



**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO**  
**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA – PGAGRO**

**BEATRIZ SILVA LINS**

**POTENCIAL DE ARMAZENAMENTO E TIPOS DE**  
**EMBALAGENS ALTERNATIVAS PARA SEMENTES DE JATOBÁ**  
*(Hymenaea courbaril L.)*

**Belém – PA**

**2023**

**BEATRIZ SILVA LINS**

**POTENCIAL DE ARMAZENAMENTO E TIPOS DE  
EMBALAGENS ALTERNATIVAS PARA SEMENTES DE JATOBÁ  
(*Hymenaea courbaril* L.)**

Dissertação apresentada à Universidade Federal Rural da Amazônia, Campus de Belém, como requisito básico para a obtenção do título de mestre em Agronomia.

Orientador (a): Prof. Dra. Cristiane Fernandes  
Lisboa

**Belém – PA**

**2023**

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) de  
acordo com ISBD**

---

L759p Lins, Beatriz Silva.

Potencial de armazenamento e tipos de embalagens  
alternativas para sementes de Jatobá (*Hymenaea courbaril*) /  
Beatriz Silva Lins. — 2023.

52 f. : il. color.

Orientadora: Prof. Dra. Cristiane Fernandes Lisboa.

Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade  
Federal Rural da Amazônia, Belém, 2023.

1. jatobá. 2. *Hymenaea courbaril*. 3. Fabaceae. 4. espécie  
florestal. 5. semente ortodoxa. I. Título.

CDD

---

583.74

Ficha catalográfica elaborada pela Bibliotecária  
Nilzete Ferreira Gomes / CRB-2-1231

**BEATRIZ SILVA LINS**

**POTENCIAL DE ARMAZENAMENTO E TIPOS DE EMBALAGENS  
ALTERNATIVAS PARA SEMENTES DE JATOBÁ (*Hymenaea courbaril*  
L.)**

Dissertação apresentada a Universidade Federal Rural da Amazônia, como parte das exigências do Programa de Pós-graduação em Agronomia, visando a obtenção do título de mestre.

Belém (PA), 30 de junho de 2023.

**BANCA EXAMINADORA:**

Documento assinado digitalmente  
 **CRISTIANE FERNANDES LISBOA**  
Data: 29/07/2023 09:44:50-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

---

**Prof. Dra. Cristiane Fernandes Lisboa**  
Orientador - UFVJM

Documento assinado digitalmente  
 **ITAMAR ROSA TEIXEIRA**  
Data: 01/08/2023 14:56:21-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

---

**Prof. Dr. Itamar Rosa Teixeira**  
Examinador externo - UEG

Documento assinado digitalmente  
 **RENATA CASSIA CAMPOS**  
Data: 01/08/2023 22:00:48-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

---

**Prof. Dra. Renata Cássia Campos**  
Examinador externo - UFV

Documento assinado digitalmente  
 **DENMORA GOMES DE ARAUJO**  
Data: 02/08/2023 16:04:13-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

---

**Prof. Dra. Dênmore Gomes de Araújo**  
Examinador interno - UFRA

## AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por ter me guiado até aqui.

Ao meus queridos pais, Helena Oliveira e João Lins, por todo o amor e cuidado e por sempre me apoiarem na minha jornada.

Às minhas irmãs Angélica Lins e Jaqueline Lins, pelo carinho e ajuda.

Ao meu companheiro Wilker Andrade, pelo apoio incondicional e por sempre me encorajar.

À minha orientadora, Prof. Dra. Cristiane Fernandes Lisboa por toda a Paciência e empenho para me orientar.

À Prof. Dra. Dênmora Gomes de Araújo, por todo o suporte, carinho e acolhimento.

Ao Laboratório Didático de Análise de Sementes (LABSEM), por disponibilizar a estrutura necessária para o desenvolvimento desta pesquisa, e ter proporcionado a oportunidade de conhecer pessoas maravilhosas que levarei para a vida.

À equipe do LABSEM, Em especial Anne Oliveira, Allan Ramires, Brenda Silva, Paulo Castro, Jaiane Sousa, Jó Rodrigues, Matheus Borges e Tássia Ferreira pelo auxílio e amizade.

Às minhas amigas Beatriz Oliveira, Larissa Ferreira, Nágila Guedes e Shirley Santos por me apoiarem torcerem pelo meu sucesso.

À Universidade Federal Rural Da Amazônia por possibilitar ampliar os horizontes do conhecimento.

Ao programa de Pós-graduação em Agronomia – Produção Vegetal Em Sistemas Agrícolas da Universidade Federal Rural Da Amazônia, pela oportunidade de qualificação profissional.

À Capes - Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior, pela concessão da bolsa de estudos.

A todos meus sinceros agradecimentos.

## RESUMO

O jatobá (*Hymenaea courbaril* L.) é uma espécie arbórea da família Fabaceae com grande importância socioambiental. Apesar da exploração econômica dessa cultura ser crescente principalmente na região amazônica, ainda assim é limitado o acervo de informações, especialmente relacionadas ao processamento e qualidade de sementes. O objetivo desta pesquisa foi avaliar a influência de tipos de embalagens nas propriedades físicas e na qualidade fisiológica de sementes de jatobá ao longo do armazenamento. Foi empregado o delineamento inteiramente casualizado (DIC), em esquema fatorial 5 x 3, com quatro repetições. Os tratamentos foram constituídos por três tipos de embalagem (garrafa PET, embalagem saco plástico e embalagem de papel kraft) e cinco períodos de armazenamento (0, 2, 4, 6 e 8 meses). As embalagens com os tratamentos foram colocadas em uma sala com temperatura  $21 \pm 2^\circ \text{C}$  e umidade relativa média de 68%. A cada dois meses, foram realizados testes para avaliar as propriedades físicas das sementes: teor de água, massa de 100 sementes, perda de massa, tamanho e forma, esfericidade, circularidade, massa específica aparente, massa específica unitária, porosidade e qualidade fisiológica: teste de germinação, primeira contagem, condutividade elétrica e envelhecimento acelerado. Durante o período de armazenamento o teor de água das sementes variou de 8,9 a 9,7% (b.u). Dentre os principais resultados, pode-se constatar que a embalagem PET teve o melhor desempenho durante o armazenamento, para propriedades físicas e qualidade fisiológica. As sementes podem ser armazenadas por oito meses sem perder significativamente a viabilidade e vigor.

**Palavras chaves:** Fabaceae; espécie florestal; deterioração; conservação; germinação; longevidade; sementes ortodoxas.

## ABSTRACT

Jatobá (*Hymenaea courbaril* L.) is a tree species of the Fabaceae family with great socio-environmental importance. Although the economic exploitation of this crop is increasing mainly in the Amazon region, the collection of information is still limited, especially related to the processing and quality of seeds. The objective of this research was to evaluate the influence of packaging types on the physical properties and physiological quality of jatobá seeds during storage. A completely randomized design (DIC) was used, in a 5 x 3 factorial scheme, with four replications. The treatments consisted of three types of packaging (PET bottle, plastic bag packaging and kraft paper packaging) and five storage periods (0, 2, 4, 6 and 8 months). The packages with the treatments were placed in a room with a temperature of  $21 \pm 2$  °C and an average relative humidity of 68%. Every two months, tests were carried out to evaluate the physical properties of the seeds: water content, mass of 100 seeds, mass loss, size and shape, sphericity, roundness, apparent specific mass, unitary specific mass, porosity and physiological quality: germination test, first count, electrical conductivity and accelerated aging. During the storage period, the water content of the seeds ranged from 8.9 to 9.7% (b.u). Among the main results, it can be seen that the PET packaging had the best performance during storage, for physical properties and physiological quality. Seeds can be stored for eight months without significantly losing viability and vigor.

**Keywords:** Fabaceae; forest species; deterioration; conservation; germination; longevity; orthodox seeds.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Fruto do jatobá (A). Sementes de jatobá (B). .....	12
Figura 2 – Etapas do experimento desenvolvido.....	19
Figura 3 – embalagens utilizadas no experimento: garrafa PET (A); saco plástico (B) e saco de papel tipo kraft (C). .....	20
Figura 4 – As embalagens dispostas em prateleiras na sala de armazenamento. ....	21
Figura 5 – determinação da massa de 100 sementes. ....	22
Figura 6 – Desenho esquemático das dimensões da semente de jatobá. ....	23
Figura 7 – Montagem do teste de germinação (A). Sequência da germinação (B). Plântula normal ao final do teste de germinação (C).....	26
Figura 8 – Protrusão da radícula em semente de jatobá. ....	26
Figura 9 – leitura da condutividade elétrica de sementes de jatobá. ....	29
Figura 10 – Caixa tipo gerbox com sementes de jatobá sobre tela metálica. ....	29
Figura 11 – Teor de água (% b.u) de sementes de jatobá armazenadas em embalagem saco plástico por oito meses. ....	35
Figura 12 – Massa específica aparente ( $\rho_{ap}$ ) de sementes de jatobá armazenadas em diferentes embalagens por oito meses. ....	37
Figura 13 – Crescimento de plântula de jatobá armazenadas em embalagem de papel tipo kraft por oito meses de armazenamento.....	38
Figura 14 – Massa seca total de plântulas de jatobá de sementes armazenadas em embalagem saco plástico por oito meses. ....	39
Figura 15 – Índice de velocidade de germinação (IVG) de sementes de jatobá armazenadas em embalagem saco plástico por oito meses de armazenamento.....	40
Figura 16 – Tempo médio de germinação (TG) de sementes de jatobá armazenadas em embalagem saco plástico por oito meses. ....	41

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Análise de variância das propriedades físicas de sementes de jatobá submetidas ao armazenamento em diferentes tipos de embalagem. ....	31
Tabela 2 – Análise de variância das propriedades físicas de sementes de jatobá submetidas ao armazenamento em diferentes tipos de embalagem. ....	32
Tabela 3 – Análise de variância das características fisiológicas de sementes de jatobá submetidas ao armazenamento em diferentes tipos de embalagem e diferentes períodos de tempo. ....	32
Tabela 4 – Análise de variância das características fisiológicas de sementes de jatobá submetidas ao armazenamento em diferentes tipos de embalagem. ....	33
Tabela 5 – Valores médios para teor de água (% b.u) aplicados a sementes de jatobá armazenadas em diferentes embalagens para a interação embalagem x tempo. ....	34
Tabela 6 – Valores médios para Massa específica aparente ( $\rho_{ap}$ ) aplicados a sementes de jatobá armazenadas em diferentes embalagens para a interação embalagem x tempo. ....	36
Tabela 7 – Valores médios para altura de plântula (cm) aplicados a sementes de jatobá armazenadas em diferentes embalagens para a interação embalagem x tempo. ....	37
Tabela 8 – Valores médios para massa total de plântulas (g) aplicados a sementes de jatobá armazenadas em diferentes embalagens para a interação embalagem x tempo. ....	38
Tabela 9 – Valores médios para Índice de velocidade de germinação (IVG) aplicados a sementes de jatobá armazenadas em diferentes embalagens para a interação embalagem x tempo. ....	39
Tabela 10 – Valores médios para Tempo médio de germinação (TG) aplicados a sementes de jatobá ( <i>Hymenaea courbaril</i> L.) armazenadas em diferentes embalagens para a interação embalagem x tempo. ....	41
Tabela 11 – Valores médios para Velocidade média de germinação (VG) aplicados a sementes de jatobá armazenadas em diferentes embalagens para a interação embalagem x tempo. ....	42

