e a seca (maio a setembro), com temperatura média anual de 24°C e precipitação total anual variando de 1200 a 2000 mm ano<sup>-1</sup> (Pieper, 2020).

Foram identificadas 30 árvores matrizes em pontos de ocorrência natural com plena produção de frutos e sementes. Os frutos de *Parkia pendula* foram

colhidos com auxílio de tesoura de poda alta (podão), estilingues com linha de pesca nº 0,60 e chumbada amarrada na ponta e coleta de frutos caídos ao solo nos períodos de agosto e setembro de 2019.

Após a colheita os frutos, foram acondicionados em sacos plásticos, devidamente identificados os pontos de coleta e das respectivas matrizes, tomando as coordenadas geográficas. Os frutos foram beneficiados, retirando toda serapilheira agregada a resina dos que se encontravam no solo, os mesmos foram abertos e retiradas as sementes de boa qualidade que não apresentavam ataques de coleópteros (*Acanthoscelides imitator*), e armazenadas em sacos de papel de tamanho 5x24cm.

Posteriormente foi encaminhado ao laboratório de Sementes e Plantas Ornamentais do Campus da UNEMAT de Cáceres-MT, para a realização dos testes nas sementes coletadas.

## 2.1 Características da Semente

Para caracterização da semente foram empregados o teste de germinação (GERM), índice de velocidade de germinação (IVG), Teste de condutividade elétrica (CONDUT) e Teste de envelhecimento acelerado (ENV) em delineamento inteiramente casualizado com quatro repetições de 25 sementes.

Para o teste de germinação, inicialmente quantificou-se o Teor de água das sementes, para assegurar que este não interferiria no resultado. Outra medida tomada foi a assepsia da semente em solução de álcool 70% (v/v) durante 1 minuto, e em hipoclorito de sódio (2,5% de cloro ativo) por 5 minutos, sendo por fim lavada em água destilada.

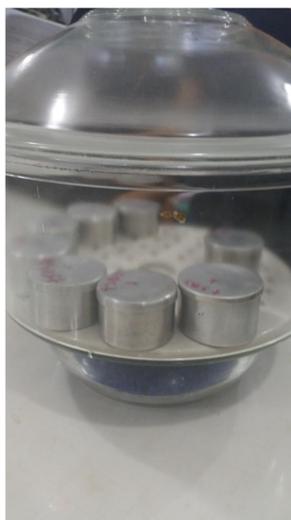
## 2.2 Variáveis Avaliadas

Foi determinado o Teor de água das sementes, através do método da estufa a  $105^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$ , durante 24 horas (Figura 2), onde se avaliou o peso das sementes úmidas e posteriormente o peso das sementes secas, conforme prescrição das Regras para Análise de Sementes (Brasil, 2009).



**Figura 2** - Estufa de secagem das sementes de *Parkia pendula* submetidas ao teste de envelhecimento acelerado

Para tanto foi utilizado duas repetições de 20 sementes para cada matriz, onde foram mantidas 24 horas em uma estufa de circulação forçada e, posteriormente em dessecadores (Figura 3) com sílica em gel durante 10 minutos para realização da pesagem das sementes secas.



**Figura 3** - Dessecador utilizado para resfriar as sementes de *Parkia pendula* submetidas a secagem em estufa a 105°C

Para o cálculo da porcentagem de umidade, foi utilizado a seguinte equação:

$$\% \text{ de Umidade (U)} = 100 \times (\text{Peso inicial} - \text{peso final})$$

$$\text{Peso inicial} - \text{tara do recipiente}$$

Para realização do teste de germinação, as sementes foram submetidas a um procedimento para superação de dormência, onde as sementes foram imersas

em Ácido Sulfúrico a 98% durante 30 minutos (Matias Ursulino, 2019). Posteriormente todas as sementes foram lavadas em água corrente com auxílio de peneira de metal para que não houvesse corrosão, mantendo as precauções e normas de segurança estabelecida.

No teste de germinação, foram utilizadas quatro repetições de 25 sementes para cada planta matriz. As sementes foram alocadas em caixas de acrílico (“Gerbox”) (Figura 4) transparentes, sobre duas folhas de papel mata borrão umedecidas com água destilada na proporção de duas vezes e meia o peso do papel. Para manutenção da umidade, as caixas foram colocadas em sacos de polietileno transparente e levadas para câmara de germinação com temperatura constante de 30°C, e fotoperíodo de 12 h, até o final do experimento, aos 20 dias (Brasil, 2009).



**Figura 4** - Sementes de *Parkia pendula* submetidas ao teste de envelhecimento acelerado

A contagem das sementes germinadas deu início ao terceiro dia após a implantação do teste, onde foram avaliadas germinadas as sementes que apresentaram raiz primária com no mínimo 5 mm de comprimento.

Seguindo a metodologia de Brasil (2009), prescrita para o teste de germinação, foi avaliado o índice de velocidade de germinação. Para isso o monitoramento foi realizado diariamente e sempre no mesmo horário, considerando-se germinada a semente que rompesse o tegumento e emitisse radícula com pelo menos 5 mm de comprimento (Brasil 2009). As avaliações foram realizadas até o

momento da última contagem, e o cálculo do índice de velocidade de germinação foi efetuado conforme Maguire (1962), conforme a seguinte equação:

$$IVG = G1/N1 + G2/N2 + \dots + Gn/Nn$$

Onde: G1, G2, Gn = número de plântulas germinadas na primeira, segunda, até a última contagem e N1, N2, Nn = número de dias de contagem.

Para o teste de condutividade elétrica (CE) foi utilizado 4 repetições de 25 sementes para cada matriz, as quais foram previamente pesadas em balança analítica com precisão de 0,001 g. Cada repetição foi acondicionada em copo de plástico (250 ml) contendo 75 ml de água deionizada, e, posteriormente, submetida a 2 e 4 horas de embebição.

Para cada período de embebição, foi efetuado a leitura de CE na solução de embebição das sementes usando condutímetro de bancada. O valor de cada leitura de condutividade foi dividido pela respectiva massa da amostra, expressando-se os resultados de condutividade elétrica em  $\mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$  de semente.

O teste de envelhecimento acelerado foi realizado com sementes das 30 matrizes de *Parkia pendula*, sendo utilizado 100 sementes por matriz. As sementes de cada matriz foram acondicionadas em caixas transparentes "GERBOX" contendo 50 ml de água destilada cada, ficando estas suspensas em grades dentro das caixas para que não houvesse contato e, submetidas a temperatura de 42 °C durante 48 h em câmara para germinação de sementes (BOD) (Figura 5).



**Figura 5** - Câmara de germinação onde foi conduzido o teste de germinação das sementes de *Parkia pendula* após os testes de envelhecimento acelerado e de condutividade elétrica

Após a aplicação do teste de envelhecimento acelerado, as sementes de cada matriz foram submetidas ao teste de germinação. Para isto foram utilizadas quatro repetições de 25 sementes, em caixas “GERBOX” com substrato de papel mata borrão umedecidas com água destilada na proporção de duas vezes e meia o peso do papel à temperatura de 30°C. O teste de germinação foi conduzido por 5 dias, até o período de estagnação da germinação. Avaliou-se diariamente o número de sementes germinadas, adotando-se como critério de germinação a protrusão da radícula com pelo menos 5 mm de comprimento (Brasil 2009). Ao final do experimento, foi determinado a porcentagem total de sementes germinadas e o índice de velocidade de germinação (IVG).

## **2.3 Análise dos Dados**

### **2.3.1 Características da Semente**

Primeiramente os dados foram submetidos ao teste de normalidade de Shapiro-Wilk utilizando-se o programa estatístico R versão 2.15.2 (R Core Team, 2012).

Os dados referentes à porcentagem de germinação (GERM), índice de velocidade de germinação (IVG), Teste de condutividade elétrica (COND) e Teste de envelhecimento acelerado (ENV) foram transformados em  $\sqrt{x+0,5}$  (Royston, 1983). A

interpretação estatística dos dados foi feita por meio da análise de variância e as médias agrupadas pelo teste de Skott-Knott ( $P \leq 0,05$ ) utilizando-se o programa Genes (Cruz, 2006).

A divergência genética entre as matrizes foi avaliada por análises multivariadas, empregando-se como medida de dissimilaridade a distância generalizada de *Mahalanobis* ( $D^2_{ii''}$ ), sendo adotado o critério de que a média das medidas da divergência genética dentro de cada grupo deve ser menor que as distâncias médias entre quaisquer grupos.

As estimativas das distâncias generalizadas de *Mahalanobis* foram obtidas através da equação:

$$D^2_{ii''} = \delta' \Psi^{-1} \delta$$

$D^2_{ii''}$ : é a distância de *Mahalanobis* entre as matrizes  $i$  e  $i''$ ;

$\Psi$ : matriz da variância e covariância residuais;

$\delta$ : [ $d_1, d_2, \dots, d_v$ ], sendo  $d_j = Y_{ij} - Y_{i''j}$ ;

$Y_{ij}$ : é a média do  $i$ -ésimo genótipo em relação a  $j$ -ésima variável.

Para facilitar a interpretação da medida de dissimilaridade entre as matrizes, utilizou-se os métodos de agrupamento de Otimização de Tocher, UPGMA (Unweighted pair-group method with arithmetic average) e análise de Variáveis Canônicas (Manly, 1986).

A importância relativa de cada caráter para a divergência genética foi estimada através do método proposto por Sing (1981), o qual se baseia na partição do total das estimativas das distâncias de *Mahalanobis* ( $D^2_{ii''}$ ), considerando todos os possíveis pares de progênies, para as partes devidas a cada caráter (Cruz et al., 2004). Pelo método do UPGMA, utilizam-se as médias aritméticas (não ponderadas) das medidas de dissimilaridade, evitando assim, caracterizar a dissimilaridade por valores extremos (mínimo e máximo) entre as matrizes considerados (Cruz & Regazzi, 2001).

Na análise das Variáveis Canônicas utilizaram-se as matrizes de variâncias e covariâncias fenotípicas e residuais entre os caracteres. Para a realização da análise, as médias originais dos caracteres são transformadas por um processo de condensação pivotal, originando novas variáveis que se caracterizam por apresentar covariâncias residuais nulas e variâncias residuais iguais a um. O número de variáveis canônicas é igual ou menor ao valor mínimo entre o número de caracteres e o número de graus de liberdade de tratamentos. Um valor numérico (escore) de cada variável é calculado para cada uma das matrizes. Com estes escores constrói-se um gráfico de dispersão que permite a visualização da divergência genética (Cruz & Regazzi, 2001).

Por intermédio das Variáveis Canônicas, outra técnica pode ser utilizada para estimar a importância relativa das características no estudo de diversidade das matrizes avaliadas. Sendo fundamental que, ao se fazer inferências sobre as características analisadas, os efeitos de escala de mensuração sejam eliminados. Identificam-se as ordens de importância das Variáveis Canônicas, classificando-se as características originais quanto aos graus relativos de participação na dispersão geral das matrizes em avaliação (Amaral Júnior, 1996).

As análises dos métodos de Otimização de Tocher, UPGMA, Variáveis Canônicas e importância relativa dos caracteres pelo método Singh foram realizadas utilizando-se o programa computacional GENES (Cruz, 2006).

### **3. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

#### **3.1. IVG e porcentagem de germinação**

De acordo com o método de agrupamento das médias, averiguou-se que a matriz 15 apresentou os maiores valores para índice de velocidade de germinação (19,20) e porcentagem de germinação (100%). As demais matrizes também apresentaram valores de porcentagem de germinação acima de 80%. Já a matriz 29 apresentou o valor mais baixo com 71% (Tabela 1). Para o IVG formou-se 2 grupos, os maiores IVG (1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 12, 13, 15, 16, 17, 18, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 27, 29) e as demais forma menores. E para a porcentagem de germinação formou-se 2 grupos, as maiores porcentagens de germinação foram nas matrizes 2,

3, 4, 6, 7, 8, 9, 10, 12, 15, 16, 17, 18, 20, 21, 24, 26, 28, 30, elas fazem parte das regiões de Alta Floresta, Carlinda, Colíder, Nova Cannã do Norte e e a matriz 30 de Sinop, essas mostraram maior similaridade para as características morfométricas, as regiões onde essas matrizes M1 a M30, foram encontradas são de várzea e com períodos de chuvas intensas, elas se apresentavam nas bordas das áreas de mata ocorrendo uma maior absorção de água nos períodos iniciais de frutificação, por ser uma espécie baricoria, ou seja que sua dispersão é por gravidade, a maioria dos frutos foram encontrados ao solo.

### **3.2 Envelhecimento acelerado**

Para porcentagem de germinação após o teste de envelhecimento acelerado, o teste de Skott-Knott agrupou as matrizes em três grupos, tanto para o parâmetro IVG, quanto para a porcentagem de germinação. As matrizes 1,3, 4, 7, 10,18, 24, 27, 29 e 30 como os que apresentaram os melhores resultados para índice de velocidade germinação e as matrizes 2, 4, 6, 7, 8, 9, 10, 12, 15, 16, 17, 18, 20, 21, 24, 26, 28 e 30 com as maiores porcentagens de germinação.

