



**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO
TOCANTINS
CAMPUS PALMAS
CURSO SUPERIOR DE ENGENHARIA AGRONÔMICA**

THAÍS RIBEIRO ARAÚJO

**DIFERENTES TRATAMENTOS PRÉ - GERMINATIVOS NA SUPERAÇÃO DE
DORMÊNCIA DE SEMENTES DE JATOBÁ (*Hymenaea* spp.)**

**PALMAS - TO
2026**

THAÍS RIBEIRO ARAÚJO

**DIFERENTES TRATAMENTOS PRÉ-GERMINATIVOS NA SUPERAÇÃO DE
DORMÊNCIA DE SEMENTES DE JATOBÁ (*Hymenaea* spp.)**

Trabalho de conclusão de curso
apresentado como requisito parcial para
obtenção do título de Bacharel no Curso
Superior de Engenharia Agrônômica do
Instituto Federal do Tocantins, Campus
Palmas.

Orientadora: Dra. Maria Lucimar de
Oliveira Souza

Coorientador: Dr. Vinícius Souza Ribeiro

**PALMAS - TO
2026**

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Bibliotecas do Instituto Federal do Tocantins

R484d Ribeiro Araújo, Thais
 Diferentes tratamentos pré-germinativos na superação de dormência
 de sementes de Jatobá (*Hymenaea* spp.). / Thais Ribeiro Araújo. –
 Palmas, TO, 2026.
 51 p. : il.

 Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Agronomia) –
 Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Tocantins - IFTO,
 Palmas, TO, 2026.

 Orientadora: Dra. Maria Lucimar de Oliveira Souza.
 Coorientador: Dr. Vinícius Souza Ribeiro

 1. Dormência tegumentar. 2. escarificação. 3. produção de mudas. I.
 Souza, Maria Lucimar de Oliveira. II. Ribeiro, Vinícius Souza. III. Título.

CDD 630

A reprodução total ou parcial, de qualquer forma ou por qualquer meio, deste documento é autorizada para fins de estudo e pesquisa, desde que citada a fonte.

Elaborado pelo sistema de geração automática de ficha catalográfica do IFTO com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO TOCANTINS
CAMPUS PALMAS - TO
COORDENAÇÃO DO CURSO SUPERIOR BACHARELADO EM ENGENHARIA AGRONÔMICA

THAIS RIBEIRO ARAUJO

DIFERENTES TRATAMENTOS PRÉ - GERMINATIVOS NA SUPERAÇÃO DE DORMÊNCIA DE
SEMENTES DE JATOBÁ (*Hymenaea spp.*)

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Coordenação do Curso Superior Bacharelado
em Engenharia Agrônômica do Instituto
Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do
Tocantins - *Campus* Palmas - TO, como
exigência à obtenção do título de Bacharel em
Engenharia Agrônômica.

Aprovado em: 10 de junho de 2026

BANCA AVALIADORA

Profa. Dra. Maria Lucimar de Oliveira Souza
IFTO - Campus Palmas - TO

Profa. Dra. Cheila Cristina Naves Barbiero
IFTO - Campus Palmas - TO

Prof. Dr. Thômas Vieira Nunes
IFTO - Campus Palmas - TO



Documento assinado eletronicamente por **Maria Lucimar de Oliveira Souza, Servidor**, em 10/06/2026, às 10:23, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



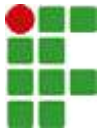
Documento assinado eletronicamente por **Thomas Vieira Nunes, Servidor**, em 10/06/2026, às 10:23, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Cheila Cristina Naves Barbiero, Servidor**, em 10/06/2026, às 10:24, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site http://sei.iftto.edu.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **3208815** e o código CRC **5BBE8085**.



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO TOCANTINS

Campus Palmas 310 Sul, Av. LO 5, s/n, esquina com a Avenida NS 10 - Plano Diretor Sul — CEP 77021-090 Palmas/TO - portal.iftto.edu.br — reitoria@iftto.edu.br

Referência: Processo nº 23236.012302/2026-18

SEI nº 3208815

AGRADECIMENTOS

Os agradecimentos deste trabalho não poderiam ocorrer sem o reconhecimento daqueles que fizeram parte da minha trajetória. Agradeço a Deus, pois nada teria sido possível sem Sua bondade e misericórdia em minha vida. Agradeço também a Nossa Senhora, amada mãe de Jesus e minha, por Sua intercessão constante nos momentos de dificuldade, por me fortalecer e por me ensinar que confiar em Deus é sempre o melhor caminho.