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	8
<b>2. OBJETIVOS</b> .....	11
<b>2.1. Geral</b> .....	11
<b>2.2. Específicos</b> .....	11
<b>3. REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	12
<b>3.1. Jatobá: aspectos gerais</b> .....	12
<b>3.2. Importância econômica do setor florestal</b> .....	13
<b>3.3. Importância econômica do jatobá</b> .....	13
<b>3.4. Características das sementes de jatobá</b> .....	14
<b>3.5. Armazenamento de sementes</b> .....	15
<b>3.6. Embalagens</b> .....	17
<b>4. METODOLOGIA DA PESQUISA</b> .....	19
<b>4.1. Implantação do experimento</b> .....	19
<b>4.2. Caracterização da matéria prima</b> .....	19
<b>4.3. Delineamento experimental</b> .....	20
<b>4.4. Análises físicas</b> .....	21
4.3.1. Teor de água das sementes.....	21
4.3.2. Massa de 100 sementes.....	22
4.3.3. Perda de massa ao longo do armazenamento.....	22
4.3.4. Tamanho e forma.....	22
4.3.5. Esfericidade e Circularidade.....	23
4.3.6. Massa específica aparente.....	24
4.3.7. Massa específica unitária.....	24
4.3.7. Porosidade.....	25
<b>4.4. Análises fisiológicas</b> .....	25
4.4.2. Germinação.....	25
4.4.3. Primeira contagem.....	26
4.4.4. Índice de velocidade de germinação.....	26
4.4.5. Tempo médio de velocidade de germinação.....	27
4.3.6. Comprimento de plântula.....	28
4.4.7. Massa seca de plântulas.....	28
4.4.8. Condutividade elétrica.....	28
4.4.9. Envelhecimento acelerado.....	29
<b>4.5. Análises estatísticas</b> .....	30

<b>5. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>31</b>
<b>6. CONCLUSÃO .....</b>	<b>44</b>
<b>7. REFERÊNCIAS .....</b>	<b>45</b>

## 1. INTRODUÇÃO

A utilização de espécies nativas e exóticas para implantação de florestas plantadas, ou na composição de sistemas agroflorestais e recuperação de áreas degradadas, vem da demanda crescente de madeira em contraste com a necessidade de redução da derrubada de florestas nativas. Neste cenário, tem-se o jatobá (*Hymenaea courbaril* L.), pertencente à família Fabaceae e a subfamília Caesalpineaceae, é uma espécie arbórea de grande porte com ampla distribuição geográfica pelo país, sendo considerada de alta versatilidade, pois além de fornecer madeira de boa qualidade, pode ser utilizada também para fins medicinais, alimentícios e no artesanato. Além disso, é muito utilizada em sistemas agroflorestais e recuperação de áreas degradadas (SOUZA; LIMA, 2012).

Segundo dados do IBÁ (2022), a geração de novos empregos no ano de 2021, foi de aproximadamente 553 mil diretos e 1,59 milhão indiretos, e com previsão de aplicação de investimento R\$ 60,4 bilhões para a expansão do setor de árvores plantadas até 2028. Seguindo esta perspectiva, espera-se que o número de contratações seja ainda maior, impactando de forma positiva na economia, pois além dos salários pagos, os tributos também são importantes no desenvolvimento nacional, e somente para os tributos federais o setor contribuiu com cerca de R\$ 16,7 bilhões em 2021.

Neste contexto, destaca-se o jatobá, que faz parte de uma série de espécies florestais que vem sendo requisitadas para reflorestamento e recuperação de áreas degradadas, e por isso, possui grande potencial de expansão na região amazônica. No setor florestal, a carência de informações técnicas relacionadas ao cultivo de espécies nativas é um dos entraves para inclusão delas em projetos de reflorestamento, dentre as informações pertinentes, estão as relacionadas as características das sementes.

Uma das características importantes que se deve ter conhecimento, é quanto a presença de dormência nas sementes, que é comum em várias espécies florestais, essa condição é considerada um mecanismo evolutivo de distribuição espaço-temporal da germinação das sementes, que ajuda na perpetuação das espécies, no entanto, na produção de mudas é necessário que seja superada para que haja padronização da produção, sendo requerido conhecimento sobre o tipo de dormência, e as formas de superação (BASKIN; BASKIN, 2004; PENFIELD, 2017).

Outra característica que é de fundamental importância a ser determinada é o comportamento fisiológico das sementes quanto a tolerância à dessecação e ao

armazenamento, em que as sementes podem ser classificadas em: ortodoxa, quando toleram a dessecação até baixos teores de água de 2-5% e armazenamento à baixas temperaturas até cerca de -20°C; sementes recalcitrantes, não toleram dessecação a baixos teores de água e armazenamento à baixas temperaturas; e sementes intermediárias, que permitem redução do teor de água até 7 - 10% e não toleram armazenamento sob baixas temperaturas por período prolongado (AMORIM *et al.*, 2021; CARVALHO *et al.*, 2006).

De acordo com Carvalho *et al* (2006) as sementes de jatobá são classificadas como ortodoxas, essa característica é de extrema importância, uma vez que a redução do teor de água nas sementes diminui a atividade metabólica reduzindo a velocidade de deterioração e diminui a possibilidade de criação de um microclima propício para o desenvolvimento de insetos e microrganismos, conservando a qualidade do produto. No entanto, mesmo com a redução do teor de água, se o armazenamento não for feito de forma correta pode haver um alto risco de perda de produto ao longo do tempo, levando em consideração que as sementes são higroscópicas, ou seja, tendem a entrar em equilíbrio com o meio, ganhando ou perdendo água.

Nesse contexto, escolha do tipo de embalagem pode ser determinante na qualidade final das sementes, tendo função de servir como barreira para as trocas gasosas entre as sementes e o ambiente, contribuindo para manter a qualidade das sementes. Dependendo das características de permeabilidade das embalagens, elas podem ser classificadas em permeáveis, semipermeáveis e impermeáveis, por isso é necessário conhecer as características fisiológicas e físicas de uma semente, para uma escolha mais assertiva (MARCOS FILHO, 2015). As embalagens garantem diversos benefícios como a proteção do produto, facilidade na identificação e separação de lotes, mas também representam custos, que podem variar dependendo do tipo de embalagem utilizada. Nesse sentido, as embalagens alternativas podem ser uma opção para reduzir os custos, mas a escolha deve ser feita com embasamento técnico para não negligenciar a qualidade final das sementes.

O uso de embalagens alternativas como, garrafas PET que garantem proteção e segurança ao produto, facilita visualização interna e que podem ser reutilizadas após higienização, evitando que sejam descartadas no meio ambiente após o uso primário; embalagem saco plástico que é de fácil aquisição e proporciona certa proteção, assim como fácil visualização do conteúdo; e também o saco de papel Kraft com custo razoavelmente acessível e proveniente de fontes renováveis, podendo ser reciclado garantindo maior sustentabilidade, são algumas das alternativas que podem ser utilizadas pra armazenar sementes florestais.

Diante disso, pesquisas relacionadas ao efeito do uso de diferentes embalagens, e ao tempo de armazenamento na manutenção das propriedades físicas e da qualidade fisiológica de sementes florestais são relevantes para garantir a padronização de metodologias mais adequadas de armazenamento, para que não afete a disponibilidade de sementes de qualidade na entressafra, garantindo a estabilidade no mercado.

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1.Geral**

Avaliar a influência de diferentes tipos de embalagens nas propriedades físicas e na qualidade fisiológica de sementes de jatobá ao longo do armazenamento.

### **2.2.Específicos**

- Avaliar o efeito de diferentes embalagens nas propriedades físicas do jatobá ao longo do armazenamento.
- Avaliar o efeito de diferentes embalagens sobre a qualidade fisiológica de sementes de jatobá ao longo do armazenamento.
- Verificar o período de armazenamento em que as sementes de jatobá se mantêm viáveis para a propagação.

### 3. REFERENCIAL TEÓRICO

#### 3.1. Jatobá: aspectos gerais

O jatobá (*Hymenaea courbaril* L.), pertence à família Fabaceae e à subfamília Caesalpineaceae, também pode ser conhecido por outros inúmeros nomes, tais como, jutaí-açu, jutaí-bravo, jutaí-grande, jataí, jataí-açu, jataí-grande, jataí-peba, entre outros. Possui ampla distribuição geográfica, sendo encontrado na América Central e em diversos países da América do Sul, como Guiana Francesa, Suriname, Guiana, Venezuela, Colômbia, Peru e Bolívia e Brasil. No território brasileiro é encontrado do Norte até o Sudeste, sendo adaptado a altitudes de até 900 m acima do nível do mar, desenvolvendo-se bem em zonas com precipitação de 1500 a 3000 mm ao ano (MELO; MENDES, 2005).

Pode atingir até 2 m de diâmetro a altura do peito (DAP) e 30 a 45 m de altura; seu tronco é cilíndrico e reto, e o fuste pode chegar até 15 m de altura; suas folhas são bifoliadas com disposição alternas e seus folíolos possuem disposição oposta e formato oblongo-lanceolado; possui folhagem densa formando uma copa arredondada e grande; seu sistema radicular é grande e superficial; externamente, a casca é cinza clara, quanto que a interna é rosada e faz exsudação de resina de coloração vinho; as flores são brancas a creme e são hermafroditas; seus frutos são vagens lenhosas com comprimento de 12 a 17 cm e de aproximadamente 5 cm de largura, e cada fruto pode conter de 2 a 8 sementes (Figura 1), sendo elas de cor vinho e revestidas de polpa carnosa, farinácea de cor amarelo-pálido (TONINI; ARCO-VERDE, 2003; MELO; MENDES, 2005). A espécie atinge a maturidade reprodutiva com 8 a 12 anos (SHANLEY; MEDINA, 2005).

Figura 1 – Fruto do jatobá (A). Sementes de jatobá (B).



Fonte: o autor (2023)

### **3.2.Importância econômica do setor florestal**

No ano de 2021 o valor da produção florestal foi de R\$ 30,1 bilhões, distribuído entre a Silvicultura e a Extração vegetal, com 79,3% e 20,7%, respectivamente. Nesse cenário a região Norte representa 11,8 % no valor da produção, e um dos fatores que influenciam nesse percentual é o fato da extração vegetal ser predominante, sendo a mesma com menor participação no valor total (IBGE, 2021). Em relação a florestas plantadas, o país vem registrando os maiores índices de produtividade de biomassa florestal, tendo destaque no mercado internacional de papel e celulose (IBGE, 2021).

No ano de 2021, o setor de árvores cultivadas obteve uma receita bruta de R\$ 244,6 bilhões, cerca de mais 80% das exportações da cadeia florestal foram absorvidas principalmente pela Ásia, Europa e América do Norte, com destaque para China e Estados Unidos que juntos somaram mais 50% do total exportado pelo país, representando US\$ 5,7 bilhões, US\$ 0,6 milhão a mais que no ano de 2020 (IBÁ, 2022). Por mais que a participação das espécies nativas ainda seja pequena em relação ao volume total de madeira exportado, existe potencial para expansão.

### **3.3.Importância econômica do jatobá**

É uma das espécies nativas que é bastante apreciada pelo mercado, possuindo alto valor agregado devido as características de sua madeira, considerada de boa qualidade. Por ser muito pesada e moderadamente fácil de trabalhar, sua madeira pode ser aplainada, colada, parafusada e pregada, e considerada de bom acabamento, podendo também ser pintada, envernizada e lusturada; seu cheiro é imperceptível, um fato positivo, pois existem espécies florestais que possuem odor forte, que muitas vezes podem incomodar o olfato de alguns consumidores mais sensíveis (COSTA *et al.*, 2011).

É uma espécie importante para povos e comunidades tradicionais e extrativistas, que a utilizam de forma doméstica, ou que estão envolvidos na sua cadeia produtiva, coleta, processamento, industrialização e comercialização de seus produtos. Tiago *et al.* (2019) ao realizarem um estudo etnobotânico sobre o jatobá no estado do Mato Grosso, na região Centro Oeste do país, identificaram 42 tipos de uso para a espécie, classificados dentro das categorias: alimentar, artesanato, ecológico, madeireiro, tecnológico e medicinal, e dentre as categorias, o uso medicinal representou cerca de 80% dos dados coletados.

Pode-se usar diversas partes da planta, a resina (jutaicica) pode ser utilizadas como incenso, verniz e medicamentos, além disso, já foi identificado propriedades antioxidantes e a presença de terpenos e fenólicos, o que pode ter relação ao baixo índice de fungos encontrados atacando esta espécie; as folhas e a casca também são muito utilizadas para fins terapêuticos; a polpa é fonte de açúcar dietético com alta concentração de fibras sendo muito relevante na alimentação humana, e vem sendo bastante utilizada como farinha em diversas receitas; também pode-se obter o chamado “vinho do Jatobá” ao perfurar seu caule, um produto muito apreciado na medicina popular, com diferentes finalidades (TONINI; ARCO-VERDE, 2003; SHANLEY; MEDINA, 2005).