Pode ser observado na tabela 1 que a germinação das sementes de *Parkia pendula* diminui após o tempo de envelhecimento acelerado. Esse resultado era esperado, pois, conforme Carvalho e Nakagawa (2012), à medida que ocorre o processo de envelhecimento, a semente vai absorvendo a umidade, ocasionando um acréscimo na temperatura das sementes por conta dos processos respiratórios e do aumento de atividades de fungos presentes nas mesmas; e, conseqüentemente, diminuindo o seu vigor, podendo ocasionar a morte.

O coeficiente de variação para germinação das sementes após envelhecimento acelerado, apresentou 9,28%, indicando um ótimo controle experimental.

### **3.3 Condutividade elétrica**

Para o teste de condutividade elétrica durante duas horas de embebição, o teste de Skott-Knott agrupou as matrizes em dois grupos, formado pelas matrizes 1, 3, 5, 11, 13, 14 19, 22, 23, 25, 27 e 29 onde apresentaram os valores mais elevados, sendo assim, observa-se que ocorreu uma alta lixiviação de solutos para o meio de embebição, em função da deterioração das sementes das matrizes, contudo as

matrizes 2, 4, 6, 7, 8, 9, 10, 12, 15, 16, 17, 18, 20, 21, 24, 26, 28 e 30, foram as que tiveram menos quantidade de lixiviados liberados na solução de embebição (Tabela 1).

### **3.4 Grau de umidade**

O grau de umidade médio das 30 matrizes foi de 8,77%. Analisando a Tabela 1, as matrizes que tiveram maior e menor Teor de água foram a 15 e 19, com os respectivos teores de 9,82% e 7,75%, não diferindo estatisticamente das demais matrizes. Não houve distinção na coleta das sementes, portanto, nenhuma matriz foi beneficiada. A variação do Teor de água das sementes pode indicar uma plasticidade da espécie em função da área de ocorrência delas.

Para o grau de umidade, o teste de Skott-Knott agrupou as matrizes em dois grupos, formado pelas matrizes 2, 4, 6, 7, 8, 9, 10, 12, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 24, 26, 28 e 30 onde apresentaram os valores mais elevados, contudo as matrizes, 1, 3, 5, 11, 13, 22, 23, 25, 27 e 29 foram as que tiveram menor valor no grau de umidade das sementes (Tabela 1).

Os resultados obtidos podem ser explicados, de acordo com, a espécie *Parkia pendula* apresenta a sua frutificação nos meses de agosto a setembro, mesmo período da estação seca e de baixa umidade e os resultados do Teor de água das sementes das matrizes do presente trabalho serem abaixo de 10% (Camara, 2005). Segundo Bonner (2001), sementes ortodoxas podem ser mantidas abaixo de 10% do Teor de água, como também podendo ser armazenadas em temperaturas a -20 °C, sem que haja comprometimento do vigor e da viabilidade das sementes.

**Tabela 1** - Médias das 30 matrizes de *Parkia pendula* para avaliação das sete variáveis quantitativas de sementes. UNEMAT, Cáceres-MT, 2020

Matrizes	IVG	Porcentagem Germinação	IVG Envelhecimento acelerado	Porcentagem de germinação após envelhecimento acelerado	Condutividade elétrica 2h	Condutividade elétrica 4h	Teor de água
<b>1M</b>	8,87 b	79 b	16,96 c	85 a	21,44 a	36,99 a	7,77 b
<b>2M</b>	15,13 a	96 a	18,25 b	85 a	13,94 b	45,86 a	9,27 a
<b>3M</b>	10,54 a	74 b	20,23 a	88 a	16,94 b	29,56 b	7,76 b
<b>4M</b>	11,75 a	93 a	14,41 c	80 b	16,56 b	25,91 b	9,32 a
<b>5M</b>	12,08 a	78 b	14,35 c	87 a	21,72 a	29,69 b	7,98 b
<b>6M</b>	11,58 a	94 a	19,33 b	89 a	12,34 b	18,92 b	9,02 a
<b>7M</b>	11,50 a	91 a	21,12 a	93 a	18,25 b	23,96 b	9,61 a
<b>8M</b>	12,13 a	97 a	12,21 b	83 b	14,10 b	32,84 a	8,29 a
<b>9M</b>	11,63 a	90 a	19,63 b	89 a	18, 22 b	29,86 b	9,23 a
<b>10M</b>	14,29 a	93 a	20,91 a	95 a	16,84 b	22,48 b	9,16 a
<b>11M</b>	8,95 b	76 b	17,83 b	84 b	23,94 a	32,74 a	7,79 b
<b>12M</b>	12,21 a	92 a	15,59 b	70 c	18,67 b	23,96 b	9,10 a
<b>13M</b>	13,71 a	72 b	17,75 b	89 a	30,58 a	44,47 a	7,20 b
<b>14M</b>	16,79 a	74 a	18,75 b	89 a	28,82 a	32,84 a	7,82 b
<b>15M</b>	<b>19,20 a</b>	<b>100 a</b>	<b>16,0 b</b>	<b>79 c</b>	<b>17,09 b</b>	<b>22,43 b</b>	<b>9,82 a</b>

<b>Matrizes</b>	<b>IVG</b>	<b>Porcentagem Germinação</b>	<b>IVG Envelhecimento acelerado</b>	<b>Porcentagem de germinação após envelhecimento acelerado</b>	<b>Condutividade elétrica 2h</b>	<b>Condutividade elétrica 4h</b>	<b>Teor de água</b>
<b>16M</b>	14,62 a	91 a	13,88 c	60 c	17,12 b	22,59 b	9,02 a
<b>17M</b>	14,58 a	91 a	17,63 b	77 c	18,37 b	26,60 b	9,13 a
<b>18M</b>	16,63 a	81 a	16,83 a	<b>97 a</b>	16,41 b	23,04 b	8,97 a
<b>19M</b>	9,58 b	75 b	17,21 b	87 a	33,84 a	46,32 a	7,75 b
<b>20M</b>	14,0 a	84 a	14,58 c	75 c	11,27 b	28,62 b	8,64 a
<b>21M</b>	13,0 a	97 a	17,25 b	91 a	10,14 b	28,56 b	9,30 a
<b>22M</b>	15,25 a	77 b	15,88 c	83 b	26,85 a	29,69 a	7,89 b
<b>23M</b>	15,08 a	75 b	17,50 b	81 b	18,46 b	33,24 a	7,85 b
<b>24M</b>	14,46 a	96 a	20,58 a	93 a	10,22 b	13,41 b	9,18 a
<b>25M</b>	14,75 a	76 b	15,58 c	82 b	31,27 a	39,20 a	7,88 b
<b>26M</b>	12,63 b	90 a	13,42 c	59 c	16,85 b	45,86 a	9,00 a
<b>27M</b>	16,04 a	74 b	19,0 a	85 a	24,10 a	23,56 b	7,78 b
<b>28M</b>	17,13 a	81 a	18,63 b	88 a	15,78 b	18,91 a	8,76 a
<b>29M</b>	10,67 b	71 b	19,71 a	91 a	23,76 a	29,86 a	7,90 b
<b>30M</b>	11,42 b	80 a	19,67 a	88 a	18,27 a	23,56 a	8,85 a
<b>CV</b>	18,41	11,45	11,69	9,28	37,16	34,73	8,18

\*Médias seguidas pela mesma letra, nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Skott-Knott em nível de 5% de probabilidade.

Com base na magnitude relativa de valores de  $D^2$ , verifica-se que por meio do método de Otimização de Tocher houve a formação de seis grupos distintos, sendo os grupos V e VI formados por apenas um acesso cada: pelas matrizes 25 e 2 respectivamente. O grupo I reuniu o maior número de acessos, sendo constituído por 20 matrizes pertencentes. Os grupos II e III foram formados por três matrizes cada e o grupo IV formado por dois acessos, sendo constituído pelas matrizes 16 e 26. (Tabela 2).

**Tabela 2** - Agrupamento pelo método de otimização de Tocher, com base na distância Euclidiana média, estimada a partir de 6 grupos das 30 matrizes de *Parkia pendula*

GRUPOS	MATRIZES
I	14, 23, 28, 15, 22, 27, 10, 24, 30, 13, 9, 6, 7, 11, 29, 3, 20, 8, 12, 1
II	4, 5, 18
III	17, 21, 19
IV	16, 26
V	25
VI	2

Essa técnica de agrupamento proporcionou separar as matrizes de *Parkia pendula*, baseados em características fisiológicas das sementes com um bom grau de divergência. Nota-se que no I grupo o número de matrizes foi maior, por apresentarem as melhores características fisiológicas.

Com a aplicação do método UPGMA, utilizando 7 variáveis quantitativas em 30 matrizes de *Parkia pendula*, foi gerado o dendrograma baseado na análise visual, foram definidos 5 grupos distintos, sendo que o ponto de corte foi estabelecido no local de ocorrência da mudança abrupta nas ramificações presentes no dendrograma (Figura 6), sendo o grupo I composto pelas matrizes 14 a matriz 25. Estas matrizes estão alocadas justos por apresentarem maiores valores em respostas ao índice de velocidade de germinação, mas não respostas semelhantes ao teste de germinação, todavia apresentaram resultados para porcentagem de IVG do envelhecimento acelerado.

O grupo II foi representado pelas matrizes matriz 10 a matriz 29. Esse grupo apresentou a maior concentração das matrizes com resultados mais semelhantes para as variáveis estudadas, principalmente as relacionadas ao IVG, a porcentagem

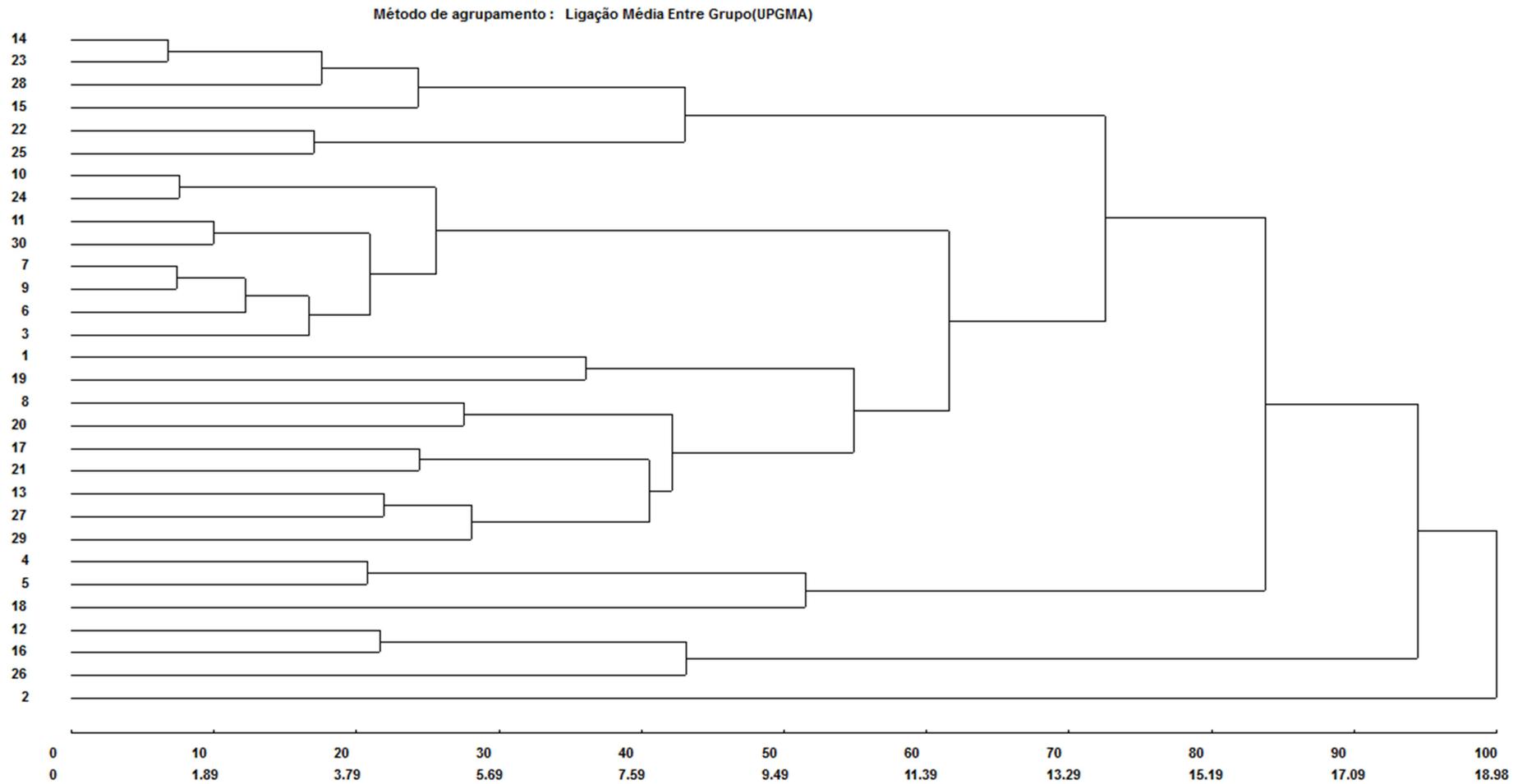
de germinação, ao envelhecimento acelerado e com o vigor da semente, exceto para os valores de condutividade elétrica (Tabela 1).