À minha mãe, Selma Abreu, minha maior inspiração, por me ensinar a ser forte e resiliente diante das adversidades. Ao meu pai, José Belém de Araújo (*in memoriam*), que sempre me incentivou a buscar meus sonhos; sei que, se estivesse presente, estaria orgulhoso de sua menina. Seu legado de amor, sabedoria e dedicação continuará guiando meus passos.

À minha irmã, Vanessa, que desde o começo foi meu exemplo de determinação e por todo incentivo ao longo dessa jornada. Estendo minha gratidão aos demais familiares que estiveram presentes nos momentos mais desafiadores, oferecendo apoio, paciência e motivação para que este sonho se tornasse realidade.

Ao meu querido noivo, Luciano, por todo amor, compreensão e apoio incondicional. Obrigada por estar ao meu lado nos momentos difíceis, por me trazer tranquilidade em meio à rotina intensa e por tornar essa caminhada mais leve.

Às minhas amigas Lays Lorrany, Vitória Andrade e Reni Carvalho, pelo companheirismo e apoio, dividir esta caminhada com vocês foi um verdadeiro presente de Deus.

À minha orientadora, Maria Lucimar de Oliveira Sousa, expresso minha profunda gratidão pela paciência, pelos ensinamentos, conselhos e apoio ao longo deste trabalho. Sua dedicação e profissionalismo são uma grande inspiração para mim, tanto como profissional quanto como mulher.

Aos meus saudosos professores Vinícius, Thômas e Cheila, meus sinceros agradecimentos pelas contribuições e conhecimentos compartilhados ao longo desta trajetória.

Por fim, reconheço que este trabalho não é resultado apenas do meu esforço, mas também da contribuição de todos que acreditaram no meu potencial. Como disse Santa Teresinha do Menino Jesus, “nada é pequeno se feito com amor”. Que este estudo represente um importante passo em minha nova jornada.

RESUMO

A dormência tegumentar constitui um dos principais fatores limitantes à germinação de sementes de espécies florestais nativas, especialmente aquelas pertencentes ao gênero *Hymenaea* spp., dificultando a produção de mudas e a utilização dessas espécies em programas de recuperação ambiental. Diante desse cenário, o presente estudo teve como objetivo avaliar a eficiência de diferentes métodos de superação de dormência em sementes de *Hymenaea* spp., visando identificar o tratamento mais adequado para promover a germinação e acelerar o estabelecimento das plântulas. Foram conduzidos dois bioensaios experimentais, com quatro tratamentos: T1 – testemunha (sementes sem tratamento); T2 – imersão em água à temperatura ambiente por 24 horas; T3 – escarificação térmica, com imersão em água a 80 °C por 30 minutos; e T4 – escarificação mecânica com lixa nº 80. Avaliaram-se as seguintes variáveis: porcentagem de germinação (G%) e o índice de velocidade de germinação (IVG). Os resultados demonstraram diferenças marcantes entre os tratamentos, evidenciando maior eficiência do tratamento T4, que apresentou os maiores valores de porcentagem germinação (%G) e índice velocidade de germinação (IVG) nos dois Bioensaios, além de eficiente desenvolvimento de plantulas. Os tratamentos T2 e T3 promoveram incrementos discretos em relação ao testemunha, porém não foram suficientes para superar de forma eficaz a dormência tegumentar. O tratamento testemunha apresentou os menores índices, confirmando a necessidade de intervenção pré-germinativa. Conclui-se que a escarificação mecânica é o método mais eficiente para a superação da dormência em sementes de *Hymenaea* spp., sendo recomendada para utilização em viveiros florestais e programas de restauração ecológica, contribuindo para o aumento da produção de mudas e para a conservação de espécies nativas do bioma Cerrado.

Palavras-chave: Dormência tegumentar; escarificação; produção de mudas; Cerrado.

ABSTRACT

Seed dormancy is one of the main limiting factors for the germination of seeds of native forest species, especially those belonging to the genus *Hymenaea* spp., hindering seedling production and the use of these species in environmental restoration programs. Given this scenario, the present study aimed to evaluate the efficiency of different methods for overcoming dormancy in *Hymenaea* spp. seeds, in order to identify the most suitable treatment to promote germination and accelerate seedling establishment. Two experimental bioassays were conducted, with four treatments: T1 – control (untreated seeds); T2 – immersion in water at room temperature for 24 hours; T3 – thermal scarification, with immersion in water at 80 °C for 30 minutes; and T4 – mechanical scarification with #80 sandpaper. The following variables were evaluated: germination percentage (G%) and germination speed index (GSI). The results demonstrated marked differences between the treatments, showing greater efficiency in treatment T4, which presented the highest germination percentage (%G) and germination speed index (IVG) values in both bioassays, in addition to efficient seedling development. Treatments T2 and T3 promoted slight increases compared to the control, but these were not sufficient to effectively overcome seed coat dormancy. The control treatment presented the lowest indices, confirming the need for pre-germination intervention. It is concluded that mechanical scarification is the most efficient method for overcoming dormancy in *Hymenaea* spp. seeds, and is recommended for use in forest nurseries and ecological restoration programs, contributing to increased seedling production and the conservation of native species of the Cerrado biome.