Essas informações sobre os diversos usos que podem ser dados a esta espécie, evidenciam a importância econômica que a mesma representa e também o potencial que ainda pode ser explorado.

#### **3.4. Características das sementes de jatobá**

As sementes de jatobá são glabras, com coloração que pode variar de vermelho-escuro a castanho-avermelhado; formato obovoide a elipsoide, podendo ser ligeiramente achatadas; hilo de formato oblongo, pequeno, localizado na região basal e micrópila inconspícua; médias de peso, comprimento, largura e espessura de (3,53 g, 2,29 cm 1,79 cm e 1,22cm), respectivamente; são classificadas como exalbuminosas, pois não possuem endosperma; os cotilédones são grossos; e o embrião é axial e o eixo embrionário é curto e cilíndrico; A germinação é epígea e a plântula fanerocotiledonar (DUARTE *et al.*, 2016). De acordo com Carvalho; Silva; Davide (2006) as sementes do jatobá são classificadas como ortodoxas, o que significa que toleram a dessecação e armazenamento à baixas temperaturas.

Quando sementes viáveis não germinam mesmo em condições favoráveis, esse fenômeno indica que pode haver algum tipo de dormência, que pode ser dormência endógena, quando existe algum mecanismo fisiológico que impede a germinação, como por exemplo, a imaturidade do embrião, ou o balanço entre fitormônios, sendo eles o ácido giberélico (GA3) e ácido abscísico (ABA) que podem influenciar na dormência de sementes. O GA3 atua na ativação de enzimas hidrolíticas necessária para a germinação, enquanto que o ABA age de maneira antagônica ao GA3 impedindo a expressão de genes que codificam essas enzimas e também induz a codificação de proteínas de armazenamento, ou seja, se houver elevado teor de ABA em relação ao GA3 a dormência pode ser mantida (BASKIN; BASKIN, 2004).

Além da dormência fisiológica, também há a dormência do tipo exógena ou física, que no caso é a que ocorre para as sementes da espécie do jatobá, de forma que o tegumento é impermeável impedido o processo de embebição, que corresponde a absorção de água por meio da diferença de potencial, essa característica, é considerada um mecanismo adaptativo para facilitar a distribuição temporal, evitando que as sementes germinem ao mesmo tempo, o que poderia ocasionar competição, ou até mesmo que toda a progênie germine em um período desfavorável (PENFIELD, 2017).

Há diversos métodos para superação de dormência em sementes florestais, tais como: escarificação química, onde é utilizado substâncias químicas como ácido sulfúrico para desgastar o tegumento; escarificação mecânica, podendo se utilizar superfícies abrasivas como lixas para desgastar o tegumento; e imersão em água quente ou fria com temperatura e tempo de imersão variável de acordo com a espécie, esses métodos têm o intuito de promover o processo de embebição, que é impedido pelo pela dormência tegumentar. Já para dormência fisiológica os métodos consistem em estratificação a frio e estratificação quente e frio (FOWLER; BIANCHETTI, 2000). Em relação aos métodos de superação de dormência, para o jatobá é indicado principalmente escarificação física por meio da utilização de superfícies abrasivas como lixas na região oposta ao hilo, escarificação física seguida de imersão em água em temperatura ambiente e escarificação química com ácido sulfúrico ( $H_2SO_4$ ).

### **3.5. Armazenamento de sementes**

O armazenamento visa guardar e conservar um produto até a sua utilização, permitindo uma distribuição temporal do mesmo (ELIAS; OLIVEIRA; VANIER, 2017). No caso das sementes isso garante que mesmo na entressafra haja disponibilidade de produto para o produtor. E assim como a secagem, o armazenamento, também pode ser utilizado como técnica para conservar a qualidade de sementes, e podem estar diretamente ligados, pois antes do armazenamento é importante que seja feito o processo de secagem, para reduzir o teor de água até níveis seguros ao armazenamento de modo à reduzir perdas de qualidade e conseqüentemente favorecer a conservação do produto, e de acordo com as características da semente será definido as estratégias de armazenamento (MARCOS FILHO, 2015).

A secagem de produtos agrícolas pode ocorrer de forma natural ou artificial, e esse processo é caracterizado pela troca de energia (calor) e massa (água) entre o produto e o meio em que está. Segundo Garcia *et al.* (2004) o que possibilita as sementes trocarem

umidade com atmosfera é o fato de ser um produto higroscópico, sendo essa troca regulada pelo potencial hídrico gerado entre a semente e o meio.

O processo de secagem geralmente precede o processo de armazenamento de produtos agrícolas, como é o caso das sementes, esse processo visa reduzir o teor de água, com intuito de conservar a viabilidade das sementes, e quando a secagem não é realizada de forma adequada, durante armazenamento as sementes podem apresentar problemas relacionados ao alto teor de água, que pode propiciar condições para que insetos e fungos se desenvolvam. Esses fatores podem acelerar o processo de deterioração devido ao aumento da taxa respiratória e metabolismo das sementes que irão culminar na redução da qualidade (ELIAS; OLIVEIRA; VANIER, 2017).

Lamarca e Barbedo (2012), ao avaliar sementes da espécie florestal *Caesalpinia echinata* Lam. relacionando a velocidade de deterioração em função do aumento de energia térmica e teor de água, constataram que estes fatores foram determinantes para o aumento da taxa respiratória (metabolismo) das sementes e consequente redução da qualidade durante o armazenamento. As sementes possuem características higroscópicas, ou seja, a capacidade de ganhar ou perder umidade dependendo das condições do ambiente. A relação entre a umidade relativa do ar e temperatura influencia diretamente no processo de equilíbrio higroscópico, e vem sendo bastante estudada atualmente com o intuito de avaliar a conservação de sementes armazenadas (BORGES, 2009).

Vale ressaltar que as sementes podem ser classificadas em grupos, quando se avalia seu comportamento quanto a secagem e armazenamento; no primeiro sementes ortodoxas são as que toleram a dessecação e o armazenamento em baixas temperaturas por um período de tempo maior; no segundo grupo sementes recalcitrantes, são as sementes que possuem sensibilidade à secagem, o que dificulta seu armazenamento por mais tempo pelo elevado teor de água apresentado, e ainda há as sementes que são classificadas como intermediárias, que toleram certo ponto de dessecação, mas não o armazenamento em baixas temperaturas, não se enquadrando totalmente a nenhum dos grupos supracitados (CARVALHO *et al.*, 2006).

O processo de deterioração das sementes não pode ser evitado ou revertido, mas pode ser retardado com a utilização de metodologias de secagem e armazenamento adequadas as características da semente, por isso muitas pesquisas são desenvolvidas para analisar e determinar quais as condições de secagem e armazenamento ideais. Em outras palavras, as sementes de plantas de espécies diferentes, possuem características químicas, físicas e fisiológicas que são inerentes a cada espécie (ELIAS; OLIVEIRA; VANIER,

2017). A variação destes atributos é que proporciona a diferença de longevidade (VIEIRA et al., 2001).

Em relação as características físicas, são inúmeras as que podem ser avaliadas em sementes e grãos, são elas, tamanho, volume, massa específica aparente, massa específica unitária, porosidade, esfericidade, circularidade, entre outras. Pode-se utilizar métodos diretos e até mesmo indiretos, para determiná-las, como é o caso da porosidade, que pode ser determinado tanto pelo método direto de complementação de volume, quanto pelo indireto estimada a partir dos dados de massa específica aparente, massa específica unitária.

É imprescindível ter informações das propriedades físicas de produtos agrícolas, e de como se comportam, seja para o desenvolvimento de maquinário, quanto para estruturas e estratégias de armazenamento, pois em posse desses dados pode ser possível prever a perda de qualidade ao longo do tempo (GONELI et al., 2011; KHAN *et al.*, 2017). Ainda, segundo Carvalho; Nakagawa (2012) é possível uniformizar a emergência de plântulas de uma espécie, determinando uma classificação de variáveis, utilizando dados biométricos de frutos e sementes.

A qualidade fisiológica de sementes armazenadas pode ser avaliada por meio de testes, como, teste de germinação, que fornece dados de porcentagem de germinação, emergência, velocidade de germinação e número de plântulas anormais (BRASIL, 2009), e também podem ser utilizados testes de envelhecimento acelerado, tetrazólio, condutividade elétrica, entre outros (TOLEDO *et al.*, 2009). Com a utilização destes testes é possível determinar lotes com maior potencial de formação de plantios com maior vigor em condições de campo. Assim, é de vital importância determinar a qualidade fisiológica das sementes e também as propriedades físicas, sendo estas, dependentes de cada espécie, e que podem sofrer alterações dependendo dos fatores ambientais, tais como, temperatura e umidade.

### **3.6. Embalagens**

Existem inúmeras maneiras de se fazer o armazenamento de produtos agrícolas, podendo ser em sacarias ou a granel, como é o caso dos grãos. Vale ressaltar que o tipo de material pode interferir na conservação do produto (MARCOS FILHO, 2015), e comparadas aos grãos, as sementes necessitam de cuidados redobrados, para que possam manter a viabilidade e alto vigor, pois são destinadas para implantação das culturas em campo, e por isso, é vital que estejam dentro dos padrões estabelecidos de qualidade.

As sementes podem ser armazenadas em embalagens de diferentes tipos de materiais (papel, vidro, plástico, alumínio etc.), que podem ser classificadas pela permeabilidade (permeáveis, semipermeáveis e impermeáveis), e também em embalagens rígidas, semirrígidas e flexíveis (BARÃO, 2011; GORGULHO, 2018). O tipo de fechamento também é um componente importante para classificar embalagens, que podem ser definidos em recipiente bem fechado (evita perda e contaminação por sólidos estranhos), recipiente perfeitamente fechado (evita perda e contaminação por sólidos estranhos, líquidos e vapores) e o hermeticamente fechado (impermeável ao ar ou qualquer outro gás) (GORGULHO, 2018).

Gugé *et al.*, (2019) armazenaram sementes tento-carolina (*Adenathera pavonina* L.) em diferentes tipos de embalagens e ambientes, e concluíram que esses fatores interferiram na germinação desta espécie, que assim como o jatobá pertence à família Fabaceae e possui dormência tegumentar. Silva *et al.* (2019) observaram que após seis meses de armazenamento em condições controladas de temperatura e umidade relativa do ar, sementes de *Caesalpinia ferrea* apresentaram porcentagem de germinação de 61 % em embalagem de polietileno e 63 % em papel kraft. Para *Schinuster ebinthifolius* o melhor tipo de embalagem para a manutenção da qualidade foi o vidro (OLIVEIRA *et al.*, 2018), enquanto para *Geoffroea spinosa* a melhor embalagem para armazenar as sementes foi em polietileno (SOUZA *et al.*, 2011). Isso evidencia o fato de que dependendo da espécie, a forma como deve ser feito o armazenamento pode variar, necessitando de conhecimento prévio das características da semente a ser utilizada.

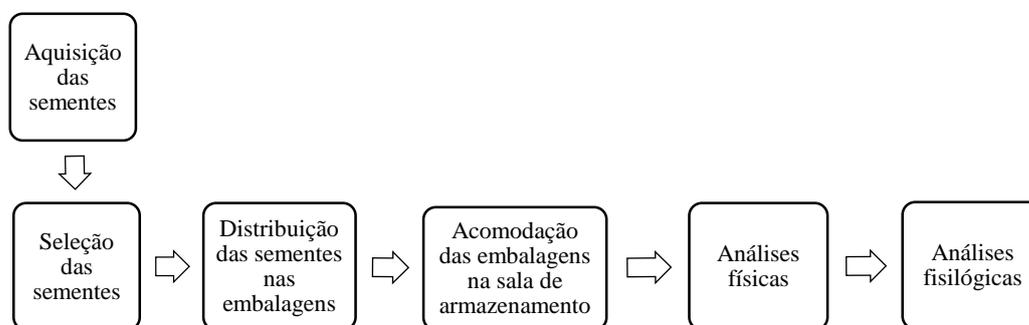
Estão sendo desenvolvidos cada vez mais estudos utilizando diferentes técnicas que buscam condições ideais de armazenamento, tendo ainda como principal foco, a redução do metabolismo por meio da redução do teor de água das sementes ou da temperatura do ambiente. Diante da variabilidade de comportamento das sementes florestais submetidas as mesmas condições ambientais, o armazenamento em diferentes tipos de embalagens associados ao tempo são pontos extremamente relevantes para a manutenção da viabilidade (ALVES *et al.*, 2008).