O grupo III alocou a matrizes 4 a matriz 18. Esse grupo apresentou as matrizes com resultados mais satisfatórios para a variável de porcentagem de germinação após o envelhecimento acelerado, fazendo parte do mesmo agrupamento de Tocher (Tabela 1). Nesse segmento, observa-se que as espécies apresentam dormência em suas sementes. Essa dormência baseia-se em um mecanismo de sobrevivência, pois pode retardar a germinação, evento ao qual ocorre quando as condições para o estabelecimento são limitantes e não favorecem sua sobrevivência (Ramos et al., 2002). Entretanto não sendo verificada em espécies silvestres.

O grupo IV, alocou a matriz 12 a matriz 26, sendo semelhantes ao método de Tocher e aos valores maiores de condutividade elétrica, aos valores maiores de índice de velocidade de germinação e porcentagem de germinação das sementes de *Parkia pendula*.

A matriz 2 formou um grupo à parte (Grupo V), se une as demais matrizes no dendograma em 100%, portanto esta matriz 2 é próxima igualmente para todos as matrizes de *Parkia pendula*.

**Figura 6** - Dendrograma representativo da divergência genética entre 30 acessos de *Parkia pendula*, obtido pelo método de agrupamento Hierárquico UPGMA com base em sete variáveis de sementes. Alta Floresta-MT, 2020 (Coeficiente de correlação cofenética=0,72)



Em relação à contribuição relativa dos caracteres para a diversidade genética entre as matrizes estudadas (Tabela 3), com base no critério apresentado por Singh (1981), observou-se que para os 30 acessos de Angelim saia, têm-se em ordem crescente de contribuição, as seguintes características: porcentagem de germinação no envelhecimento acelerado, índice de velocidade de germinação (teste de germinação), índice de velocidade de germinação no envelhecimento acelerado, porcentagem de germinação (teste de germinação), condutividade elétrica em 2 horas, condutividade elétrica 4 horas e teor da água, onde verificou-se que o índice de velocidade de germinação, porcentagem de germinação e índice de velocidade de germinação do envelhecimento acelerado, que contribuíram com 84,77% da distribuição total, sendo apontadas as mais importantes no presente estudo.

Em estudos com *Dinizia excelsa* Ducke, Moneja (2017) aponta características que apresentem alta variabilidade ou que são altamente correlacionadas com outras, podem ser apresentadas em estudos de diversidade genética. Já Bispo (2020) aponta uma maior contribuição da variável de porcentagem de germinação, contribuindo para estudos de diversidade genética utilizando o método de Singh.

As características com maiores contribuições relativas para a análise da diversidade das matrizes foram as de porcentagem de germinação do envelhecimento acelerado (86,63%), Índice de velocidade de germinação após envelhecimento acelerado (84,77%), porcentagem de germinação (69,41%) e índice de velocidade de germinação (43,22%).

**Tabela 3** - Importância relativa de sete características quantitativas para sementes avaliadas em 30 acessos de Angelim saia obtidas pelo método Singh (1981).

Variável	Valor (%)	Valor Acumulado (%)
Índice de velocidade de germinação	20,41	43,22
Porcentagem de germinação	19,31	69,41
Índice de velocidade de germinação do EA	16,71	84,77
Porcentagem de germinação após EA	9,66	86,63
Condutividade elétrica 2H	7,39	97,16
Condutividade elétrica 4H	4,55	99
Teor da água	1,94	100

As variáveis, Teor da água, condutividade elétrica nos dois períodos, apresentaram as menores estimativas de contribuição, não se revelando importantes para a avaliação da divergência geral entre os 30 acessos de *Parkia pendula*.

Após as análises de agrupamento do Tocher e UPGMA, processou-se a técnica de Variáveis Canônicas. De um modo geral, quando se trabalha com diversidade genética, pretende-se estimar a similaridade ou diferença entre o material em estudo, portanto, quando se verifica a diversidade genética pelo método das Variáveis Canônicas (VC), tem-se como propósito a identificação de matrizes similares em gráficos de dispersão bi ou tridimensional, possibilitando simplificar a interpretação dos resultados. A viabilidade de sua interpretação está restrita à concentração da variabilidade entre as primeiras variáveis, geralmente acima de 80% (Cruz et al., 2004).

Ao analisar os resultados obtidos nesse trabalho (Tabela 4) verificou-se que as quatro primeiras variáveis canônicas explicaram 83,53% da variância total acumulada, sendo VC<sub>1</sub> responsável por 27,69%, VC<sub>2</sub> por 52,07% e VC<sub>3</sub> por 81,37%.

Essa notabilidade relativa dos caracteres também foi avaliada, com o objetivo de identificar aqueles de maior e menor importância para a divergência genética representada. Portanto, observa-se que índice de velocidade de germinação (27,69), porcentagem de germinação (24,38) e índice de velocidade de germinação após o envelhecimento acelerado (19,29) como sendo os caracteres que mais contribuíram para a divergência genética das matrizes de *Parkia pendula* estudados, pelo método de Variáveis Canônicas. Entretanto os que menos contribuíram foram teor da água (3,67) e condutividade elétrica nos dois períodos (4,81) para 4 horas e (7,96) para 2 horas de embebição.

**Tabela 4** - Estimativas dos autovalores ( $\lambda_i$ ), da variação acumulada (%) e da importância relativa dos caracteres, explicados pelas Variáveis Canônicas (VC<sub>i</sub>).

VC <sub>i</sub>	$\lambda_i$ %	acumulada	Importância dos caracteres nos autovetores
VC <sub>1</sub>	27,69	27,69	Índice de velocidade de germinação
VC <sub>2</sub>	24,38	52,07	Porcentagem de germinação
VC <sub>3</sub>	19,29	81,37	ÍVG após Env. Acelerado
VC <sub>4</sub>	12,16	83,53	Porcentagem de germinação do env.
VC <sub>5</sub>	7,96	91,50	Condutividade elétrica 2H
VC <sub>6</sub>	4,81	96,32	Condutividade elétrica 4H
VC <sub>7</sub>	3,67	100	Teor da água

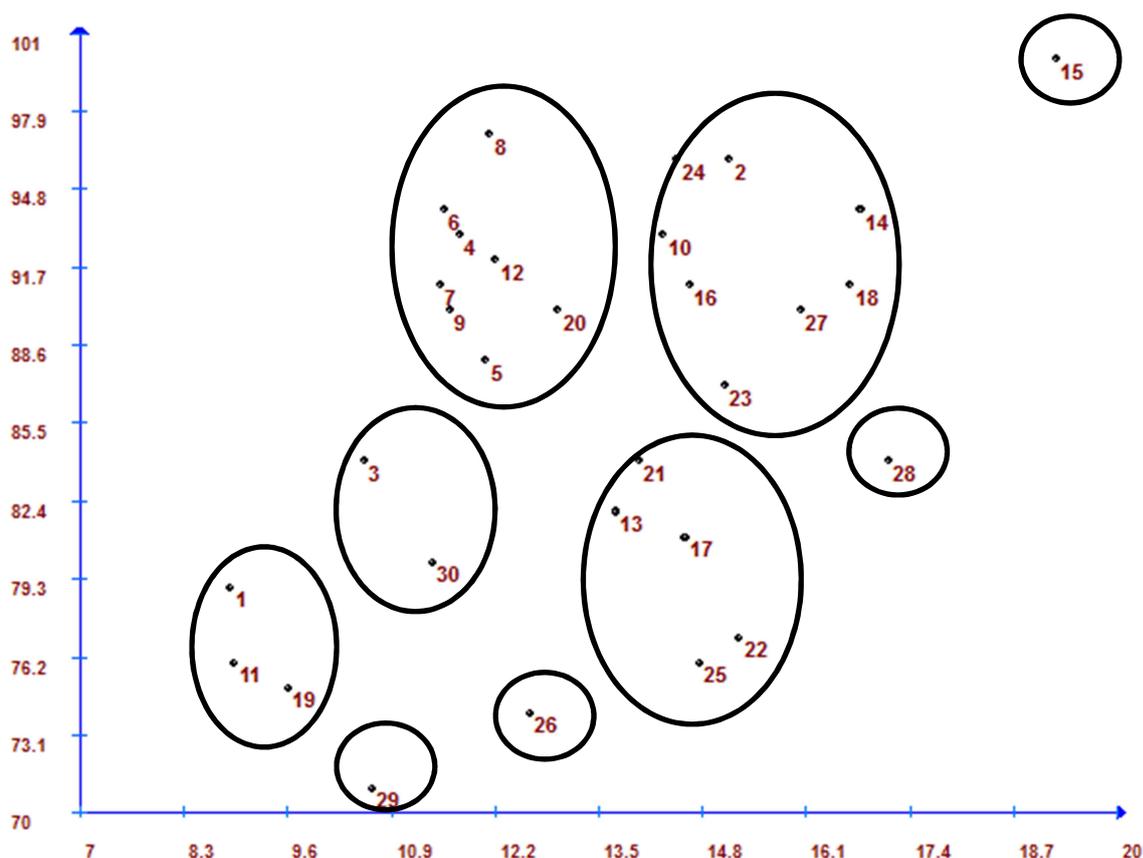
Baseado nos resultados de importância relativa dos caracteres pelo método Singh e por Variáveis Canônicas, foi observado que a sequência de significância não foi similar entre os dois testes. O mesmo ocorre com Teor de água e condutividade elétrica nos dois períodos (2 e 4 horas) que estão entre os três últimos caracteres em termos de importância.

Vale ressaltar ainda que na análise de importância dos caracteres por meio de Variáveis Canônicas, a característica porcentagem de germinação foi a que mais contribuiu para a divergência genética das matrizes. Esse resultado é importante, pois as sementes de *Parkia pendula* apresentaram maiores porcentagens de germinação (100%).

Cardoso et al. (2009), ao trabalhar com matrizes de mamoeiro, a identificação de variabilidade genética relacionada às características de germinação da semente, permitiu distinguir melhor as matrizes, possibilitando boas perspectivas para seleção.

Os métodos de análise de agrupamento de Tocher e de componentes principais mostraram concordância na determinação de similaridade entre as matrizes, com a formação de sete grupos distintos (Figura 7). Quando se compara os escores dos componentes principais aos agrupamentos revelados pelo algoritmo de Tocher, nota-se certa concordância entre as análises, pois, a discriminação dos grupos foi semelhante com relação aos agrupamentos

**Figura 7** - Gráfico de dispersão para as duas primeiras variáveis canônicas representando a formação de nove grupos das matrizes de *Parkia pendula*



A matriz mais distante dos demais foi a matriz 15 que é respectivamente, o que apresentou os melhores resultados para as características de semente avaliadas, formada pelo grupo I., entretanto os mais similares foram 4, 5, 6, 7, 8, 9, 12 e 20, com valores próximos a germinação e índice de velocidade de germinação, formadas pelo grupo II.

As matrizes 13, 17, 21, 22 e 25 apresentaram uma distribuição similar na técnica UPGMA, sendo alocados, respectivamente, no grupo III.

Assim, pode-se observar que a dispersão das matrizes por meio de Variáveis Canônicas demonstrou comportamento semelhante ao agrupamento do método UPGMA, contudo, vale ressaltar que foi diferente do representado pelo método de Tocher.

O grupo IV, representado pela maior quantidade de matrizes, sendo elas, 2, 10, 14, 16, 18, 23 e 24 obtiveram uma maior similaridade no índice de velocidade de germinação. No entanto, para variável de porcentagem de germinação o grupo V, foi o melhor representado pelas matrizes, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 12 e 20.

As matrizes 26 e 28 apresentaram uma distribuição similar a maiores porcentagens de germinação, sendo alocados, respectivamente, nos grupos VI, VII e grupo VIII, composto pelas matrizes 3 e 30.

O grupo IX, representado pelas matrizes 1, 11 e 19 apresentaram os menos valores para as variáveis canônicas.

Diante disso, as análises proferidas para avaliar a diversidade genética entre as matrizes de *Parkia pendula*, infere-se que reunir conhecimentos sobre aspectos da germinação de sementes de diversas matrizes, principalmente as nativas é fundamental para a propagação e para a manutenção de bancos de germoplasma (Ramalho, 2016). Contudo, ainda, Silva (2020), retratam que embora o volume de informações genéticas provenientes de testes para qualidade fisiológica das sementes tenha aumentado consideravelmente nos estudos de diversidade genética, continua-se a dar importância ao estudo da diversidade por meio de características fenotípicas, principalmente as de natureza quantitativa, dentre elas as características de semente que apresentam, geralmente, distribuição contínua e são determinadas por vários genes.