Keywords: Tegumentary dormancy; scarification; seedling production; Cerrado.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Mapa de Localização do município de Palmas/TO	22
---	----

LISTA DE FOTOS

Foto 1 - Matriz de <i>Hymenaea</i> spp.	23
Foto 2 - Coleta <i>in loco</i> de Jatobás no Cerrado	23
Foto 3 - Beneficiamento do fruto para realização dos experimentos	23
Foto 4 – Fruto removido do epicarpo para beneficiamento da semente	23
Foto 5 – Processo de assepsia das sementes, por um período de 5 minutos em solução de hipoclorito de sódio a 2,0%	24
Foto 6 –Lavagem das sementes de Jatobá em água, antes da submissão aos tratamentos, e bioensaio	24
Foto 7 – Sementes do Tratamento 1 (testemunha)	25
Foto 8 – Sementes imersas em água à temperatura ambiente (T2)	25
Foto 9 – Sementes submetidas à escarificação térmica, com imersão em água a 80 °C por 30 minutos (T3)	25
Foto 10 – Sementes submetidas à escarificação mecânica com lixa nº 80 (T4)	25
Foto 11 – Câmara de germinação tipo B.O.D (<i>Biological Oxygen Demand</i>), contendo os tratamentos experimentais	26
Foto 12 – Temperatura controlada a 25 °C na câmara de germinação Tipo B.O.D para experimento	26
Foto 13 – Semente com radícula e plúmula visível	27
Foto 14 – Comparação entre sementes intactas abertas, com e sem sinais de embebição	27
Foto 15 – Semente aberta, com sinais iniciais de germinação	27
Foto 16 – Semente aberta, sem evidência de germinação	27
Foto 17 – Sementes semeadas em substrato, acondicionadas em recipientes de 500 mL	28
Foto 18 – Distribuição dos recipientes nas bancadas, em condição de viveiro	28
Foto 19 – Procedimento de caracterização das plantas de Jatobá	30
Foto 20 – Análise morfológica da planta de Jatobá	30

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Porcentagem de Germinação (G%) no bioensaio empregando câmara de germinação do tipo B.O.D conforme Regras para Análise de Sementes descrita em (BRASIL, 2009).....	31
Tabela 2 - Quantificação de sementes germinadas e não germinadas submetidas aos diferentes tratamentos pré-germinativos, com subdivisão das categorias avaliadas, em câmara germinadora B.O.D.....	33
Tabela 3 - Índice de Velocidade de Germinação (IVG) dos experimentos a partir das Germinações (Gx) e dos números de dias da semeadura da primeira à última avaliação respectivamente, em câmara germinadora B.O.D.	35
Tabela 4 - Porcentagem de Germinação (G%) em condição de viveiro conforme Regras para Análise de Sementes descrita em (BRASIL, 2009).....	37
Tabela 5 - Índice de Velocidade de Germinação (IVG) dos experimentos a partir das Germinações (Gx) e dos números de dias da semeadura da primeira à última avaliação, em condição de viveiro.	39
Tabela 6 - Características morfológicas da <i>Hymenaea</i> spp. submetidas a métodos de aceleração de germinação.....	42

LISTA DE EQUAÇÕES

Equação 1 - Porcentagem de Germinação (G%).....	29
Equação 2 - Índice de Velocidade de Germinação (IVG):.....	29

LISTA DE SIGLAS

B.O.D. – *Biological Oxygen Demand* (Demanda Bioquímica de Oxigênio)

CCAAB – Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas

DOI – *Digital Object Identifier*

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

G% – Porcentagem de Germinação

GCG – Germinação em Caixas Gerbox

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

IVG – Índice de Velocidade de Germinação

MAPA – Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento

RAS – Regras para Análise de Sementes

SIG – Sementes com Indícios de Germinação, após serem abertas

SRV - Sementes com Radícula Visível

T – Tratamento

T1 – Tratamento 1 (testemunha)

T2 – Tratamento 2 (imersão em água)

T3 – Tratamento 3 (escarificação térmica)

T4 – Tratamento 4 (escarificação mecânica)