## 4. METODOLOGIA DA PESQUISA

### 4.1. Implantação do experimento

O experimento foi conduzido no Laboratório Didático de Análises de Sementes (LABSEM) do Instituto de Ciências Agrárias (ICA), da Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA), Campus Belém. A cidade está localizada nas coordenadas 01°27'21 de latitude Sul " e 48°30'16" longitude Oeste, com clima Af (classificação de Köppen) com precipitação média anual de 3.000 a 4.000 mm (ALVARES *et al.*, 2013), temperatura e umidade relativa média anual de 26,4°C e 84%, respectivamente.

Figura 2 – Etapas do experimento desenvolvido.



Fonte: O autor (2023)

### 4.2. Caracterização da matéria prima

As sementes utilizadas, foram fornecidas pela Cooperativa dos Extrativistas da Flona de Carajás – COOEX, coletadas em novembro de 2021 de diversas matrizes da Floresta Nacional de Carajás, no município de Parauapebas, que está situado a 168 metros de altitude, nas seguintes coordenadas geográficas: 6° 4' 15" latitude Sul e 49° 54' 15" longitude Oeste, pertencente à Mesorregião do Sudeste Paraense.

De acordo com as informações repassadas pela cooperativa em relação aos procedimentos realizados até a comercialização das sementes, foram eles: Coleta dos frutos após a dispersão pelas matrizes, em seguida foi realizado o beneficiamento, que consiste na quebra dos frutos e a lavagem das sementes em água corrente para retirada da polpa que as reveste. Após a limpeza das sementes, elas foram dispostas em uma lona para secarem a sombra sob ventilação natural, esse processo dura em média três dias, e ao finalizar a secagem as sementes foram condicionadas em embalagem de polipropileno e armazenadas em uma sala em temperatura ambiente.

Assim que as sementes chegaram ao laboratório, foi determinado o teor de água do lote, onde o resultado obtido foi de 8,9% (b.u), valor considerado adequado para o armazenamento de sementes ortodoxas. Além da determinação do teor de água do lote, também foi realizada uma classificação, onde sementes avariadas foram descartadas, no entanto, o número de sementes descartadas não foi significativo, o que demonstrou o alto nível de qualidade do lote.

Além das sementes, as embalagens utilizadas no experimento foram: garrafas PET de cinco litros na cor azul que foram utilizadas anteriormente para o envase de água mineral; embalagem saco plástico (polietileno) com capacidade para cinco kg e com espessura de 0,06 mm ou 60  $\mu\text{m}$ ; embalagem saco de papel tipo kraft com capacidade para cinco kg com gramatura de 80g/m<sup>2</sup> (Figura 3).

Figura 3 – embalagens utilizadas no experimento: garrafa PET (A); saco plástico (B) e saco de papel tipo kraft (C).



Fonte: o autor (2023)

#### 4.3.Delineamento experimental

Foi empregado o delineamento inteiramente casualizado (DIC), em esquema fatorial 5 x 3, com quatro repetições, totalizando 60 parcelas. Os tratamentos foram constituídos por cinco períodos de armazenamento (0, 2, 4, 6 e 8 meses) e três tipos de embalagem (garrafa PET, saco plástico e embalagem de papel tipo kraft).

As sementes após acondicionadas nas diferentes embalagens foram colocadas de em prateleira de laboratório em uma sala de armazenamento adaptada (Figura 4),

utilizando aparelho de ar condicionado com temperatura  $21 \pm 2^\circ \text{C}$  e umidade relativa média de 68%.

Figura 4 – As embalagens dispostas em prateleiras na sala de armazenamento.



Fonte: o autor (2023).

Devido a dormência tegumentar presente nas sementes, foi necessário realizar o procedimento de quebra de dormência para os testes fisiológicos, para isso foi feita a escarificação mecânica do tegumento na região oposta ao hilo, com auxílio de lixa nº 80, e em seguida feita a imersão em água destilada por 48 horas. Antes e após a escarificação foi realizada assepsia com hipoclorito de sódio a 1 %, e assepsia com detergente ao final do período de imersão (embebição) (BRASIL, 2009).

A cada dois meses, incluindo o tempo zero foram realizados testes para avaliar as propriedades físicas, sendo elas: teor de água, massa de 100 sementes, perda de massa ao longo do armazenamento, tamanho e forma, esfericidade e circularidade, massa específica aparente, massa específica unitária e porosidade; qualidade fisiológica: germinação, primeira contagem, índice de velocidade de germinação, tempo médio de velocidade de germinação, comprimento de plântula, massa seca de plântulas, condutividade elétrica e envelhecimento acelerado.

#### **4.4. Análises físicas**

##### **4.3.1. Teor de água das sementes**

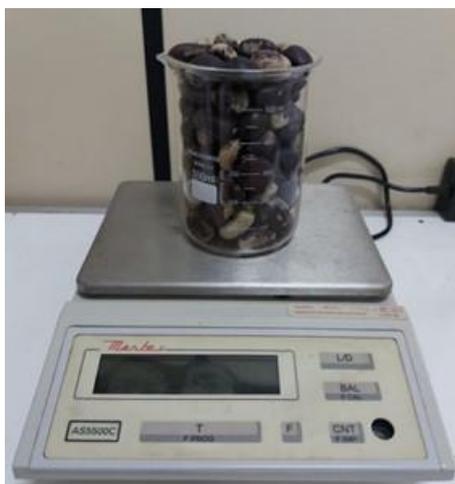
Foram avaliados os teores de água das sementes por gravimetria, utilizando-se a estufa Odontobrás modelo EL 1.2 a  $105 \pm 1^\circ \text{C}$ , durante 24 horas, com quatro repetições

de 10 sementes para cada tratamento incluindo o tempo zero de armazenamento (BRASIL, 2009).

#### 4.3.2. Massa de 100 sementes

Foram mensuradas a massa de 100 sementes escolhidas ao acaso em uma balança da marca Marte, modelo AS5500C com precisão de 0,01g (Figura 5). Esse procedimento ocorreu com 4 repetições para cada tratamento.

Figura 5 – determinação da massa de 100 sementes.



Fonte: O autor (2023).

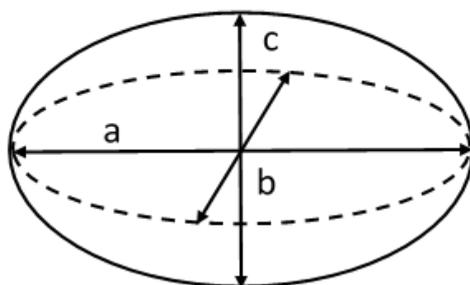
#### 4.3.3. Perda de massa ao longo do armazenamento

A perda de massa foi definida pela pesagem de quatro repetições de 25 sementes para cada tratamento incluindo o tempo zero de armazenamento.

#### 4.3.4. Tamanho e forma

Foi utilizado para determinar o tamanho das sementes, as dimensões dos eixos ortogonais, maior eixo (a), eixo médio (b) e menor eixo (c) como ilustrado na Figura 6 medidos com auxílio de um paquímetro digital da marca ZAAS modelo ZAAS-1.0004. Devido alta variação no formato das sementes da espécie, utilizou-se quatro repetições de 100 sementes para cada tratamento (SOUZA; SEGATO, 2016).

Figura 6 – Desenho esquemático das dimensões da semente de jatobá.



Fonte: o autor (2023).

#### 4.3.5. Esfericidade e Circularidade

Após a determinação das medidas dos eixos ortogonais, a esfericidade foi calculada utilizando equação sugerida por Mohsenin (1980), (Equação 1):

$$S = \frac{(a \times b \times c)^{1/3}}{a} \times 100 \quad (1)$$

Em que:

S - esfericidade, %;

a - eixo maior, (mm);

b - eixo médio (mm);

c - eixo menor (mm).

A circularidade das sementes foi calculada pela equação 2.

$$C = \frac{b}{a} \times 100 \quad (2)$$

Em que:

C - circularidade, %;

#### 4.3.6. Massa específica aparente

A determinação da massa específica aparente foi realizada pesando as sementes em um cilindro de volume conhecido em uma balança da marca Marte, modelo AS5500C com precisão de 0,01g. utilizando a equação 3:

$$\rho_{ap} = \frac{m}{V} \quad (3)$$

Em que:

$\rho_{ap}$  = massa específica aparente, kg m<sup>-3</sup>;

m = massa do produto, kg;

V = volume do recipiente, m<sup>3</sup>.

#### 4.3.7. Massa específica unitária

Para determinar a massa específica unitária, utilizou-se quatro repetições de 100 sementes para cada tratamento. As sementes foram pesadas individualmente em balança analítica Weblabor modelo M25Ai, com precisão de 0,001g, e os eixos ortogonais (a, b e c) medidos com auxílio de um paquímetro, esses dados foram inseridos na equação 4, para obter o volume individual das sementes conforme a expressão sugerida por Mohsenin (1978). A massa específica unitária foi calculada dividindo-se a massa de cada semente pelo seu respectivo volume, em Kg.m<sup>-3</sup> (Equação 5).

$$V = \frac{\pi(abc)}{6} \quad (4)$$

$$\rho_u = \frac{m}{V} \quad (5)$$

Em que:

$\rho_u$  = massa específica unitária, kg m<sup>-3</sup>;

$m$  = massa individual de cada semente, kg;

$V$  = volume individual de cada semente,  $m^{-3}$ .

#### 4.3.7. Porosidade

A porosidade foi estimada, utilizando-se a equação 6, sugerida por Mohsenin (1978), na qual, é resultante da relação entre a massa específica aparente e a massa específica unitária:

$$\varepsilon = 1 - \left( \frac{\rho_{ap}}{\rho_u} \right) * 100 \quad (6)$$

Em que:

$\varepsilon$  = porosidade, %;

$\rho_{ap}$  = massa específica aparente,  $kg\ m^{-3}$ ; e

$\rho_u$  = massa específica unitária,  $kg\ m^{-3}$ .

### 4.4. Análises fisiológicas

#### 4.4.2. Germinação

O teste de germinação (Figura 7), foi montado em rolos de papel germitest, com três folhas cada, umedecidas com água equivalente a três vezes o seu peso original. Foram utilizadas quatro repetições de 25 sementes para cada tratamento, acondicionadas em germinador tipo Mangelsdorf da Marqlabor, modelo maq-c6m, sob temperatura de 25°C.

Devido ao período de 28 dias necessário para o teste de germinação, houve a necessidade de troca dos papéis para evitar a desintegração dos rolos, sendo então, padronizado a troca no décimo quarto dia. Ao final foi contabilizado a quantidade de plântulas normais no 28° (vigésimo oitavo) dia após a implantação do teste (BRASIL, 2009).

Figura 7 – Montagem do teste de germinação (A). Sequência da germinação (B). Plântula normal ao final do teste de germinação (C).



Fonte: O autor (2023).

#### 4.4.3. Primeira contagem

Foi conduzido em conjunto com o teste de germinação, e considerando a porcentagem de plântulas normais presentes no 21<sup>o</sup> (vigésimo primeiro) dia após o início do teste.

#### 4.4.4. Índice de velocidade de germinação

Conduzido juntamente com o teste de germinação, anotando a cada dia o número de sementes com emissão da radícula (Figura 8), até a última contagem

Figura 8 – Protrusão da radícula em semente de jatobá.



Fonte: O autor (2023).

O IVG foi calculado conforme fórmula proposta por Maguire (1962), (Equação 7).

$$IVG = \frac{G1}{N1} + \frac{G2}{N2} \dots \frac{Gn}{Nn} \quad (7)$$

Onde:

IVG = índice de velocidade de germinação;

G = número de plântulas germinadas no dia 1, 2, 3, ...n;

N = número de dias.