De acordo com os valores da matriz de dissimilaridade (Tabela 5), as matrizes 1 e 2 foram as mais similares ( $d_{ij} = 0,01$ ), enquanto que as matrizes 3 e 5 as mais distantes ( $d_{ij} = 2,88$ ). O fato de essas matrizes estarem geograficamente distantes entre si explica a maior divergência entre essas matrizes (Silva Junior, 2008).

Acesso	1	2	3	4	5	6	7
1	1,0						
2	<b>0,01</b>	1,0					
3	0,94	0,0	1,0				
4	0,13	0,17	0,28	1,0			
5	0,36	0,67	<b>2,88</b>	0,38	1,0		
6	0,25	0,97	0,35	0,52	1,17	1,0	
7	0,10	0,17	0,32	0,02	0,36	0,018	1,0

**Tabela 5** - Medidas de dissimilaridade ente as 30 matrizes de *Parkia pendula*, em relação a 7 descritores multicategóricos, com base na Distancia generalizada de *Mahalanobis* ( $D_{2ii}''$ )

#### 4.CONCLUSÃO

As análises das características fisiológicas das sementes apontam que existe alta divergência genética entre matrizes de *Parkia pendula* (Will.) Benth. Ex Walp. nativa na Amazônia mato-grossense.

As análises de sementes se mostraram eficientes para estimar variabilidade genética das matrizes.

A importância no interesse na avaliação dos caracteres estudados procede, na possibilidade de se descartar os que contribuem pouco para a discriminação das comunidades, reduzindo, dessa forma, mão-de-obra, tempo e custos consumidos na experimentação.

Para porcentagem de germinação após o teste de envelhecimento acelerado, as matrizes agruparam-se em três grupos tanto para o parâmetro IVG quanto para a Porcentagem de germinação. A matriz 15 apresentou os maiores valores para índice de velocidade de germinação (19,20%) e porcentagem de germinação (100%).

Para o teste de condutividade elétrica, observou que a matriz 19 apresentou o maior valor para condutividade elétrica, porém ela difere estatisticamente das demais matrizes.

A variação do Teor de água das sementes pode indicar uma plasticidade da espécie em função da área de ocorrência delas.

Com base na magnitude relativa de valores de  $D^2$ , houve a formação de seis grupos distintos.

As características com maiores contribuições relativas para a análise da diversidade das matrizes foram as de porcentagem de germinação, condutividade elétrica 4 horas, Teor de água e condutividade elétrica 2 horas.

A matriz de dissimilaridade demonstrou que, as matrizes 1 e 2 foram os mais similares, enquanto que as matrizes 3 e 5 os mais distantes.

## 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AMARAL JUNIOR, A. T. **Análise dialélica de betacaroteno, vitamina C, sólidos solúveis e produção e variabilidade em cultivares de tometeiro (*Licopersicon esculentum* Mill.) via marcadores RAPD.** Viçosa: Universidade Federal de Viçosa. v.14, n.4, p.225-232. 2016.
- BARBOSA, A. P.; VASTANO JÚNIOR, B.; VARELA, V. P. Tratamentos pré-germinativos de sementes de espécies florestais amazônicas II – Visgueiro (*Parkia pendula* Benth. Leguminosa e mimosoideae). **Acta. Amazônica**, v.14, n.1-2, p.280-288. 1984.
- BARROS, H. S. D.; PEREIRA, A. G.; CRUZ, E. D.; MORAIS, C. B. de.; SILVA, E. A. A. da. Caracterização biométrica de frutos de *Parkia gigantocarpa* Ducke (Leguminosae-Mimosoideade). In: **Embrapa Amazônia Oriental-Artigo em anais de congresso (ALICE)**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE RECURSOS GENÉTICOS, 2, 2012, Belém, PA. Anais... Brasília, DF: Sociedade Brasileira de Recursos Genéticos, 2012.
- BEWLEY, J. D. Aspectos fisiológicos da tolerância à dessecação uma retrospectiva. **International Journal of Plant Sciences**, v.156, n.4, p.393-403, 1995.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Regras para análise de sementes. Brasília: **Secretaria de Defesa Agropecuária**, MAPA/ACS, 2009. 395p.
- CAMARA. C. D. A.; ARAÚJO NETO, J. C. D.; FERREIRA, E. M.; ALVES, E. U.; MOURA, F. D. B. P. Caracterização morfométrica de frutos e sementes e efeito da temperatura na germinação de *Parkia pendula* (Willd.) Benth. ex Walp. **Ciência Florestal**, v.18, n.3, p.281-290, 2008.
- CAMARGO, J. L. C.; FERRAZ, I. D. K.; MESQUITA, M. R.; SANTOS, B. A.; BRUM, H. D. **Guia de propágulos e plântulas da Amazônia**. 168 p. Manaus: INPA, 2008.
- CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 4. ed. 588 p. Jaboticabal: FUNEP, 2000.
- CARDOSO, D. L.; SILVA, R. F. D.; PEREIRA, M. G.; VIANA, A. P.; ARAÚJO, E. F. **Diversidade genética e parâmetros genéticos relacionados à qualidade fisiológica de sementes em germoplasma de mamoeiro**. 2009.
- DE CASTRO, R. D.; BRADFORD, K. J.; HILHORST, H. W. M. Desenvolvimento de sementes e conteúdo de água. **Germinação: do básico ao aplicado** (AG Ferreira & F. Borghetti, eds.). Artmed, Porto Alegre, p.51-68, 2004.
- CRUZ, C. D.; CARNEIRO, P. C. S. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. 2ª ed. Viçosa: UFV, 2006. 585p.

CRUZ, C. D.; REGAZZI, A. J. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. Viçosa: UFV, 2001. 390p.

CRUZ, C. D.; REGAZZI, A. J.; CARNEIRO, P. C. S. Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético (volume 1). **Viçosa, Editora UFV**, v.1, p.480, 2004.

FERRAZ, I, D. K.; FILHO, N, L.; IMAKAWA, A, M.; VARELA, V, P.; PIÑA-RODRIGUES, F, C, M. Características básicas para um agrupamento ecológico preliminar de espécies madeireiras da floresta de terra firme da Amazônia Central. **Acta Amazonica**, v.34, n.4, p.621-633, 2004.

FOWLER, A. J. P.; BIANCHETTI, A. **Dormência em sementes florestais**. 27p. (Embrapa Florestas. Documentos, 40). Colombo: Embrapa Florestas, 2000.

FLORIANO, E. P. **Armazenamento de sementes florestais**. ANORGS. Armazenamento de sementes. UFSM. Santa Rosa – RS 10p. 2004.

GUEDES, N. M. P.; TOLLEDO, J.; CÔRREA, A, S.; GUEDES, R, N, C. Insecticide-induced hormesis in an insecticide-resistant strain of the maize weevil, *Sitophilus zeamais*. **Journal of Applied Entomology**, v.134, n.2, p.142-148, 2010.

LARCHER, W. **Ecologia fisiológica das plantas: ecofisiologia e fisiologia do estresse de grupos funcionais**. Springer Science & Business Media. 4 eds. 2003.

LORENZI, H. **Arvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas do Brasil**. 2 eds. 351 p. 30 cm.1998.

MAGUIRE, J. D. Seep of germination-aid seedling emergence and vigor. **Crop Science**, v.2, p.176-177, 1962.

MALAVASI, M. de M. Manual de análise de sementes florestais. **Fundação Cargil. Campinas**, p.25-40, 1988.

MARCOS FILHO, J.; CÍCERO, S.M.; SILVA, W.R. **Avaliação da qualidade das sementes**. Piracicaba: FEALQ, 230p.1987.

MARCOS FILHO, J. Teste de envelhecimento acelerado. In: KRZYZANOSWSKI, F. C.; VIEIRA, R. D.; FRANÇA NETO, J. B. (Ed.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: Abrates, p.1-24.1999.

MARTINS, DA. S. R. C. V.; HOPKINS, M. G.; THOMPSON, I. S. Identificação botânica na Amazônia: situação atual e perspectivas. **Embrapa Amazônia Oriental- Documentos (INFOTECA-E)**, 2003.

MATIAS, U. M.; ALVES, E.U.; ARAÚJO, P. C.; ALVES, M. M.; RIBEIRO, T. S. DE.; SILVA, R. S. Superação de dormência e vigor em sementes de Fava-d'Anta (*Dimorphandra gardneriana tulasne*). **Ciência Florestal (01039954)**, v.29, n.1, 2019.

MOREIRA, F.M. S.; MOREIRA, F.W. Características da germinação de sementes de 64 espécies de leguminosas florestais nativas da Amazônia, em condições de viveiro. **Acta amazônica**, v.26, p.3-16.1996.

MOJENA, P. A.; COELHO, C. V. L. Evaluation of the physiological quality of *Parkia platycephala* seeds. **Scientific Electronic Archives**, v.10, n.4, p.20-31, 2017.

NASCIMENTO, W. M. O.; RAMOS, N, P.; CARPI, V, A, F.; SCARPARE FILHO, J, A.; CRUZ, E, D. Temperatura e substrato para germinação de sementes de *Parkia platycephala* Benth. (Leguminosae-Mimosoideae). **Revista Agricultura Tropical**, v.7, n.1, p.119-129, 2003.

OLIVEIRA, E. de C. Morfologia de plântulas florestais. **Sementes florestais tropicais. Brasília: ABRATES**, p.175-214, 1993.

OLIVEIRA, M. C. P.; FERRAZ, I. D. K. Comportamento das sementes de *Parkia pendula* (Wild.) Walp. (Visgueiro) no banco de semente aéreo. In: HIGUCHI, N. (Org.), Projeto Jacarandá, fase II: pesquisas florestais na Amazônia Central. Manaus: Coordenação de Pesquisas em Silvicultura Tropical, INPA, p.103-116. 2003.

PELLISSARI, A, L.; CALDEIRA, S, F.; DRESCHER, R. Desenvolvimento quantitativo e qualitativo de *Tectona grandis* Lf em Mato Grosso. **Floresta e Ambiente**, v.20, n.3, p.371-383, 2013.

RAMALHO, A, B.; ROSSI, A, A, B.; DARDENGO, J, F, E.; ZORTÉA, K, É, M.; TIAGO, A, V.; MARTINS, K, C. Diversidade genética entre matrizes de *Bertholletia excelsa* por meio de marcadores moleculares ISSR. **Floresta**, v.46, n.2, p.207-214, 2016.

RIBEIRO, F, E.; SIQUEIRA, E. R. Germinação de sementes e produção de mudas de espécies florestais nativas da mata atlântica de Sergipe. **A Mata Atlântica de Sergipe**, p.79-96, 2001.

RODRIGUES, A, B, M.; GIULIATTI, N, M.; JÚNIOR, A, P. Aplicação de metodologias de recuperação de áreas degradadas nos biomas brasileiros/Application of methodologies for degraded areas recovering in the Brazilian Biomes. **Brazilian Applied Science Review**, v.4, n.1, p.333-369, 2020.

SANTANA, B, J, G, de; SILVA, J, P, G, da; MARAGON, L, CFELICIANO, A, L, P. Morfologia externa de sementes e plântulas de *Parkia pendula* Benth. ex Walp. **Revista Arrudea-A revista do Jardim Botânico do Recife**, v.4, n.1-2, p.3-10, 2018.

SCOTT, A, J.; KNOTT, M. A cluster analysis method for grouping means in the analysis of variance. **Biometrics**, p. 507-512, 1974.

SCHUMACHER, M, V.; HOPPE, J, M.; FARIAS, J. A. Manual de instruções para a coleta, beneficiamento, armazenamento e análise de sementes florestais. **Projeto bolsa de sementes de espécies florestais**, Santa Maria: UFSM/AFUBRA, 2002.

SMITH, M, T.; WANG, B, S.; MSANGA, H, P Dormancia y germinación. **Manual de Semillas de Árboles Tropicales**. Departamento de Agricultura dos Estados Unidos. Washington, DC p. 157-182, 2010.

SIQUEIRA, E. R.; RIBEIRO, F. E. Restauração florestal na região da mata atlântica de Sergipe. **A Mata Atlântica de Sergipe**, p.97-126, 2001.

DA SILVA JÚNIOR, J, F.; MARANGON, L, C.; FERREIRA, R, L.; FELICIANO, A, L.; CARLOS, F, L.; BRANDÃO, S.; JÚNIOR, F, T, A. Fitossociologia do componente arbóreo em um remanescente de Floresta Atlântica no Município do Cabo de Santo Agostinho, PE. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.3, n.3, p.276-282, 2008.