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	11
2	PROBLEMATIZAÇÃO	12
3	OBJETIVOS	12
3.1	Objetivo Geral	12
3.2	Objetivos Específicos	13
4	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	13
4.1	Bioma Cerrado	13
4.1.1	Degradação do Cerrado	14
4.1.2	Restauração Ambiental do Cerrado	15
4.2	Produção de mudas	16
4.3	Características Jatobá	17
4.4	Sementes	19
4.4.1	Germinação da Semente	19
4.4.2	Dormência da Semente	20
5	METODOLOGIA	22
5.1	Bioensaio 1: Teste de germinação em papel “Germitest”	25
5.2	Bioensaio 2: Teste de germinação em substrato comercial	27
5.3	Análise de dados	28
5.4	Cálculos e Avaliações	28
5.5	Características morfológicas das plântulas	29
6	RESULTADOS E DISCUSSÕES	30
6.1	Bioensaio 1: Teste de germinação em papel “Germitest”	30
6.2	Bioensaio 2: Teste de germinação em substrato comercial	36
6.3	Características morfológicas das sementes e plântulas	41
6.4	Comparação entre o bioensaio 01 e bioensaio 02	43
7	CONCLUSÃO	44
8	REFERÊNCIAS	46

1 INTRODUÇÃO

A supressão da vegetação nativa para a expansão da agropecuária ou para outro tipo de uso e ocupação do solo, tem agravado o processo de degradação florestal, ocasionando impactos negativos para a fauna e flora (SILVA *et al.*, 2015). No bioma Cerrado, esse cenário é especialmente preocupante, visto que as áreas convertidas para uso agrícola têm sido até três vezes maiores que as áreas exploradas na Amazônia, em razão da facilidade de remoção da vegetação e das condições climáticas e edáficas favoráveis à agropecuária. Como consequência, a vegetação nativa do Cerrado vem sendo amplamente suprimida ao longo das últimas décadas (WWF-BRASIL, 2014).

Diante desse panorama, a restauração de áreas degradadas torna-se uma medida indispensável para a conservação ambiental, sendo o reflorestamento com espécies nativas uma estratégia eficiente para a recuperação da vegetação, proteção do solo e contribuição para a regulação climática (ALBUQUERQUE *et al.*, 2020). Nesse contexto, a utilização de espécies florestais adaptadas às condições do Cerrado representa alternativa viável e ambientalmente adequada.

Entre as espécies nativas com potencial para programas de restauração, destaca-se o Jatobá (*Hymenaea* spp.). A espécie é típica do Cerrado brasileiro, e amplamente distribuída no estado do Tocantins, apresentando relevante potencial econômico e medicinal, além de ser recomendado para arborização urbana, paisagismo e projetos de restauração florestal (LAHR FAR, *et al.*, 2016). Espécies do gênero *Hymenaea* possuem importância ecológica significativa e apresenta valor econômico expressivo (LORENZI *et al.*, 2016). Entretanto, apesar de sua relevância, a reintrodução de espécies nativas em programas de restauração ainda enfrenta limitações técnicas, sobretudo devido ao reduzido conhecimento sobre os processos germinativos e a produção de mudas de espécies do Cerrado (WWF-BRASIL, 2014).

A propagação de espécies nativas é frequentemente limitada pela ocorrência de dormência nas sementes, o que retarda o processo de germinação (SANTOS *et al.*, 2003). Além disso, diversas espécies apresentam germinação baixa ou até nula em condições de viveiro, o que dificulta e restringe sua produção em escala (BRANDO; DURIGAN, 2001). Nesse contexto de acordo com Ramalho *et al.*, (2019), para que a propagação dessas espécies seja mais eficiente, torna-se necessário o conhecimento de aspectos básicos relacionados à morfologia, fisiologia e

características germinativas das sementes. Assim, considerando a importância ecológica e econômica do gênero *Hymenaea* e as limitações técnicas relacionadas à produção de mudas de espécies nativas do Cerrado, é fundamental ampliar o conhecimento sobre os mecanismos de dormência e o comportamento germinativo dessas espécies.

Assim, o presente estudo tem como objetivo avaliar métodos de superação de dormência em sementes de *Hymenaea* spp., analisar o processo germinativo, bem como descrever suas características morfológicas iniciais, visando contribuir para o aprimoramento de protocolos de produção de mudas e para o fortalecimento de programas de restauração ecológica.