#### 4.4.5. Tempo médio de velocidade de germinação

Os valores de tempo médio de velocidade de germinação foram obtidos através da fórmula citada por Labouriau; Valadares (1976), (Equação 8).

$$tG = (\sum ni ti) / \sum ni \quad (8)$$

Onde:

tG = tempo médio de germinação, em dias;

Ni = número de sementes germinadas no i-ésimo dia;

Ti = tempo, em dias.

Os cálculos de velocidade média de germinação foram realizados de acordo com a fórmula citada por Labouriau e Valadares (1976), (Equação 9).

$$VG = 1/tG \quad (9)$$

Onde:

VG = velocidade média de germinação, em dias;

tG = tempo médio de germinação, em dias.

#### 4.3.6. Comprimento de plântula

Em rolos de papel germitest, com três folhas cada, umedecidas com água equivalente a três vezes o seu peso original, foram utilizadas quatro repetições de 10 sementes para cada tratamento, acondicionadas em germinador tipo Mangelsdorf da Marqlabor, modelo maq-c6m, sob temperatura de 25°C e fotoperíodo de 12 horas. Ao final do teste, no 28º dia foi determinado com o auxílio de uma régua milimetrada, o comprimento médio das plântulas consideradas normais, sendo os resultados expressos em centímetros (cm) por plântula.

#### 4.4.7. Massa seca de plântulas

Após a determinação do comprimento de plântulas, foi determinada a massa seca, secando as plântulas normais de cada repetição em estufa com circulação de ar forçada da marca Marq Labor, regulada a 65 °C, por 48 horas. Após a secagem das plântulas, foi feita a pesagem do material em balança com precisão de 0,001 da marca Weblabor modelo M25Ai. Os resultados foram expressos em gramas por plântula (NAKAGAWA, 1999).

#### 4.4.8. Condutividade elétrica

Foram utilizadas quatro repetições de 10 sementes escarificadas de cada tratamento, colocadas em recipientes com capacidade volumétrica de 200 ml. Após a determinação da massa de cada repetição, foi adicionado 75 ml de água destilada em cada um dos recipientes, que foram mantidos em uma câmara tipo B.O.D da marca Solab, modelo SL224, com temperatura a  $25 \pm 2^\circ\text{C}$ , durante 24 horas. Após esse período, efetuou-se a leitura da condutividade elétrica por meio de um condutivímetro de bancada da marca Gehaka, modelo CG 1800 (Figura 9). O resultado é em  $\mu\text{S}/\text{cm}/\text{g}$ , pois o valor da leitura é dividido pela massa de sementes de cada repetição.

Figura 9 – leitura da condutividade elétrica de sementes de jatobá.



Fonte: O autor (2023).

#### 4.4.9. Envelhecimento acelerado

Para cada tratamento foram distribuídas 25 sementes por repetição sobre a superfície de uma tela metálica fixada no interior de caixa plástica - gerbox, contendo 40 ml de água destilada, mantida a 42°C e 100% de umidade relativa, por 48 horas em um germinador tipo B. O. D. da marca Eletrolab modelo EL202/4LED (KRZYZANOWSKI et al., 1999). Decorrido esse período, as sementes foram submetidas ao teste de germinação, anteriormente descrito no item 4.4.2, para determinar a porcentagem de plântulas normais no 21º dia após a montagem do teste.

Figura 10 – Caixa tipo gerbox com sementes de jatobá sobre tela metálica.



Fonte: O autor (2023).

#### **4.5. Análises estatísticas**

Para as análises estatísticas os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA), e ao teste de Tukey a 5% de probabilidade para tipos de embalagens e análise de regressão para tempo de armazenamento, utilizando o software de análise SISVAR 5.6 (FERREIRA, 2019).

## 5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foi observado por meio da análise de variância sobre as propriedades físicas de sementes de jatobá (Tabelas 1 e 2) que o tipo de embalagem influenciou significativamente apenas a massa específica aparente ( $\rho_{ap}$ ) e massa específica unitária ( $\rho_u$ ), enquanto o fator tempo de armazenamento influenciou significativamente a massa de 100 sementes (MCS), perda de massa (PM), massa aparente ( $\rho_{ap}$ ), massa aparente unitária ( $\rho_u$ ) e porosidade. Quanto a interação E x T, observou-se diferença significativa a 5% de probabilidade pelo teste de F, apenas para teor de água (TA) e massa específica aparente ( $\rho_{ap}$ ) (Tabela 1 e 2).

Tabela 1 – Análise de variância das propriedades físicas de sementes de jatobá submetidas ao armazenamento em diferentes tipos de embalagem.

Fator de variação	G.L	QM					
		TA (%)	Eixo A (cm)	Eixo B (cm)	Eixo C (cm)	Massa (g)	MCS (g)
Embalagem (E)	2	0,626 <sup>ns</sup>	0,196 <sup>ns</sup>	0,116 <sup>ns</sup>	0,044 <sup>ns</sup>	0,032 <sup>ns</sup>	33,054 <sup>ns</sup>
Tempo (T)	4	0,538 <sup>ns</sup>	0,084 <sup>ns</sup>	0,179 <sup>ns</sup>	0,092 <sup>ns</sup>	0,113 <sup>ns</sup>	558,613*
E*T	8	1,417**	0,162 <sup>ns</sup>	0,219 <sup>ns</sup>	0,029 <sup>ns</sup>	0,074 <sup>ns</sup>	302,962 <sup>ns</sup>
Erro	45	0,363	0,322	0,231	0,068	0,61	173,356
CV%	-	-	2,1	2,4	1,8	4,7	2,5

Fonte: o autor (2023). \*\*Significativo a 1% de probabilidade; \*Significativo a 5% de probabilidade pelo teste de F, ns Não significativo. Teor de água (TA); Eixo maior da semente (Eixo A); Eixo médio da semente (Eixo B); Eixo menor da semente (Eixo C); Massa de semente e Massa de 100 sementes (MCS).

Quanto à precisão experimental (Tabela 1 e 2), pode-se verificar que todos os valores de coeficiente de variação das propriedades físicas de sementes de jatobá armazenadas ao longo de oito meses estão classificados como baixo (menor que 10%), com exceção da porosidade que ficou classificado como médio (entre 10-20%), conforme critérios de Pimentel Gomes (1990). Deste modo, pode-se afirmar que a precisão experimental para as propriedades físicas de sementes de jatobá foi considerada boa.

Tabela 2 – Análise de variância das propriedades físicas de sementes de jatobá submetidas ao armazenamento em diferentes tipos de embalagem.

Fator de variação	G.L	QM					Porosidade (%)
		PM (g)	Circ. (%)	Esfer. (%)	pap (Kg m-3)	$\rho_u$ (Kg m-3)	
Embalagem (E)	2	36,863 <sup>ns</sup>	0,133 <sup>ns</sup>	1,007 <sup>ns</sup>	3854,79**	25209,37*	17,21 <sup>ns</sup>
Tempo (T)	4	409,378**	2,781 <sup>ns</sup>	0,718 <sup>ns</sup>	114722,12**	86168,28**	100,57**
E*T	8	44,359 <sup>ns</sup>	3,354 <sup>ns</sup>	0,565 <sup>ns</sup>	10832,31**	13315,80 <sup>ns</sup>	14,83 <sup>ns</sup>
Erro	45	23,38	2,475	0,797	323,47	7001,31	21,98
CV%	-	3,6	2,0	1,2	1,7	5,7	17,1

Fonte: o autor (2023). \*\*Significativo a 1% de probabilidade; \*Significativo a 5% de probabilidade pelo teste de F, <sup>ns</sup> Não significativo. Perda de massa (PM); Circularidade (Circ.); Esfericidade (Esfer.); Massa específica aparente ( $\rho_{ap}$ ); Massa específica unitária ( $\rho_u$ ) e porosidade.

Foi observado por meio da análise de variância sobre a qualidade fisiológica de sementes de jatobá (Tabelas 3 e 4) que a embalagem influenciou significativamente apenas o comprimento da radícula (CRA), matéria seca total (MST), índice de velocidade de germinação (IVG), velocidade média de germinação (VG) e tempo médio de germinação (TG), enquanto fator tempo de armazenamento influenciou significativamente o comprimento da radícula (CRA), comprimento da parte aérea (CPA), altura, matéria seca total (MST), matéria seca da parte aérea MSPA, primeira contagem de plântulas normais (PC), índice de velocidade de germinação (IVG) velocidade média de germinação (VG), condutividade elétrica (CE) e envelhecimento acelerado (AE).

Tabela 3 – Análise de variância das características fisiológicas de sementes de jatobá submetidas ao armazenamento em diferentes tipos de embalagem e diferentes períodos de tempo.

Fator de variação	G.L	QM					
		CRA (cm)	CPA (cm)	Altura (cm)	MST (g)	MSRA (g)	MSPA (g)
Embalagem (E)	2	13,286*	0,258 <sup>ns</sup>	55,363 <sup>ns</sup>	6,2758**	0,010 <sup>ns</sup>	0,009 <sup>ns</sup>
Tempo (T)	4	44,592**	33,763**	154,299**	12,523**	0,007 <sup>ns</sup>	0,179**
E*T	8	2,928 <sup>ns</sup>	4,125 <sup>ns</sup>	57,568*	15,344**	0,003 <sup>ns</sup>	0,014 <sup>ns</sup>
Erro	45	3,872	3,259	24,113	0,334	0,007	0,02
CV%	-	9,9	7,5	11,2	29,5	23,1	14,2

Fonte: o autor (2023). \*\*Significativo a 1% de probabilidade; \*Significativo a 5% de probabilidade, <sup>ns</sup> Não significativo. Comprimento de radícula da plântula (CRA); Comprimento da parte aérea da plântula (CPA); Altura da plântula; Matéria seca total (MST); Matéria seca da radícula (MSRA) e Matéria seca da parte aérea (MSPA).

Quanto a interação E x T, observou-se diferença significativa a 1% de probabilidade pelo teste de F, para matéria seca total (MST), índice de velocidade de germinação (IVG), tempo médio de germinação (TG) e velocidade média de germinação (VG). E a 5% de probabilidade para altura de plântula (Tabela 3 e 4).

Quanto à precisão experimental (Tabela 3 e 4), pode-se verificar que os valores de coeficiente de variação da qualidade fisiológica para as variáveis de sementes de jatobá armazenadas ao longo de oito meses estão classificadas na grande maioria como baixo (menor que 10%), enquanto que a altura de plântula, matéria seca total (MSPA) e condutividade elétrica (CE) ficaram classificados como médio (entre 10-20%), e apenas matéria seca total e matéria seca da radícula (MSRA) como alto (20-30%) conforme critérios de Pimentel Gomes (1990). Deste modo, pode-se afirmar que a precisão experimental para a qualidade fisiológica de sementes de jatobá foi considerada boa.

Tabela 4 – Análise de variância das características fisiológicas de sementes de jatobá submetidas ao armazenamento em diferentes tipos de embalagem.

Fator de variação	G.L	QM						
		PC	G (%)	IVG	TG (dias)	VG (dias)	CE ( $\mu$ S/cm/g)	EA
Embalagem (E)	2	3,05 <sup>ns</sup>	26,666 <sup>ns</sup>	0,185**	0,739**	0,0001**	0,041 <sup>ns</sup>	0,116 <sup>ns</sup>
Tempo (T)	4	16,316**	40,666 <sup>ns</sup>	0,141**	0,458*	0,00008**	1,063**	10**
E*T	8	2,779 <sup>ns</sup>	20,666 <sup>ns</sup>	0,135**	0,483**	0,00007**	0,075 <sup>ns</sup>	3,137 <sup>ns</sup>
Erro	45	2,311	23,288	0,027	0,126	0,00002	0,045	2,072
CV%	-	7,6	5,1	6,1	4	4	10,1	7,5

Fonte: o autor (2023). \*\*Significativo a 1% de probabilidade; \*Significativo a 5% de probabilidade, ns Não significativo. Primeira contagem (PC); porcentagem de Germinação (G); Índice de velocidade de germinação (IVG); Tempo médio de germinação (TG); Velocidade Média de germinação (VG); Condutividade elétrica (CE) e teste de envelhecimento acelerado (EA).