SEPLAN, Projeto Castanha-do-Brasil. Amapá. **Relatório elaborado por CJ Haddad et MF Bonelli**, Fundação Getúlio Vargas, São Paulo, 2006.

SILVA, J, N.; DE SILVA, M, A, D.; RODRIGUES, M, H, B, S.; ALVES, R, M. Testes de envelhecimento acelerado e condutividade elétrica para Sementes de Espécies Florestais Nativas: Uma breve revisão. **Meio Ambiente (Brasil)**, v.1, n.2, 2020.

SINGH, D. The relative importance of characters affecting genetc divergence. **The Indian Journal of Genetc and Plant Breeding**, v.41, p.237-245, 1981.

SOUZA FILHO, A. P. S.; FONSECA, M. L.; ARRUDA, M. S. P. Substâncias químicas com atividades alelopáticas presentes nas folhas de *Parkia pendula* (Leguminosae). **Planta Daninha**, v.23, n.4, p.565-573, 2005.

## 2. CAPÍTULO 2

### BIOMETRIA DE FRUTOS E SEMENTES E DIVERGÊNCIA GENÉTICA ENTRE MATRIZES DE ANGELIM SAIA

#### 1. INTRODUÇÃO

*Parkia pendula* (Will.) Benth. ex Walp., popularmente conhecida como Angelim Saia, é uma espécie nativa da floresta de terra firme e várzea da Amazônia, de rápido crescimento e apresenta elevada taxa de sobrevivência em clareiras (Silva, 2017).

A espécie pertence à família Fabaceae, ocorre nos estados do Acre, Amazonas, Bahia, Ceará, Espírito Santo, Mato Grosso, Pará, Pernambuco, Rondônia e Sergipe. É uma espécie caracterizada como secundária, apresentando dispersão irregular e descontínua, ocorrendo tanto no interior da floresta primária como na vegetação secundária e em diferentes tipos de solo, especialmente nos bem drenados (Carvalho, 2006).

É uma árvore de grande porte com altura de 20 a 50 m de inconfundível pelo aspecto tabular de sua copa. O fuste é cilíndrico, retilíneo, ocasionalmente com pequenas sapopemas, as folhas são compostas; e a inflorescência é do tipo capitular, com flores vermelho-escuras. Os frutos ficam pendurados por longos pedúnculos e são do tipo legume, exsudando, quando maduros, uma resina viscosa; as sementes são pequenas, arredondadas e compridas (Loureiro et al., 2000).

A espécie possui potencial madeireiro, é utilizada na construção civil, para construção de embarcações, móveis, tábuas entre outros, principalmente por seu rápido crescimento (Lorenzi 2002). Possui função ecológica na recuperação de áreas degradadas por ser uma espécie climática de rápido crescimento em ambientes abertos, pela fixação de nitrogênio e por atrair animais silvestres (Faro, 2016). Segundo Carvalho (2010), a árvore é muito ornamental, principalmente pelo aspecto curioso das inflorescências, com possibilidades de emprego em paisagismo, principalmente na arborização de praças públicas, parques e grandes avenidas.

Contudo, a exploração inadequada dos recursos naturais vem provocando a extinção de um grande número de espécies nos diferentes biomas do planeta. Entre

as várias causas dessas extinções, as mais comuns são a perda e a fragmentação de habitats. Em virtude de tal realidade, existe uma necessidade urgente de estudos genéticos em nível populacional, para que então possam ser estabelecidas estratégias de manejo e conservação genética das espécies (Botrel e Carvalho, 2004).

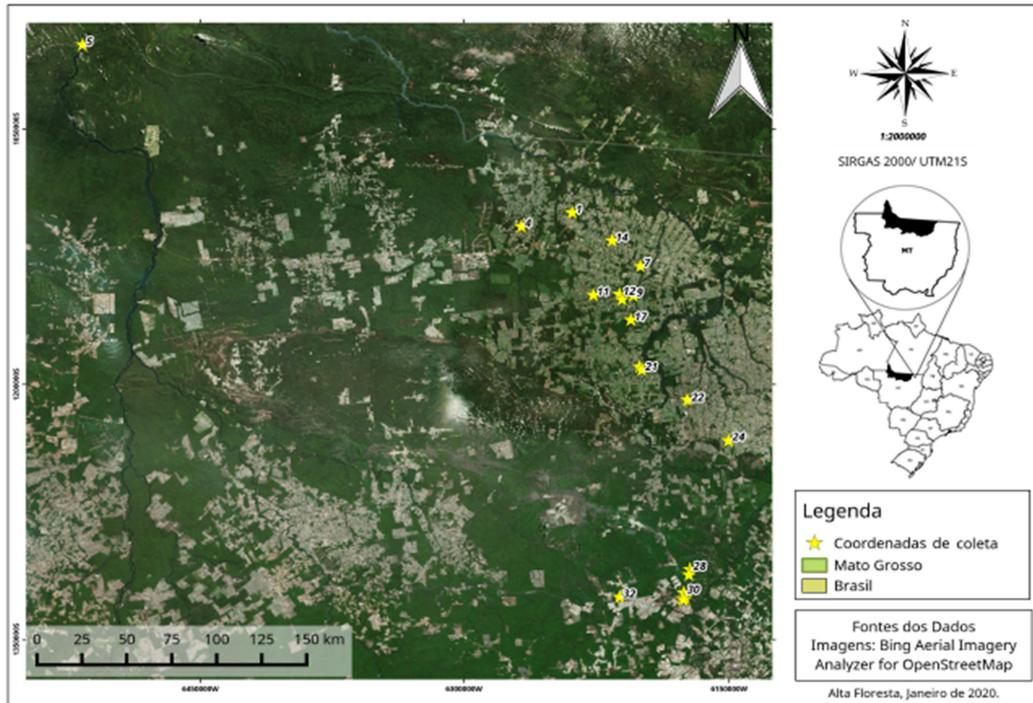
Estudos biométricos auxiliam a determinação de diferentes parâmetros fenotípicos entre indivíduos de uma população, e constituem instrumentos importantes na detecção da variabilidade genética em populações de uma mesma espécie e também na inferência das relações da variabilidade com fatores ambientais (Macedo et al., 2009).

Sendo assim, este capítulo teve como objetivo caracterizar a biometria de frutos e sementes e avaliar a divergência genética entre matrizes da espécie florestal *Parkia pendula* nativas no Norte do Estado do Mato Grosso, para a obtenção de dados que sirvam de subsídio para futuras pesquisas referentes à conservação da espécie.

## **2. MATERIAL E MÉTODOS**

### **2.1. Área de Coleta**

A área do estudo foi a região Norte do Estado de Mato Grosso, compreendendo os pontos de maior ocorrência das matrizes nos municípios de Alta Floresta, Carlinda, Nova Canaã do Norte, Nova Bandeirantes, Colíder, Itaúba e Sinop (Figura 2).

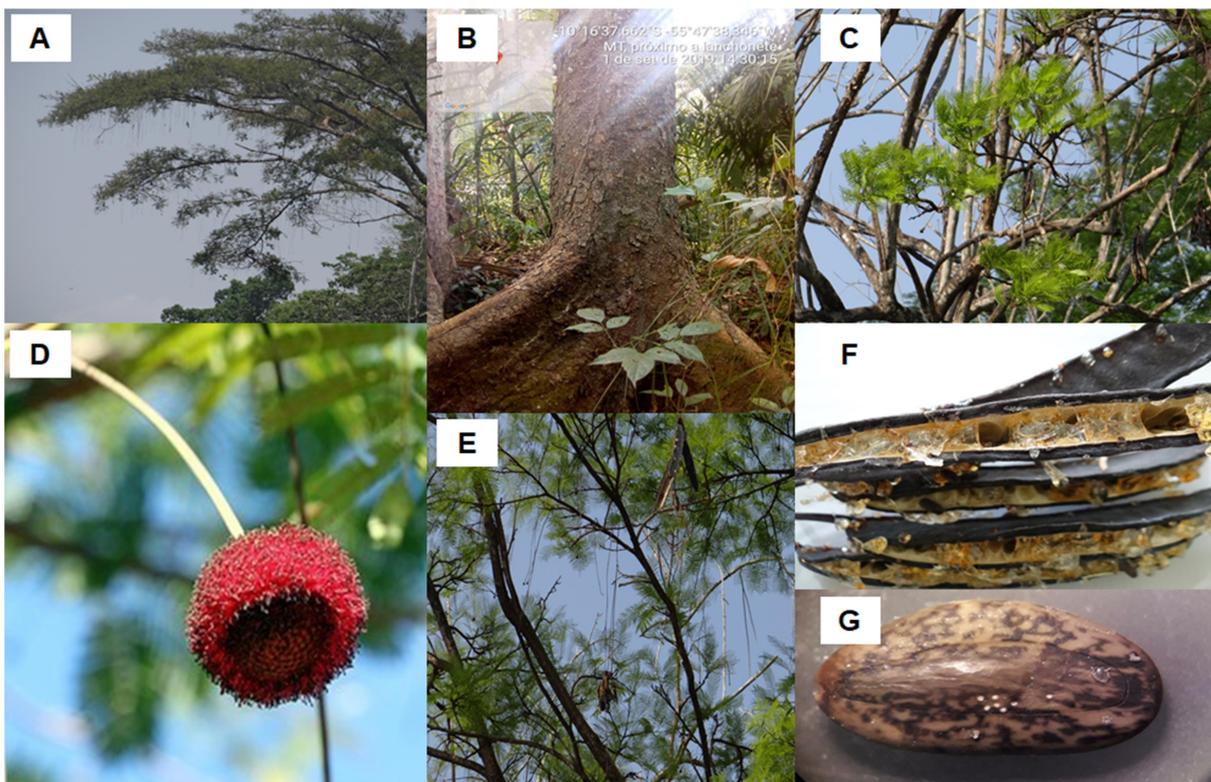


**Figura. 1** - Imagem de satélite dos municípios e pontos amostrais das matrizes de *Parkia pendula* na região do Norte do Mato Grosso

A vegetação do local é do tipo Floresta Estacional Semidecidual com enclaves de Floresta Ombrófila Aberta contida na região amazônica. O clima pode ser caracterizado como tropical de savana (Aw), segundo a classificação climática de Köppen, e possui duas estações climáticas bem definidas: chuvosa (outono a abril) e a seca (maio a setembro), com temperatura média anual de 24°C, e precipitação total anual relativamente alta, variado de 1200 a 2000 mm ano-1 (Pieper, 2020).

## 2.2. Seleção de Plantas Matrizes e Coleta de Frutos

Foram identificadas 30 matrizes de *P. pendula* com ocorrência natural nos respectivos pontos amostrais, conforme descrito na tabela 1. Todas as plantas selecionadas estavam em plena produção de frutos e sementes. Todas as matrizes tiveram sua posição geográfica registrada com o auxílio de um GPS (sistema de posicionamento global), sendo identificadas de M-1 a M- 30. Foram coletadas amostras férteis para a correta identificação da espécie.



**Figura. 2-** Árvore de *Parkia pendula*, copa em formato tabular (2A); fuste cilíndrico das sapopemas (2B); folhas compostas (2C); inflorescência capitular (2D); pedúnculos (2E); frutos e resina exsuda (2F) e semente arredondada e comprida (2G)

**Tabela. 1** - Localização e coordenadas das matrizes amostradas por localidade no Norte do estado de Mato Grosso.

Localização	Matriz	LatITUDE (S)	Longitude (W)
Alta Floresta	M-1	09°49'30.20"	56°02'54.00"
Alta Floresta	M-2	09°53'59.70"	56°17'57.70"
Alta Floresta	M-3	09°53'44.60"	56°17'56.00"
Alta Floresta	M-4	09°53'46.70"	56°17'59.20"
Nova Bandeirantes	M-5	08°57'06.00"	58°32'37.00"
Nova Canaã do Norte	M-6	10°22'57.90"	55°44'54.60"
Carlinda	M-7	10°06'13.06"	55°42'00.66"
Carlinda	M-8	10°06'13.20"	55°42'00.10"
Carlinda	M-9	10°15'23.20"	55°10'02.00"
Nova Canaã do Norte	M-10	10°15'00.10"	55°48'22.80"
Carlinda	M-11	10°15'12.10"	55°56'24.00"
Nova Canaã do Norte	M-12	10°14'59.90"	55°48'22.91"
Nova Canaã do Norte	M-13	10°15'00.07"	55°48'22.32"
Carlinda	M-14	09°58'13.94"	55°50'39.27"
Nova Canaã do Norte	M-15	10°15'00.04"	55°48'22.40"
Nova Canaã do Norte	M16	10°15'00.18"	55°48'22.24"
Nova Canaã do Norte	M-17	10°22'57.43"	55°44'54.13"
Nova Canaã do Norte	M-18	10°16'37.66"	55°47'38.34"
Nova Canaã do Norte	M-19	10°16'37.00"	55°47'37.00"

Localização	Matriz	Latitude (S)	Longitude (W)
Nova Canaã do Norte	M-20	10°37'31.97"	55°42'16.38"
Nova Canaã do Norte	M-21	10°37'91.00"	55°41'33.78"
Colíder	M-22	10°48'04.14"	55°27'21.43"
Colíder	M-23	10°47'48.98"	55°27'35.06"
Itaúba	M-24	11°00'19.43"	55°14'50.68"
Itaúba	M-25	11°00'33.70"	55°15'00.45"
Sinop	M-26	11°49'35.88"	55°29'12.65"
Sinop	M-27	11°49'28.00"	55°28'12.00"
Sinop	M-28	11°40'31.11"	55°26'46.96"
Sinop	M-29	11°42'13.00"	55°27'06.00"
Sinop	M-30	11°47'45.38"	55°28'41.00"

Os materiais coletados foram devidamente identificados ainda em campo e transportados ao Laboratório de Ictiologia da Amazônia Meridional (LIAM), Campus de Alta Floresta, Universidade do Estado de Mato Grosso, onde foram realizadas as avaliações.

O índice de maturação utilizado para determinar o momento da coleta dos frutos foi a mudança de coloração do verde para o marrom-escuro quase preto (Figura 3). Os frutos foram colhidos com auxílio de tesoura de poda alta (podão) e auxílio de estilingues com linha 0,60 e chumbada amarrada na ponta, das 30 árvores matrizes, nos períodos de agosto a setembro de 2019.



**Figura. 3** - Frutos maduros de *Parkia pendula*. Nova Canaã do Norte/ MT, Comunidade Nossa Senhora. (Foto: Solange Arrolho, 2019).

Após a colheita dos frutos em estágio maduro, foram acondicionados em sacos de papel, devidamente identificados os pontos de coleta, das respectivas matrizes e as coordenadas georreferenciadas.

### **2.3. Etapa 2: Caracterização biométrica de frutos e de sementes**

O experimento foi conduzido ao laboratório de genética vegetal da UNEMAT do Campus de Alta Floresta para realização da biometria dos frutos e retiradas das sementes.

#### **2.3.1 Caracterização biométrica dos frutos**

Foram avaliados de cada planta matriz, 20 frutos, de acordo com as seguintes características:

a) Comprimento do fruto (CF): mensurado do ápice à base, considerando o estipe (mensurado com uma régua milimétrica);

b) Largura do fruto (LF): mensurado na região mediana (mensurado com um paquímetro digital (0,01 mm));

c) Espessura do fruto (EF): mensurado na região mediana (mensurado com um paquímetro digital (0,01 mm));

d) Massa fresca do fruto (PF): determinado em balança digital de precisão (0,0001 g).



**Figura. 4** - Infrutescência de *Parkia pendula*. Alta Floresta/MT, UNEMAT, 2019. (Foto: Anne Correa, 2019).

Os frutos foram abertos de forma manual para a retirada das sementes. As sementes extraídas foram beneficiadas, lavadas com detergente líquido, a fim de eliminar a mucilagem protetora que as envolviam e depois colocadas sobre peneiras para secarem a sombra.

### **2.3.2. Caracterização biométrica das sementes**

Foi contabilizado o número de sementes por fruto, sendo as mesmas classificadas como: sementes intactas, ou seja, sem danos aparente; sementes vazias, consideradas como malformadas; sementes danificadas por insetos, toda semente que apresentasse orifício indicando a presença de larva ou adulto.

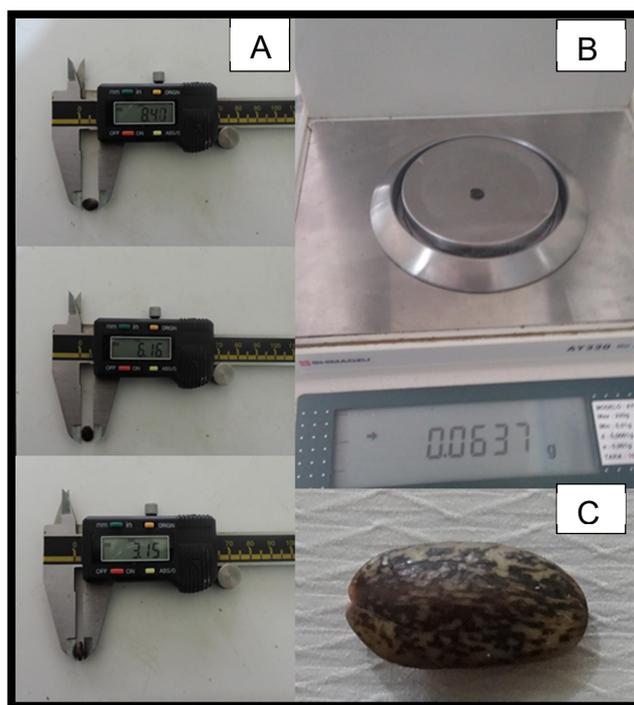
Foram avaliadas 12.000 sementes intactas (Figura 4) de todas as matrizes, de acordo com as seguintes características:

a) Comprimento da semente (CS): mensurado do ápice à base (mensurado com um paquímetro digital (0,01 mm));

b) Largura da semente (LS): mensurado na região mediana (mensurado com um paquímetro digital (0,01 mm));

c) Espessura da semente (ES): mensurado na região mediana (mensurado com um paquímetro digital (0,01 mm));

d) Massa fresca da semente (PS): foi determinado em balança analítica de precisão (0,001g).



**Figura. 5** - Biometria das sementes de *Parkia pendula*. (A), Paquímetro digital; (B), balança de precisão e (C), Semente Alta Floresta/MT, UNEMAT, 2019. (Foto: Anne Correa, 2019).

## 2.4 Análise estatística

Os dados de biometria de frutos e sementes foram analisados por meio da média (M), moda (Mo), mediana (Md), desvio-padrão (Sx), coeficiente de variação (CV), amplitude total (At) e frequência relativa (Fr) (Labouriau & Valadares, 1976).

Foram realizadas análises multivariadas para a obtenção das estimativas de divergência genética das matrizes por meio do método da distância Euclidiana Média Padronizada. A matriz de dissimilaridade gerada foi utilizada para a realização da análise de agrupamento pelos métodos UPGMA (Sneath, 1973) e pelo método de otimização de Tocher (Rao, 1952). A validação do agrupamento pelo método UPGMA foi determinada pelo coeficiente de correlação cofenético (CCC) (Sokal & Rohlf, 1962). A importância relativa dos caracteres em relação à divergência genética entre as subamostras foi estudada segundo SINGH (1981). Todas as análises foram realizadas no programa computacional Genes (Cruz, 2013).

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados na tabela 3 estão apresentados pelos valores médios, mínimos e máximos para o comprimento, largura, espessura e a massa fresca dos frutos. As médias de comprimento, largura, espessura e massa fresca dos frutos foram de 149,53 mm, 22,60 mm, 5,97 mm e 7,13 g, respectivamente.

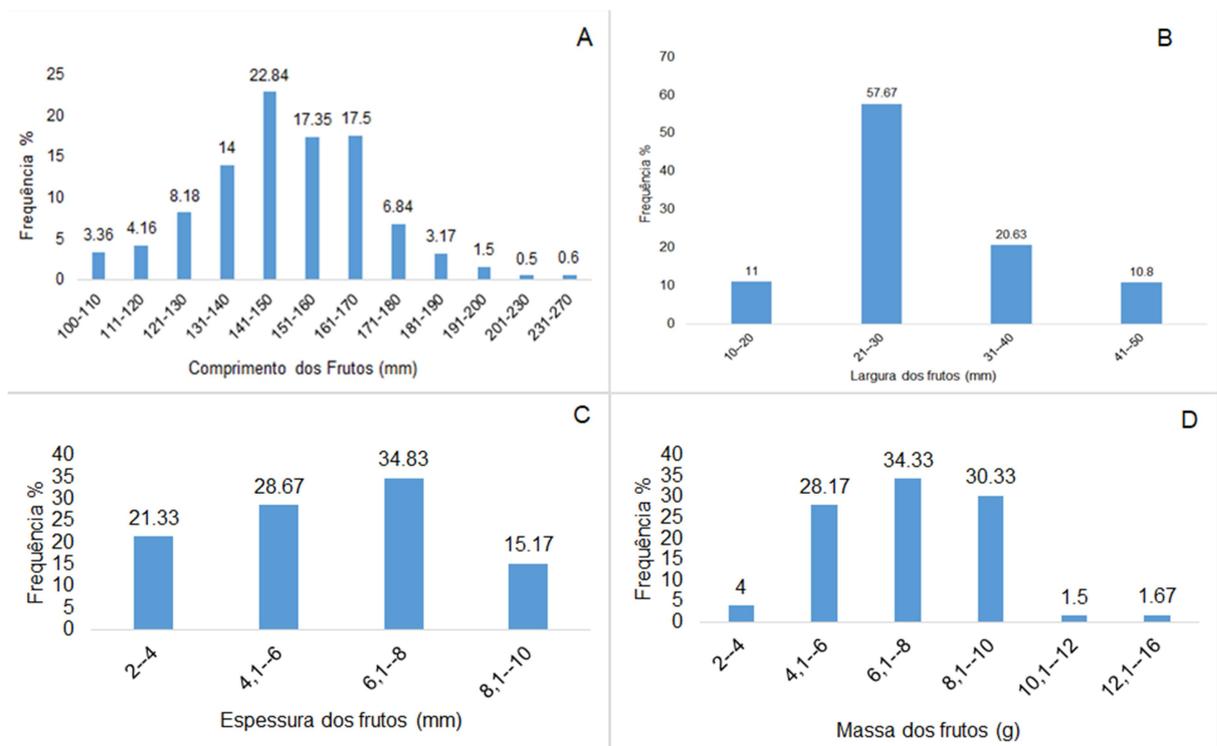
**Tabela. 2** - Estimativas descritivas dos valores médios, mínimos e máximos da massa, do comprimento, da largura e da espessura de frutos de *Parkia pendula*, oriundos de 30 matrizes. Alta Floresta/MT, 2020.

<b>Características</b>	<b>Média<sup>1</sup></b>	<b>Mínimo</b>	<b>Máximo</b>	<b>Moda</b>	<b>CV (%)</b>
Comprimento (mm)	149,53 (±21,1)	100	263,97	445,21	14,11
Largura (mm)	22,60 (± 2,83)	15,89	45,51	7,99	12,51
Espessura (mm)	5,97 (± 1,84)	2,9	10,01	3,40	30,86
Massa (g)	7,13 (± 2,15)	2,19	16,99	4,63	30,17

<sup>1</sup>Valores representam médias (± desvio-padrão, n = 600). Coeficiente de variação (CV).

Averiguou-se valor do coeficiente de variação de 12,5% para a largura, chegando a 30,86% para a espessura dos frutos. Para sementes de espécies florestais são considerados valores bons, este fato pode ser devido às diferenças na variabilidade dos dados. Esta variação justifica-se devido aos frutos terem sido coletados em regiões heterogêneas. Pesa-se o fato de que as coletas foram realizadas no período de agosto a setembro, época característica de seca na região de coleta, havendo deste modo a influência dos fatores climáticos (precipitação, temperatura e umidade relativa do ar) na maturação dos frutos.

Com relação a distribuição das frequências relativas, das características analisadas nos frutos estão apresentadas na Figura 5. Para o comprimento verificou-se que a maioria dos frutos se concentrou na classe de 140 a 150 mm, que representa 22,84% (Figura 6A). Em relação à largura dos frutos a maior frequência (57,67%) foi observada na classe de 20 a 30 mm (Figura 6B). Para a variável espessura dos frutos foi observado que 34,83% apresentaram valores entre 6 a 8 mm (Figura 6C). No entanto para a variável massa fresca dos frutos, observou uma frequência de 92,83% concentrando três classes de 4 a 6 g (28,17%), 6,1 a 8 g (34,33%) e 8,1 a 10 g (30,33%) (Figura 6D).



**Figura. 6** - Distribuições das frequências relativas (Fr) do comprimento (A), largura (B), espessura (C) e massa (D) de frutos de *Parkia pendula*, oriundos de 30 matrizes. Alta Floresta/MT, 2020

A grandeza entre os valores máximos e mínimos nas mensurações de frutos e sementes para os caracteres avaliados pode ser consequência de intervenção de fatores bióticos (predação e competição com outras espécies) e abióticos (solo, disponibilidade de nutrientes, precipitações, entre outros) durante o florescimento e o desenvolvimento, pois dentro da mesma espécie pode suceder variações individuais.

Os resultados biométricos sugerem, segundo Barros et al. (2012), um indício de uma alta variabilidade genética da espécie e isso pode estar relacionado com a origem de diferentes matrizes (Villachica et al., 1996).