Pode-se observar os valores médios de teor de água das sementes de jatobá para a interação E x T (Tabela 5), em que aos quatro meses de armazenamento ocorreu diferença significativa para esta característica entre as embalagens utilizadas, sendo que o papel kraft apresentou o maior valor médio para teor de água, enquanto aos oito meses de armazenamento a embalagem de plástico se diferiu estatisticamente das demais, apresentando maior valor médio para teor de água.

Tabela 5 – Valores médios para teor de água (% b.u) aplicados a sementes de jatobá armazenadas em diferentes embalagens para a interação embalagem x tempo.

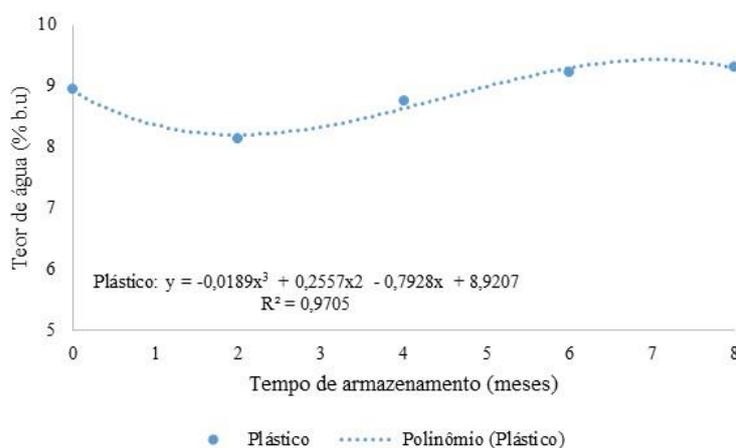
Embalagem	Tempo de armazenamento (meses)				
	0	2	4	6	8
PET	8,94 Aa	8,83 Aa	7,84 Ba	8,56 Aa	8,44 Bba
Plástico	8,94 Aa	8,13 Aa	8,75 Bba	9,22 Aa	9,31 Aa
Kraft	8,94 Ab	8,11 Aa	9,66 Ab	8,32 Aa	8,17 Ba
Médias	8,94	8,36	8,75	8,70	8,64

Fonte: o autor (2023). Médias seguidas de mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

O maior valor médio para teor de água nas sementes de jatobá aos quatro meses de armazenamento pode ter ocorrido devido ao fato da embalagem tipo kraft ser constituída de papel e devido a isso, ter uma taxa de permeabilidade maior ao valor de água. Enquanto aos oito meses de armazenamento, o maior valor médio de teor de água para a embalagem saco plástico, pode ter ocorrido devido a sua localização na sala de armazenamento e ela ter sido sujeita a áreas mais úmidas como por exemplo, na parte mais próxima à porta, que pode ter sido aberta mais vezes em determinado período visto que as sementes utilizadas pelo laboratório também são armazenadas no mesmo ambiente (Tabela 5).

O teor de água da embalagem saco plástico teve diferença significativa pela análise de regressão ao longo dos períodos avaliados, se adequando ao modelo cúbico, com um bom valor ( $R^2$ ). As embalagens PET e kraft não se adequaram aos modelos testados, sendo eles, o linear, polinomial grau dois e polinomial grau três (Figura 11). A linha de tendência do modelo representa claramente as flutuações nos dados de teor de água da embalagem saco plástico.

Figura 11 – Teor de água (% b.u) de sementes de jatobá armazenadas em embalagem saco plástico por oito meses.



Fonte: o autor (2023).

A manutenção da qualidade fisiológica de sementes é em grande parte, dependente do teor de água inicial de um lote de sementes, assim como das condições ambientais do local onde será armazenada (MARCOS FILHO, 2015). O teor de água da semente influencia em suas características físicas, sendo necessário determinar durante o período de armazenamento (CARVALHO; NAKAGAWA, 2012). As embalagens de plástico e kraft foram as que mais tiveram oscilações no teor de água durante o armazenamento, isso se deve provavelmente pelo fato da permeabilidade as trocas gasosas com o ambiente destas, serem maior que a embalagem PET.

É possível observar os valores médios de massa específica aparente das sementes de jatobá para a interação E x T (Tabela 6) em que aos seis meses de armazenamento foi detectada diferença significativa para essa variável entre as embalagens utilizadas, onde a embalagem PET teve o maior valor médio em relação ao papel kraft e o plástico. Enquanto que aos oito meses de armazenamento a embalagem de plástico é que diferiu estatisticamente apresentando valor médio de massa específica aparente menor que as demais embalagens utilizadas. Avaliando cada tipo embalagem separadamente ao longo do tempo, observa-se que houve diferença estatística entre os períodos de armazenamento.

Tabela 6 – Valores médios para Massa específica aparente ( $\rho_{ap}$ ) aplicados a sementes de jatobá armazenadas em diferentes embalagens para a interação embalagem x tempo.

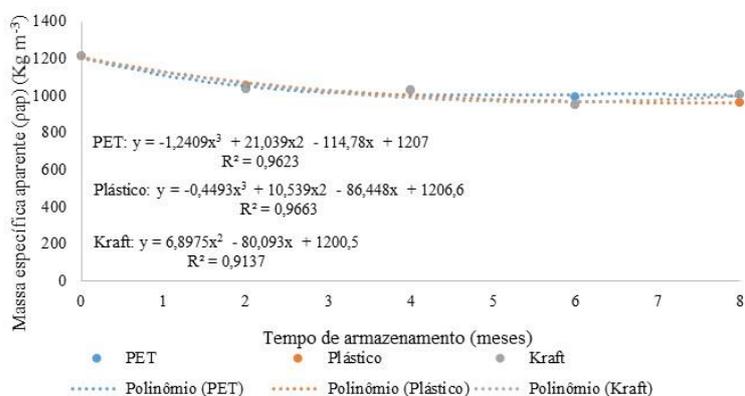
Embalagem	Tempo de armazenamento (meses)				
	0	2	4	6	8
PET	1211,13 Aa	1035,00 Ab	1030,00 Ab	991,00 Ac	1004,00 Ab
Plástico	1211,13 Aa	1054,00 Aa	1028,00 Ab	952,00 Bc	964,00 Bc
Kraft	1211,13 Aa	1033,00 Ab	1031,00 Ab	949,00 Bc	1004,00 Ab
Médias	1211,13	1040,33	1029,67	964,00	995,33

Fonte: o autor (2023). Médias seguidas de mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

O que mostra que houve redução na massa específica aparente ao longo do tempo para todas as embalagens, porém a embalagem PET foi a que teve, de modo geral, a menor redução (Tabela 6). O fato da embalagem PET ter tido melhor desempenho para a variável perda de massa aparente ( $\rho_{ap}$ ), pode estar relacionada com as suas características quanto a resistência as trocas gasosas com o meio, podendo conservar melhor a qualidade fisiológica das sementes ao retardar o processo natural de deterioração, que é responsável pelo consumo das reservas. A massa específica é muito utilizada na avaliação de qualidade de grãos, quanto maior o valor melhor é a qualidade (BOTELHO et al., 2015). Essa redução da massa específica aparente ao longo do tempo de armazenamento, também foi verificada por Faroni *et al.*, (2005) no armazenamento de milho.

A massa específica aparente ( $\rho_{ap}$ ) teve diferença significativa pela análise regressão para todas as embalagens testadas ao longo do armazenamento. A embalagem PET e embalagem plástico se adequaram ao modelo polinomial cúbico, e a kraft polinomial quadrático (Figura 12). Desta forma, pode-se identificar a relação da variável em função do tempo ao analisar a linha de tendência, sendo possível perceber a diminuição da massa específica aparente conforme avança no tempo de armazenamento.

Figura 12 – Massa específica aparente ( $\rho_{ap}$ ) de sementes de jatobá armazenadas em diferentes embalagens por oito meses.



Fonte: o autor (2023).

Os valores médios para variável altura de plântula de jatobá na interação E x T presentes na Tabela 7, mostram que com exceção do kraft que aos quatro meses de armazenamento teve médias estatisticamente menores tanto entre as embalagens quanto nos períodos de armazenamento, os demais não tiveram diferença estatística.

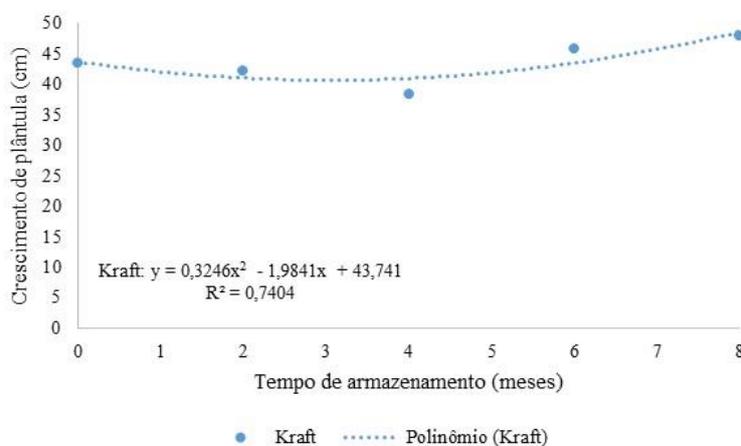
Tabela 7 – Valores médios para altura de plântula (cm) aplicados a sementes de jatobá armazenadas em diferentes embalagens para a interação embalagem x tempo.

Embalagem	Tempo de armazenamento (meses)				
	0	2	4	6	8
PET	43,58 Aa	42,81 Aa	43,02 Aa	47,57 Aa	45,95 Aa
Plástico	43,58 Aa	45,60 Aa	41,82 Aa	45,18 Aa	46,84 Aa
Kraft	43,58 Aa	42,25 Aa	38,43 Bb	45,77 Aa	47,95 Aa
Médias	43,58	43,55	41,09	46,17	46,91

Fonte: o autor (2023). Médias seguidas de mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

O crescimento de plântula foi significativo na análise de regressão apenas para embalagem kraft com ajuste do modelo quadrático (Figura 13). Nota-se oscilações durante os períodos avaliados, mas os valores tendem a diminuir nos meses iniciais do armazenamento, no entanto a partir do mês seis voltam a aumentar. O formato da linha de tendência pode estar relacionado à alguma variação no vigor das sementes devido à alta variabilidade genética do lote.

Figura 13 – Crescimento de plântula de jatobá armazenadas em embalagem de papel tipo kraft por oito meses de armazenamento.



Fonte: o autor (2023).

Os valores médios de massa seca total de plântulas (MST) para a interação E x T (Tabela 8), não tiveram diferença estatística entre as embalagens e nem entre os períodos de armazenamento, exceto para embalagem plástica no mês zero do armazenamento, sendo estatisticamente menor que nos demais períodos.

Tabela 8 – Valores médios para massa total de plântulas (g) aplicados a sementes de jatobá armazenadas em diferentes embalagens para a interação embalagem x tempo.

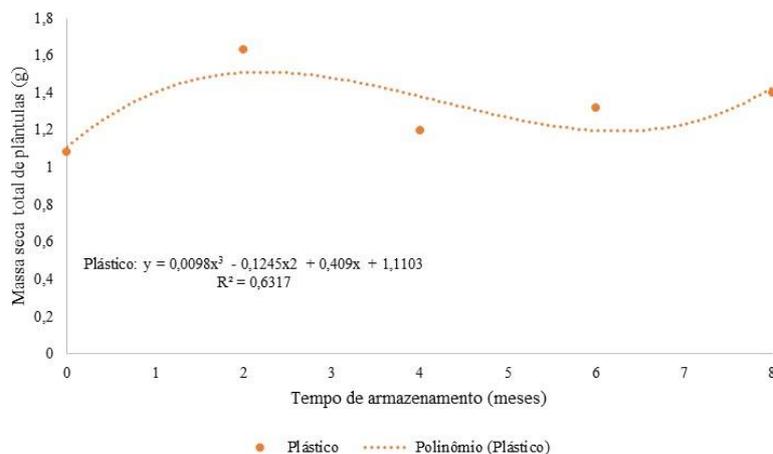
Embalagem	Tempo de armazenamento (meses)				
	0	2	4	6	8
PET	1,08 Aa	1,44 Aa	1,21 Aa	1,53 Aa	1,30 Aa
Plástico	1,08 Ab	1,63 Aa	1,20 Aa	1,32 Aa	1,40 Aa
Kraft	1,08 Aa	1,42 Aa	1,04 Aa	1,43 Aa	1,37 Aa
Médias	1,08	1,49	1,15	1,43	1,35

Fonte: o autor (2023). Médias seguidas de mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

O comportamento da variável massa seca total de plântulas pode ser observado ao longo do tempo para as embalagens saco plástico (Figura 14). A embalagem saco plástico foi melhor ajustada ao modelo cúbico. Houveram oscilações nos dados das embalagens ao longo dos períodos analisados, com crescimento seguido de redução, e esse comportamento se repetiu ao longo do tempo, o que justificou o uso do modelo. Esse

comportamento seguiu o padrão de oscilações de altura de plântula, dado ao fato de terem forte relação.