Segundo Córner (1976) e Damião Filho (1993), os frutos de *P. pendula* medem entre 160 a 350 mm de comprimento, e podem ser considerados diferenciados quando comparados entre matrizes. Isso corrobora com os resultados encontrados neste trabalho, verificando frutos com médias de comprimento, variaram de 100 a 263,97 mm, demonstrando a heterogeneidade entre as matrizes avaliadas.

Os resultados constantes na tabela 4 estão apresentados pelos valores médios, mínimos e máximos para o comprimento, largura, espessura e a massa fresca das sementes de *P. pendula*, apresentando variações em suas dimensões, como comprimento, largura, espessura e massa com valores de 6,45 a 10,89 mm; 3,0 a 10,86 mm e 1,79 a 4,26 mm e 0,024 a 0,91 respectivamente.

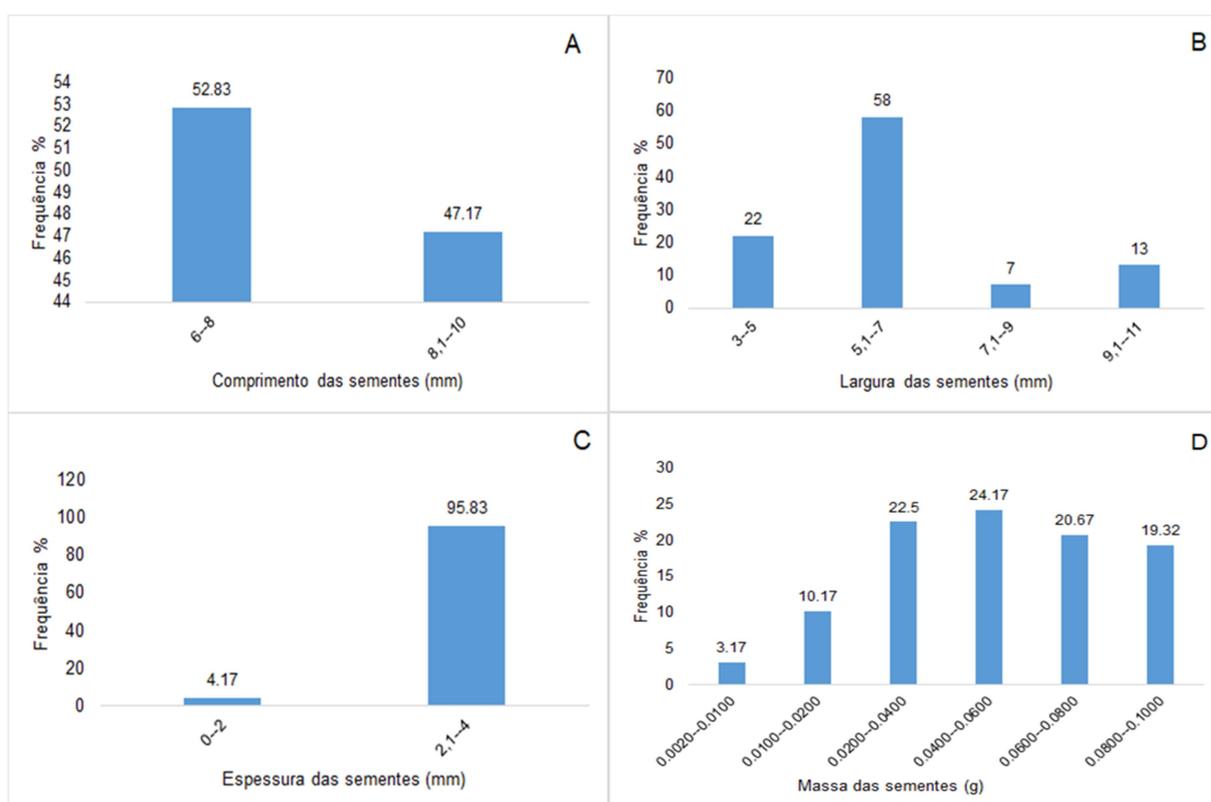
Para o comprimento verificou-se que a maioria dos frutos se concentrou em uma classe que representa 52,83%, que foram de 6 a 8 mm (Figura 7A). Em relação à largura dos frutos, também representado por uma classe 5 a 7 mm com maior frequência de 58% (Figura 7B). Para a espessura das sementes foi observado que 95,83% apresentaram valores entre 2 a 4 mm (Figura 7C). No entanto, a variável de massa fresca das sementes apresentou uma frequência de 86% concentrando quatro classes de 0,0200 a 0,0400 g (22,5%), 0,0400 a 0,0600 g (30,33%), 0,0600 a 0,0800 g (20,67%) e 0,0800 a 0,1000 (19,32%) (Figura 7D).

Foi observado alto valor do Coeficiente de Variação para a massa da semente, chegando a 104%, fato semelhante ao observado na análise dos frutos. O tamanho das sementes influencia direta ou indiretamente no estabelecimento e dispersão das espécies. Luske e Kelly (2003) afirmam que sementes grandes apresentam maiores vantagens adaptativas, principalmente pela capacidade de reservas contidas nas sementes que propicia sua sobrevivência à campo. Já as sementes menores, levam vantagem na dispersão devido ao tamanho reduzido e maior quantidade que é produzida pelos progenitores, explorando locais que não são ocupados pelas sementes maiores.

**Tabela. 3** - Estimativas descritivas dos valores médios, mínimos e máximos da massa, do comprimento, da largura e da espessura de sementes de *Parkia pendula*, oriundas de 30 matrizes. Alta Floresta/MT, 2020.

Características	Média <sup>1</sup>	Mínimo	Máximo	Moda	CV (%)
Comprimento (mm)	8,10 (±0,71)	6,45	10,89	0,51	8,78
Largura (mm)	6,18 (± 1,92)	3,0	10,86	3,67	30,99
Espessura (mm)	2,70 (± 0,32)	1,79	4,26	0,10	12,00
Massa (g)	0,06 (± 0,06)	0,0024	0,91	0	104,16

<sup>1</sup>Valores representam médias (± desvio-padrão, n= 12,000). Coeficiente de variação (CV).



**Figura. 7** - Distribuições das frequências relativas (Fr) do comprimento (A), largura (B), espessura (C) e massa (D) das sementes de *Parkia pendula*, oriundas de 30 matrizes. Alta Floresta/MT, 2020

O método de agrupamento UPGMA, considerando o ponto de corte de 79% de distância, com base no método de Mojena (1977), permitiu a formação de cinco grupos (Figura 8). M1, M17, M20, M12, M6, M9, M10, M14, M22, M18, M18, M8, M19, M2, M15, M5, M3, M13, M21, M11, M30 e M4; as matrizes do grupo I fazem parte das regiões de Alta Floresta, Carlinda, Colíder, Nova Cannã do Norte e e a matriz 30 de Sinop, essas mostraram maior similaridade para as características de espessura dos frutos, largura, massa dos frutos, largura das sementes e espessura

das sementes, isso ocorre devido a frutos largos e mais espessos produzirem sementes mais largas e compridas.

As regiões onde essas matrizes M1 a M30, foram encontradas são de várzea e com períodos de chuvas intensas, elas se apresentavam nas bordas das áreas de mata ocorrendo uma maior absorção de água nos períodos iniciais de frutificação, por ser uma espécie baricoria, ou seja que sua dispersão é por gravidade, a maioria dos frutos foram encontrados ao solo. O grupo II foi formado pelas matrizes M24, M29, M25 e M28; as matrizes do grupo II, são dos municípios de Itaúba e Sinop, essas mostraram maior similaridade para as características de menores valores do comprimento dos frutos e massa das sementes, isso ocorre devido a frutos menores produzirem sementes mais finas. Pois as regiões onde foram encontradas são de terra firme e maior exposição ao sol, as matrizes se apresentavam nas bordas das áreas de mata, em aberturas de dossel, ocorrendo uma maior exposição dos frutos a temperaturas elevadas, os frutos ficam mais tempo na árvore, foram coletados ainda fechados.

O grupo 3 uniu as matrizes M7 e M16, que são dos municípios de Carlinda e Nova Canaã do Norte, essas mostraram maior similaridade para as características de maiores valores de espessura dos frutos e massa das sementes, isso ocorre devido a frutos mais espessos produzirem sementes mais pesadas. Pois as regiões encontradas foram regiões próximas de várzea e maior exposição ao sol, as matrizes se apresentavam nas bordas das áreas de mata, em aberturas de dossel, ocorrendo uma maior exposição dos frutos a temperaturas elevadas e umidade, os frutos foram coletados ao solo e ainda fechados.

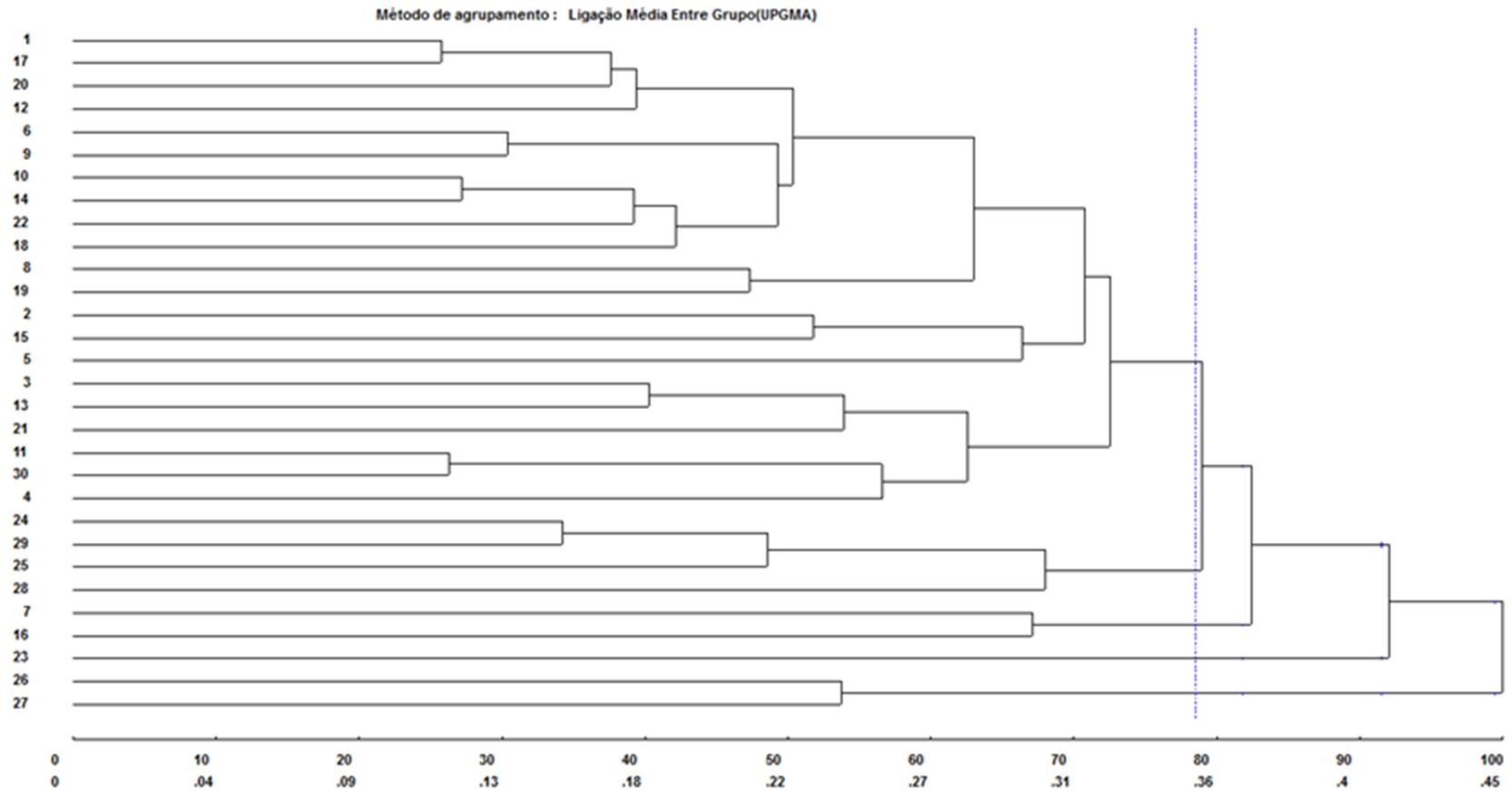
O grupo 4 com apenas a matriz M23, do município de Colíder, o que a diferenciou das demais matrizes foi menores valores do comprimento e massa das sementes. A região onde a M23 foi encontrada é próxima a cidade, em área de dossel aberto e maior exposição ao sol, a matriz se apresentou na borda da área de mata. Os frutos foram coletados ao solo e ainda fechados.

O grupo 5 alocou as matrizes M26 e M27 são do município de Sinop, sendo o que as diferenciou foi maiores valores para largura dos frutos, largura das sementes e espessura das sementes. Foram encontradas próximas a cidade e

áreas de varzea, em área de dossel aberto e maior exposição ao sol e úmidade, as matrizes se apresentaram nas borbas das áreas de mata. Os frutos foram coletados ainda nas árvores e fechados.

Os resultados indicam que houve uma maior tendência das matrizes do município de Sinop, ficarem inseridas em grupos diferentes. Ganga et al. (2010) sugerem que variações entre populações podem ser provocadas por fatores ambientais como tipo de solo, perto de regiões de varzea, abertura de dossel, próximas a cidade, o regime de chuvas e exposição dos frutos a diferentes temperaturas.

**Figura. 8** - Dendrograma representativo da dissimilaridade fenotípica entre 30 matrizes de *Parkia pendula*, obtido pelo método UPGMA. O Coeficiente de correlação cofenética (r) foi de (CCC=0,7218)



A análise de agrupamento das matrizes por meio do método de otimização de Tocher, com base na Distância Euclidiana Média, permitiu a formação de sete grupos onde o grupo I reuniu as matrizes M1, M17, M10, M14, M20, M12, M9, M22, M18, M3, M6, M24, M13, M25, M15, M2, M16, M8, M4 e M19; já no grupo II ficaram alocados as matrizes M11, M30 e M21; o grupo III foi composto pelas matrizes M26, M27 e M28, o grupo IV ficou representado somente pela matriz M29, o grupo V representado pela Matriz M5, grupo VI representado pela matriz M7 e por fim grupo VII representado pela matriz M23 (Tabela 4).

**Tabela. 4** - Agrupamento pelo método de otimização de Tocher, com base na distância Euclidiana média, estimada a partir de 8 características dos frutos e sementes das 30 matrizes de *Parkia pendula*.

<b>Grupos</b>	<b>Matrizes</b>
I	M1, M17, M10, M14, M20, M12, M9, M22, M18, M3, M6, M24, M13, M25, M15, M2, M16, M8, M4, M19
II	M11, M30, M21
III	M26, M27, M28
IV	M29
V	M5
VI	M7
VII	M23

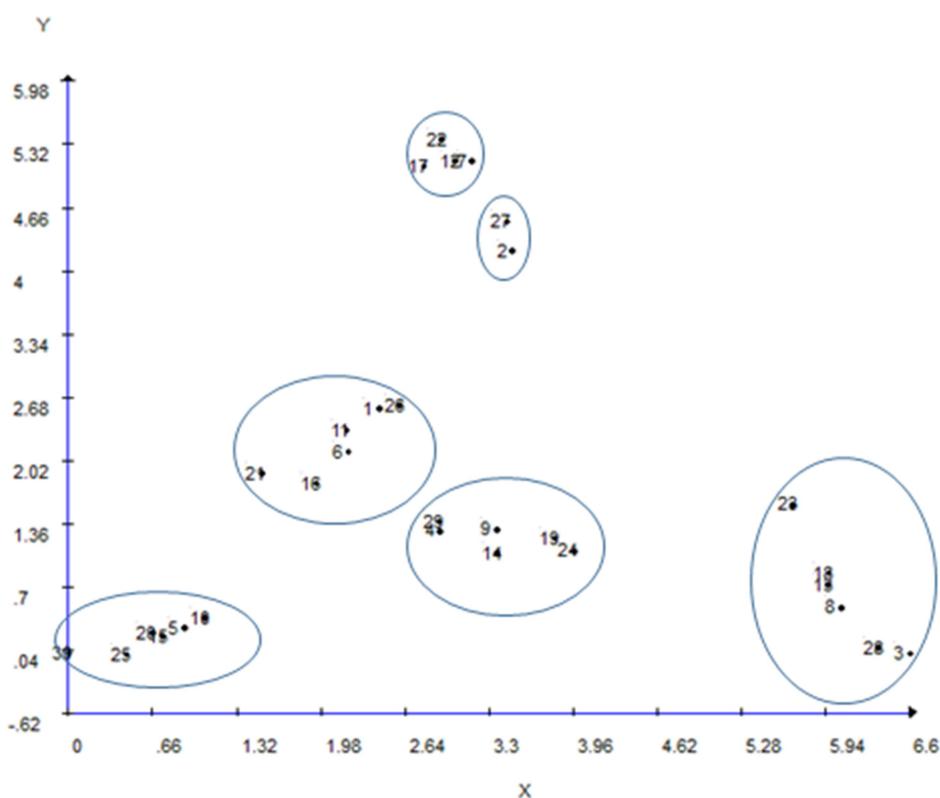
No agrupamento de Tocher é comum de se observar nos primeiros grupos uma maior concentração de matrizes. Esse tipo de análise tem como objetivo manter a homogeneidade dentro dos grupos e a heterogeneidade entre os grupos, onde o maior número de indivíduos alocados em um determinado grupo indica que eles apresentam maior similaridade genética e os indivíduos enquadrados nos últimos grupos apresentam maior divergência em relação aqueles que estão no primeiro grupo (Cruz et al., 2012). As matrizes M29, M5, M7 e M23, apresentaram maiores divergências, essas localizadas nos municípios de Sinop, Nova Bandeirantes, Carlinda e Colíder, apresentaram divergência para todas as características analisadas.

Para contribuição relativa de cada característica para a expressão da divergência genética de acordo com o método de Singh (1981) foi observado que o comprimento dos frutos (84,50%) foi a que mais contribuiu para a distinção das matrizes estudadas. A largura das sementes, largura dos frutos, espessura dos

frutos e massa dos frutos efetivamente com valores muito próximos para distinção das matrizes. As características que tiveram pouca contribuição (abaixo de 1%) foram comprimento das sementes, espessura das sementes e massa das sementes (Tabela 5).

**Tabela. 5** - Estimativas da contribuição relativa de cada característica (S.j.) para a divergência genética entre matrizes de *Parkia pendula*, pelo método de Singh (1981).

Variáveis	S.j.	Valor (%)
CF	18581,69	84,50
LF	491,09	2,23
EF	272,27	1,24
MF	321,54	1,46
CS	117,54	0,53
LS	2192,60	9,97
ES	14,20	0,65
MS	0,20	0,00



**Figura. 9** - Dispersão Gráfica dos 30 matrizes de *Parkia pendula* baseado na formação de sete grupos formados pelas regiões de localização, no Norte do Estado de Mato Grosso

O gráfico de dispersão das matrizes de *P. pendula*, utilizando o modelo bidimensional (Figura 9) permitiu visualizar a formação de seis grupos. O grupo I reuniu as matrizes: M7, M12, M17 e M22, semelhantes para características de espessura dos frutos, largura dos frutos, massa dos frutos e largura das sementes o

grupo II, agrupou apenas duas matrizes, sendo elas: M27 e M2, semelhantes para as características de largura do fruto, largura das sementes e espessura das sementes o grupo III, reuniu as matrizes; M1, M6, M11, M16, M21 e M26, semelhantes para todas as características biométricas dos frutos e sementes; o grupo IV agrupou as matrizes: M29, M4, M9, M14, M19 M24, sendo semelhantes para as características de comprimento dos frutos, largura dos frutos, espessura dos frutos, comprimento das sementes e largura das sementes; o grupo V agrupou as matrizes: M5, M30, M10, M20, M15 e M25, semelhantes para as características de largura dos frutos, espessura dos frutos, espessura dos frutos e massa das sementes e o grupo VI agrupou as matrizes: M23, M8, M28, M3, M18 e M13, foram semelhantes para todas as características biométrica das sementes.

#### **4. CONCLUSÃO**

A partir da biometria de frutos e sementes concluímos que há divergência genética entre matrizes da espécie florestal *Parkia pendula* nativas no Norte do Estado do Mato Grosso, com grande diversidade genética para atributos relacionados a características morfofisiológicas das sementes estudadas.

## 5. REFERÊNCIAS

BARROS, H. S. D.; PEREIRA, A. G.; CRUZ, E. D.; MORAES, C. B.; SILVA, E. A. A. Caracterização biométrica de frutos de *Parkia gigantocarpa* Ducke (Leguminosae-Mimosoideae). In: Congresso Brasileiro De Recursos Genéticos, 2. 2012, Belém, PA. **Anais...** Brasília: Sociedade Brasileira de Recursos Genéticos, 2012. 1 CDROM. Disponível em: <<http://www.alice.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/950461/1/299.pdf>>. Acesso em: 04 de maio de 2020.

BOTREL, M. C.; CARVALHO, D. Variabilidade isoenzimática em populações naturais de jacarandá paulista (*Machaerium villosum* Vog.), **Revista Brasileira de Botânica**, v.27, p.621-627, 2004.

CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 5. ed. Jaboticabal: FUNEP, 590 p. 2012.

CARVALHO, P. E. R. **Espécies arbóreas brasileiras**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2006.

CARVALHO, P. E. R. **Espécies arbóreas brasileiras**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica; Colombo: Embrapa Florestas (Coleção Espécies Arbóreas Brasileiras, 4). 644 p. 2010.

CORNER, E. J. H. **The Seeds of Dicotyledons: Volume 1**. Cambridge University Press, 1976.

CRUZ, C., D. **Programa Genes: aplicativo computacional em genética e estatística**. Viçosa: UFV, 1997.

CRUZ, C. D. Programa Genes: a software package for analysis in experimental statistics and quantitative genetics. **Acta scientiarum**. v.35, n.3, p.271-276, 2013.

DAMIÃO FILHO, C, F. **Morfologia vegetal**. FUNEP: UNESP, 1993.

FARO, B. L. S de O.; SOUZA, H. J. R.; XAVIER, J. S. R. Distribuição geográfica de *Parkia pendula* (Willd.) Benth. ex Walp.(Leguminosae-Mimosoideae) no estado do Pará-Brasil. In: **Embrapa Amazônia Oriental-Artigo em anais de congresso (ALICE)**. In: SIMPÓSIO DE ESTUDOS E PESQUISAS EM CIÊNCIAS AMBIENTAIS NA AMAZÔNIA, 5, 2016, Belém, PA. Anais. Belém, PA: UEPA, 2016.

GANGA, R. M. D.; FERREIRA, G. A.; CHAVES, L. J.; NAVES, R. V.; NASCIMENTO, J. L. Caracterização de frutos e árvores de populações naturais de *Hancornia speciosa* Gomes do Cerrado. **Revista Brasileira de Fruticultura**. v.32, n.1, p.101-113, 2010. Disponível em:< <http://www.scielo.br/pdf/rbf/v32n1/aop01910.pdf>>. Acesso em: 28 mai. 2020.

LABORIAU, L. G.; VALADARES, M. B. On the germination of seeds of *Calotropis procera*. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v.48, p.174-186, 1976.

LOUREIRO, A. A.; SILVA, M, F; ALENCAR, J. Da C. **Essências madeireiras da Amazônia**. Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus (Brasil), 2000.

MOJENA, P. A.; COELHO, C. V. L. Evaluation of the physiological quality of *Parkia platycephala* seeds. **Scientific Electronic Archives**, v.10, n.4, p.20-31, 2017.

PEDRON, F. A.; MENEZES, J. P.; MENEZES, N. L. Parâmetros biométricos de fruto, endocarpo e semente de butiazeiro. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.34, p.585-586, 2004.

PIEPER, V, E, P. Análise Dos Elementos Climáticos E Suas Influencias Em Área Agrícola Na Região Norte Do Mato Grosso. **Revista Mato-Grossense de Geografia**, v.18, n.1, p.69-82, 2020.

RAO, C. R. **Métodos estatísticos avançados em pesquisa biométrica**. 1952.

SILVA, R. B; MATOS, V. P.; FARIAS, S. G. DE; SENA, L. H. DE, M.; SILVA, D. Y. B. DE, O. Germination and seedling vigour in *Parkia platycephala* Benth. In different substrates and temperatures. **Revista Ciência Agronômica**, v.48, n.1, p.142-150, 2017.

SINGH, D. The relative importance of characters affecting genetic divergence. **Indian Journal of Genetics and Plant Breeding**, New Delhi, v. 41, n. 2, p. 237-245, 1981.

SNEATH, P. H. A.; SOKAL, R. R. **Numerical taxonomy. The principles and practice of numerical classification**. 573pp. 1973.

SOKAL, R. R.; ROHLF, F. James, **A comparação de dendrogramas por métodos objetivos**. **Taxon**, p.33-40, 1962.

VILLACHICA, H.; CARVALHO, J. E. U.; MÜLLER, C. H.; DIAZ, S. C.; ALMANZA, M. **Frutales y hortalizas promisorios de la Amazônia**. Lima: Tratado de Cooperación Amazonica, Secretaria Pro-tempore. (Publicaciones, 44). p.152-156. 1996.

## 6. CONCLUSÕES GERAIS

O método de UPGMA possibilita um melhor agrupamento e visualização da distância entre as matrizes de *Parkia pendula* estudadas, sendo responsável pela formação de cinco grupos distintos.

Há grande diversidade genética entre as matrizes de *Parkia pendula* na região norte do estado de Mato Grosso, de acordo com os atributos dos frutos e sementes analisados.