Figura 14 – Massa seca total de plântulas de jatobá de sementes armazenadas em embalagem saco plástico por oito meses.



Fonte: o autor (2023).

Os valores médios do índice de velocidade de germinação para interação E x T (Tabela 9), apresentou média estatisticamente maior para embalagem PET no segundo mês diferindo estatisticamente das demais embalagens e também nos períodos de armazenamento. Ao avaliar a embalagem kraft e plástico em relação aos períodos de armazenamento pode-se afirmar que não houve diferença. Esse aumento do valor médio do IVG no segundo mês de armazenamento pode ter ocorrido devido a diferença de vigor causada pela variabilidade genética das sementes.

Tabela 9 – Valores médios para Índice de velocidade de germinação (IVG) aplicados a sementes de jatobá armazenadas em diferentes embalagens para a interação embalagem x tempo.

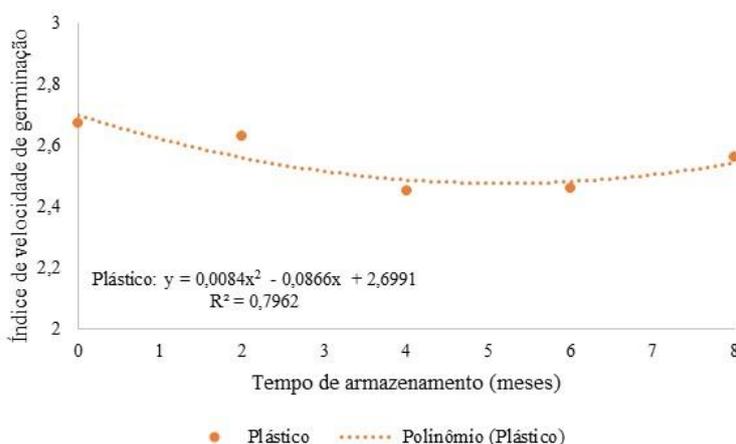
Embalagem	Tempo de armazenamento (meses)				
	0	2	4	6	8
PET	2,67 Ab	2,94 Aa	2,39 Ab	2,50 Ab	2,60 Ab
Plástico	2,67 Aa	2,63 Ba	2,45 Aa	2,46 Aa	2,56 Aa
Kraft	2,67 Aa	2,64 Ba	2,42 Aa	2,47 Aa	2,64 Aa
Médias	2,67	2,73	2,42	2,47	2,60

Fonte: o autor (2023). Médias seguidas de mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

O Índice de velocidade de germinação (IVG) das sementes de jatobá (Figura 15) deu diferença significativa para a embalagem saco plástico na análise de regressão, em que os dados adequaram ao modelo quadrático.

O (IVG) é um importante parâmetro para avaliar o vigor de sementes, e quanto maior seu resultado, maior será o vigor, pois o cálculo se baseia no do número médio de plântulas germinadas por dia (NAKAGAWA, 1994). De acordo com os dados houve diminuição do IVG (Tabela 9) e (Figura 15), mesmo com algumas oscilações que podem ser observadas no gráfico de dispersão, que provavelmente estão ligadas a variabilidade das sementes, indica redução do vigor das sementes armazenadas durante os oito meses.

Figura 15 – Índice de velocidade de germinação (IVG) de sementes de jatobá armazenadas em embalagem saco plástico por oito meses de armazenamento.



Fonte: o autor (2023).

Pode-se observar os valores médios de tempo médio de germinação (TG) para a interação E x T (Tabela 10), no período de seis meses de armazenamento tanto a embalagem PET quanto o saco plástico tiveram médias estatisticamente menores que o kraft. Avaliando as embalagens individualmente ao longo dos períodos de armazenamento pode se observar que para PET as melhores médias foram no zero e no oitavo mês e menor média aos seis meses. Para o Kraft a menor média foi aos quatro meses e para o plástico a maior média foi no zero mês e a menor aos quatro meses de armazenamento. Houve variação no comportamento do tempo médio de germinação de cada embalagem ao longo do tempo, como mostram os dados, sendo que os fatores relacionados não estão bem claros, podendo ser fatores inerentes a semente.

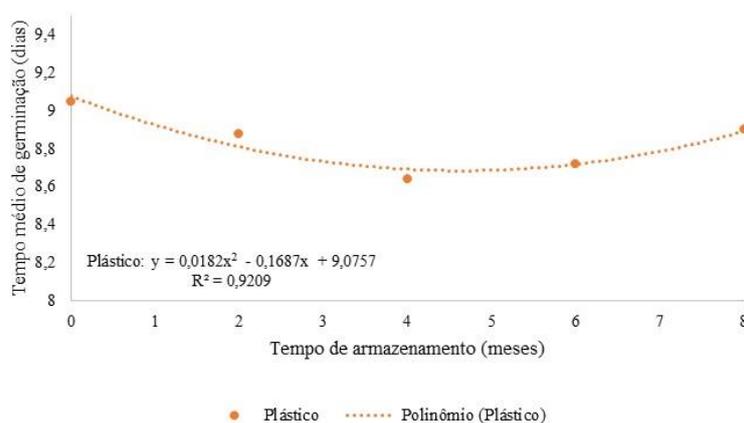
Tabela 10 – Valores médios para Tempo médio de germinação (TG) aplicados a sementes de jatobá (*Hymenaea courbaril L.*) armazenadas em diferentes embalagens para a interação embalagem x tempo.

Embalagem	Tempo de armazenamento (meses)				
	0	2	4	6	8
PET	9,05 Aa	8,86 Aab	8,79 Aab	8,27 Bb	9,03 Aa
Plástico	9,05 Aa	8,88 Aab	8,64 Ab	8,72 Bab	8,90 Aab
Kraft	9,05 Aab	9,05 Aab	8,79 Ab	9,74 Aab	9,06 Aab
Médias	9,05	8,93	8,74	8,91	9,00

Fonte: o autor (2023). Médias seguidas de mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Para a variável tempo médio de germinação (TG) (Figura 16) houve diferença significativa pela análise regressão para saco plástico sendo melhor representada pelo modelo quadrático. O comportamento da linha de tendência pode estar ligado a variabilidade do vigor das sementes dentro do lote, já que a espécie não é domesticada e o lote de sementes utilizado foi coletado de diversas matrizes da Floresta Nacional de Carajás, o que significa uma alta variabilidade genética.

Figura 16 – Tempo médio de germinação (TG) de sementes de jatobá armazenadas em embalagem saco plástico por oito meses.



Fonte: o autor (2023).

Pode-se observar os valores médios de Velocidade média de germinação (VG) das sementes de jatobá para a interação E x T (Tabela 11), que aos seis meses de armazenamento a embalagem kraft apresentou média estatisticamente menor que as demais embalagens. Ao se observar os dados é perceptível que comportamento desta

variável teve oscilações ao longo do tempo. Em relação a análise de regressão a variável não se adequou aos modelos testados. Essa variável é utilizada para avaliar o vigor em lotes de sementes, e pode influenciar no estabelecimento de plantas, ou seja, quanto mais rápido germinar e se desenvolver menor o risco de sofrer com os fatores adversos em campo (MARCOS FILHO, 2015).

Tabela 11 – Valores médios para Velocidade média de germinação (VG) aplicados a sementes de jatobá armazenadas em diferentes embalagens para a interação embalagem x tempo.

Embalagem	Tempo de armazenamento (meses)				
	0	2	4	6	8
PET	0,11 Ab	0,12 Aab	0,11 Aab	0,12 Ab	0,11 Ab
Plástico	0,11 Ab	0,11 Aab	0,12 Aa	0,11 Aab	0,11 Ab
Kraft	0,11 Aab	0,11Aab	0,12 Aa	0,10 Bb	0,11 Aab
Médias	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11

Fonte: o autor (2023). Médias seguidas de mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

As oscilações dentro de cada embalagem ao longo do tempo para as variáveis índice de velocidade de germinação (IVG), tempo médio de germinação (TG) e velocidade média de germinação podem estar relacionado as características das sementes da espécie. Lima *et al.*, (2008) ao analisar a germinação de espécies florestais após armazenamento, identificou aumento da porcentagem de germinação para jatobá ao longo do tempo, e atribuiu a uma possível diferença de maturidade fisiológica das sementes, o que mostra indícios do comportamento da espécie. Segundo Marcos-filho (2015) a diminuição dos valores de velocidade de germinação é um dos indicativos da redução da qualidade fisiológica de sementes durante o armazenamento, assim como o aumento de tempo médio de germinação e diminuição de índice de velocidade de germinação.

No presente estudo, para as sementes de jatobá a embalagem que teve o melhor desempenho estatisticamente na manutenção das propriedades físicas e da qualidade fisiológica foi a embalagem PET. Coradi; Pereira; Camilo, (2016) ao estudar características físicas e químicas no armazenamento de sementes de jatobá, verificaram que as embalagens de vidro e PET tiveram melhor desempenho, corroborando em parte com o resultado encontrado nessa pesquisa. Vale ressaltar que a embalagem PET garante

alta proteção contra gases, insetos e roedores. Além disso, o PET é de fácil transporte, pode ser reutilizada o que o torna uma alternativa sustentável que beneficia o meio ambiente e garante um bom custo benefício principalmente para os pequenos comerciantes de sementes.

Silva *et al.* (2019) observaram que após seis meses de armazenamento em condições controladas de temperatura e umidade, sementes de *Caesalpinia ferrea* apresentaram porcentagem de germinação maior para embalagem de papel kraft em relação a de polietileno. Oliveira *et al.*, (2012), ao avaliar o armazenamento de tentocarolina (*Adenathera pavonina* L.), em dois tipos de embalagem (saco de papel e saco plástico) observou que não houve diferença entre elas. Para a espécie pau-de-jangada (*Apeibati bourbou* Aubl.) também não verificaram diferença entre esses dois tipos de embalagem em ambiente não controlado (MATOS *et al.*, 2008). Entretanto, no estudo de Ferreira *et al.*, (2010), ao avaliar *Apeibati bourbou* Aubl., constataram que no período de armazenamento de até 180 dias a embalagem de polietileno foi a mais adequada para manter o vigor das sementes. Para *Schinuster ebinthifolius* o melhor tipo de embalagem para a manutenção da qualidade foi o vidro (OLIVEIRA *et al.*, 2018), enquanto para *Geoffroea spinosa* a melhor embalagem para armazenar as sementes foi em polietileno (SOUZA *et al.*, 2011). Esses resultados evidenciam a importância de estudos de espécies florestais, dado a diversidade do comportamento em função do tipo de armazenamento. Mesmo com diferença estatística entre os tratamentos observada, a deterioração das sementes de jatobá ao longo do período de armazenamento não ocorreu de forma intensa, devido possivelmente às características da semente, como fato de ser ortodoxa e possuir dormência tegumentar, requerendo assim um período maior de avaliação do armazenamento para determinar melhor o comportamento da fisiologia das sementes de jatobá.

## 6. CONCLUSÃO

As propriedades físicas e a qualidade fisiológica das sementes de jatobá sofrem influência significativa das embalagens ao longo do armazenamento e a embalagem que proporcionou maior manutenção das propriedades físicas e da qualidade fisiológica foi a embalagem PET.

As sementes de jatobá podem ser armazenadas por um período de oito meses sem perder significativamente a viabilidade. No entanto, seria interessante um estudo com período de avaliação mais prolongado visando uma melhor compreensão do comportamento das sementes de jatobá.

Diante dos resultados desta pesquisa de armazenamento das sementes de jatobá em diferentes embalagens, espera-se que esses dados possam ser aproveitados pelos coletores, cooperativas extrativistas e também por pesquisadores.

## 7. REFERÊNCIAS

- ALVARES, C.A.; STAPE, J.L.; SENTELHAS, P.C.; GONÇALVES, J.L.M.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, [S.l.], v. 22, n. 6, p. 711-728, 2013.
- ALVES, E. U.; SILVA, K. B.; BRUNO, R. L. A.; ALVES, A. U.; CARDOSO, E. A.; GONÇALVES, E. P.; M. S. S. Comportamento fisiológico de sementes de pitombeira *Talisia esculenta* (A. ST. Hil) Radlk submetidas à desidratação. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 30, n. 2, p. 509-516, 2008.
- AMORIM, I. P.; SOUZA, J. G.; BARBEDO, C. J. Análise comparativa das taxas de deterioração de sementes ortodoxas de *Erythrina speciosa* e recalcitrantes de *Eugenia* spp. **Iheringia, Série Botânica**, [S. l.], v. 76, 2021.
- BASKIN, J. M.; BASKIN, C. C. A classification system for seed dormancy. **Seed Science Research**, Cambridge, 2004, v. 14, n. 1, p. 1-16.
- BRASIL. Ministério da Agricultura e da Reforma Agrária. **Regras para análise de sementes**. SNDA/DNDV/CLAV, Brasília, Mapa/ACS, 2009. 398 p.
- BORGES, S.; BORGES, E. E. L.; CORREA, P. C.; BRUNE, A. Equilíbrio higroscópico e viabilidade de sementes de angico-vermelho (*Anadenanthera peregrina* (L.) Speng) em diferentes condições ambientais de armazenamento. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 37, n. 84, p. 475-481, 2009.
- BOTELHO, F. M.; GRANELLA, S. J.; BOTELHO, S. C. C.; GARCIA, T. R. B. Influência da temperatura de secagem sobre as propriedades físicas dos grãos de soja. *Engenharia na agricultura*, Viçosa, v.23, n.3, p.212-219, 2015.
- CARVALHO, L. R.; SILVA, E. A. A. DAVIDE, A. C. Classificação de sementes de espécies florestais quanto ao comportamento no armazenamento. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 28, n. 2, p. 15-25, 2006.
- CARVALHO, N.M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 5.ed. Jaboticabal: FUNEP, 2012. 590p.
- COSTA, W. S.; SOUZA, A. L.; SOUZA, P. B. **Ecologia, Manejo, Silvicultura e Tecnologia de espécies nativas da Mata Atlântica**. Viçosa: Espécies nativas da Mata Atlântica, n. 2, 2011. 18 p.
- CORADI, P. C.; PEREIRA, T. L. L.; CAMILO, L. J. Quality of seeds of jatobá-do-cerrado processed and stored in diferents forms. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 37, n. 2, p. 665-684, 2016.
- DUARTE, M. M.; PAULA, S. R. P.; FERREIRA, F. R. L.; NOGUEIRA, A.C. Morphological characterization of fruit, seed and seedling and germination of *Hymenaea courbaril* L. (Fabaceae) (Jatobá). **Journal of Seed Science**, v.38, n. 3, p. 204-211, 2016.

ELIAS, M. C.; OLIVEIRA, M. de; VANIER, N. L. **Tecnologias de pré-armazenamento, armazenamento e conservação de grãos**. UFPEL, Pelotas, 1 ed. 2017.

FERREIRA, D. F. SISVAR: A computer analysis system to fixed effects split plot type designs. **Revista Brasileira de Biometria**, [S.l.], v. 37, n. 4, p. 529-535, 2019.

FERREIRA, E. G. B. S.; MATOS, V. P.; FERREIRA, R. L. C.; SALES, A. G. F. A.; L. H.M. SENA vigor das sementes de *apeiba tibourbou* aubl. sob difrentes condições de armazenamento e embalagens. **Ciência florestal**, Santa Maria, v. 20, n. 2, p. 295-305, 2010.

FOWLER, J. A. P.; BIANCHETTI, A. **Dormência em sementes florestais**. Colombo: Embrapa Florestas, 2000. P. 1-27.

GARCIA, D. C.; SOUZA, A. C.; BARROS, A.; PESKE, S.T.; MENEZES, N. L. A. A secagem de sementes. **Revista Ciência Rural**, Santa Maria, v. 34, n. 2, p. 603-608, 2004.

FARONI, L. R. D.; BARBOSA, G. N. O.; SARTORI, M. A.; CARDOSO, F. S.; ALENCAR, E. R.; Avaliação qualitativa e quantitativa do milho em diferentes condições de armazenamento. **Engenharia na Agricultura**, Viçosa, v.13, n.3, p. 193-201. 2005.

GUGÉ, L. M A.; GUGÉ, R. M A.; COELHO, B. S.; NASCIMENTO, F. M.; CASTRO FILHO, M. N. Avaliação de técnicas de armazenamento de sementes de tento-carolina (*adenathera pavonina* l.) em função de diferentes tipos de embalagens e ambientes. **Revista Biodiversidade**. Rondonópolis, v.18, n. 3, 2019, 126 p.

GONELI, A. L. D.; CORRÊA, P. C.; MAGALHÃES, F. E. A.; BAPTESTINI, F.M. Contração volumétrica e forma dos frutos de mamona durante a secagem. **Acta Scientiarum. Agronomy**, Maringá, v.33, n.1, p.1-8, 2011.

GORGULHO, C. F. **Embalagens**. Instituto Nacional de Propriedade Industrial - INPI. Rio de Janeiro, 2018.

IBÁ – Indústria Brasileira de Árvores. **Relatório IBA 2022**. São Paulo. 2022. Disponível em: <https://www.iba.org/datafiles/publicacoes/relatorios/relatorio-anual-iba2022-compartado.pdf>. Acesso em: 14 mai. de 2023.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA ESTATÍSTICA. **Produção da Extração Vegetal e da Silvicultura 2021**. Rio de Janeiro, v. 35, p. 1-8, 2021.

PENFIELD, S. Seed dormancy and germination. **Current Biology**, Cambridge, v. 27, n. 17, p. 874-878, 2017.

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

KHAN, K.; MOSES, S. C.; KUMAR, A.; KUMAR, D.; UPADHYAY, A. Physical properties of pigeon pea grains at different moisture content. **International Journal of Pure and Applied Bioscience**, Dehradun, v. 5, n. 2, p. 556-562, 2017.

KRZYŻANOWSKI, F. C.; VIEIRA, R. D. Deterioração controlada. In: KRZYŻANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R.D.; FRANÇA- NETO, J.B. (eds.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999. cap.6, p.1-8.

LABOURIAU, L. G.; VALADARES, M. E. B. On the germination of seeds *Calotropisprocera* (Ait.) Ait.f. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, Rio de Janeiro, v. 48, n. 2, p. 263-284, 1976.

LAMARCA, E. V.; BARBEDO, C. J. Short storability of *Caesalpinia echinata* Lam. seeds as a consequence of oxidative processes. **Hoehnea**; v. 39, n. 4, p. 577-586, 2012.

LIMA, V. V. F. DE.; VIEIRA, D. L. M.; SEVILHA, A. C.; SALOMÃO, A. N. Germinação de espécies arbóreas de floresta estacional decidual do vale do rio Paranã em Goiás após três tipos de armazenamento por até 15 meses. **Revista Biota Neotropica**, v.8, n. 3, p. 89-97, 2008.

MAGUIRE, J. D. Speed of germination and in selection and evaluation for seedling emergence and vigour. **Crop Science**, v.2, n.1, p.176-77, 1962.

MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. 2. ed. Londrina: ABRATES, 2015. 660 p.

MATOS, V. P.; FERREIRA, E. G. B. de S.; FERREIRA, R. L. C.; SENA, L. H. de M.; SALES, A. G. de F. A. Efeito do tipo de embalagem e do ambiente de armazenamento sobre a germinação e o vigor das sementes de *Apeiba tibourbou* Aubl. **Revista Árvore**, [S. l.] v. 32, n. 4, p. 617 - 625, 2008.

MELO, M. G.G; MENDES, A. M. S. **Jatobá *Hymenaea courbaril* L.** Informativo Técnico Rede de Sementes da Amazônia Nº 9, 2005. Universidade do Estado do Amazonas. Manaus-AM, Brasil.

MOHSENIN, N. N. **Thermal properties of foods and agricultural materials**. London, Gordon & Breach science Pubeshers, 1980, 407p.

MOHSENIN, N.N. **Physical properties of plant and animal materials**. New York: Gordon and Breach Publishers, 1978. 841p.

NAKAGAWA, J. Teste de vigor baseados na avaliação de plântulas. In: VIEIRA, R.D.; CARVALHO, N.M. (Ed.). Jaboticabal: FUNEP, 1994. p.49-85, 132.

NAKAGAWA, J. Testes de vigor baseados no desempenho das plântulas. In: Krzyzanoski, F. C.; Vieira, R. D.; França Neto, J.B. **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999.

OLIVEIRA, C.; SILVA, B. M. S.; SADER, R.; MÔRO, F. V. Armazenamento de sementes de carolina em diferentes temperaturas e embalagens. **Ciência rural**, Santa Maria, v.42, n. 1, p.68-74, 2012.

OLIVEIRA, F. T. G.; VITÓRIA, R. Z.; POSSE, S. C. P.; ARANTES, S. D.; SCHMILDT, O.; VIANA, A.; MALIKOUSKI, R. G.; BARROS, B. L. A. Qualidade fisiológica de sementes de aroeira em função das condições de armazenamento. **Nucleus**, Ituverava v.15, n.2, p.567 -574, 2018.

SHANLEY, P.; MEDINA, G. **Plantas e frutíferas úteis na vida Amazônica**. CIFOR, Imazon. Belém, 2005. p. 300

SILVA, R. B.; SANTOS, I. G. O. P; ALBUQUERQUE, K. A.D.; SANTOS NETO, A. L.; SANTOS, W. M; OLIVEIRA, J. D. S. Armazenamento e conservação de sementes de Pau Ferro nativo da Caatinga alagoana. **Revista Ambientale**. v.11, n.1, p. 80-87, 2019.

SOUZA, V. C.; ANDRADE, L. A.; CRUZ, F. R. S.; FABRICANTE, J. R.; OLIVEIRA, L. S. B. Conservação de sementes de marizeiro *Geoffroea spinosa* Jacq. Utilizando diferentes embalagens e ambientes. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 21, n. 1, p. 93-102, 2011.

SOUZA, L. A; LIMA R. M. B; Métodos para produção de mudas de jatobá (*Hymeneae courbaril* L.) e colubrina (*Colubrina glandulosa* Perk) em condições de viveiro na Amazônia; In: REUNIÃO ANUAL DA SBPC, 64, **Resumos...** São Luis, 2012, 323 p.

SOUZA, V. M. S; SEGATO, S. V. Superação de dormência em sementes de jatobá (*Hymenaea courbaril* L.). **Nucleus**, [S. l.] v. 13, n. 1, p. 71-80, 2016.

TIAGO, P. V. ROSSI, A. A. B. DE PEDRI, E. C M. FERNANDES, J. F. TIAGO, A. V. LIMA, J. A. Levantamento etnobotânico do jatobá (*Hymenaea courbaril* L., Fabaceae) no norte do estado de Mato Grosso, Brasil. **Gaia scientia**. [S. l.] v, 13. p. 80-90. 2019.

TOLEDO, M. Z.; FONSECA, N. R.; CÉSAR, M. L.; SORATTO, R. P.; CAVARIANI, C.; CRUSCIOL, C. A. C. Qualidade fisiológica e armazenamento de sementes de feijão em função da aplicação tardia de nitrogênio em cobertura. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia. v.39, n.2, p.124-133, 2009.

TONINI, H.; ARCO-VERDE, M. F. **O jatobá (*Hymenaea courbaril* L.):** crescimento, potencialidades e usos. Boa Vista: Embrapa Roraima, 2003. p.1- 28 (Documentos, 03).

VIEIRA, A. H.; MARTINS, E.P.; PEQUENO, P.L.L.; LOCATELLI, M.; SOUZA, M.G.; **Técnicas de produção de sementes florestais**. Boa Vista: Embrapa, Porto Velho, 2001, p.1-4.