2 PROBLEMATIZAÇÃO

Apesar da importância ecológica e econômica do gênero *Hymenaea* spp., ainda são limitados os estudos que estabelecem protocolos eficientes para a superação de dormência e produção de mudas em escala. A ausência de padronização nos métodos de quebra de dormência compromete a germinação das sementes, dificultando a obtenção de plântulas vigorosas para programas de restauração e recomposição florestal. Nesse contexto, torna-se necessário investigar estratégias que otimizem o processo germinativo de sementes de *Hymenaea* spp., bem como compreender as características morfológicas iniciais das plântulas, a fim de contribuir para o aprimoramento técnico da produção de mudas da espécie.

3 OBJETIVOS

3.1 Objetivo Geral

Avaliar métodos de superação de dormência em sementes de *Hymenaea* spp., analisando seus efeitos sobre a germinação, e as características morfológicas iniciais das plântulas.

3.2 Objetivos Específicos

- Comparar métodos de superação de dormência aplicados às sementes de *Hymenaea* spp.
- Determinar a porcentagem de germinação (G%) sob os diferentes tratamentos.
- Calcular o Índice de Velocidade de Germinação (IVG) das sementes submetidas aos tratamentos.
- Descrever as características morfológicas iniciais das plântulas, incluindo raiz primária, hipocótilo, epicótilo e cotilédones.
- Identificar o tratamento mais eficiente no desenvolvimento de plântulas.

4 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

4.1 Bioma Cerrado

O bioma Cerrado ocorre predominantemente no Planalto Central brasileiro, correspondendo a 24% do território nacional (IBGE, 2026), ocupando aproximadamente 2 milhões de km² (MARTELLI *et al.*, 2023). Caracteriza-se por grande diversidade de fitofisionomias, que variam desde formações campestres até florestais, conforme fatores como solo, relevo, disponibilidade hídrica e ocorrência de fogo (RIBEIRO & WALTER, 2008). Essa paisagem é frequentemente descrita como uma “floresta invertida”, devido à presença de árvores e arbustos baixos com troncos e galhos retorcidos, associados a sistemas radiculares profundos, que podem chegar a até 20 metros de profundidade (TERRA *et al.*, 2023).

O clima dessa região é marcado por forte sazonalidade, com estações distintas, sendo uma chuvosa da primavera ao verão e outra seca no outono e inverno. Essa dinâmica climática resulta da atuação de sistemas atmosféricos que controlam os regimes de chuvas e temperaturas, exercendo papel fundamental na manutenção dos recursos hídricos e abrigando nascentes de importantes bacias hidrográficas, como a Tocantins-Araguaia (LIMA & SILVA, 2017; NASCIMENTO; NOVAIS, 2020; IPAM, 2023).

A interação entre solo, clima, relevo e vegetação, forma um ambiente altamente heterogêneo. Os solos são, em geral, profundos, bem drenados, ácidos e pobres em nutrientes devido ao intenso processo de lixiviação (IBGE, 2026). Do ponto de vista

pedológico, destacam-se os latossolos vermelhos-amarelos, que apresentam elevado teor de alumínio, podendo ser tóxicos para a maioria das culturas agrícolas (UNB, 2025).

O relevo é dominado por planaltos do Brasil Central, com variações altitudinais que influenciam as condições climáticas locais. A vegetação é composta principalmente por gramíneas e arbustos (EMBRAPA, 2024), além da ocorrência de chapadas extensas e planas, frequentemente utilizadas para a monoculturas mecanizadas (PORTO-GONÇALVES, 2006).

Essa heterogeneidade estrutural favorece a elevada biodiversidade do bioma, com espécies adaptadas às condições ambientais da região. O Cerrado abriga cerca de 12.829 espécies de plantas nativas (BFG, 2021), sendo reconhecido como a savana mais rica do mundo. Além disso, apresenta aproximadamente 212 espécies de mamíferos, 837 de aves, 180 de répteis, 150 de anfíbios e 1.200 de peixes; entretanto, apenas 8,21% de sua área encontra-se protegida, o que representa uma ameaça significativa à sua biodiversidade (SOUZA, 2021).

Esse cenário evidencia a grande importância ecológica do Cerrado para a manutenção da biodiversidade, destacando a necessidade de ações efetivas de conservação, manejo sustentável e proteção das espécies e de seus habitats naturais.

4.1.1 Degradação do Cerrado

O Cerrado, considerado a savana mais biodiversa do mundo, desempenha papel na conservação da fauna e flora brasileiras, bem como na manutenção dos recursos hídricos e ciclos climáticos (BUSTAMANTE *et al.*, 2012; ASSIS, 2025). Contudo, o bioma, tem sido intensamente pressionado pelas atividades humanas, especialmente pela expansão da fronteira agrícola, resultando na redução da vegetação nativa e na ameaça à biodiversidade (MORZELLE *et al.*, 2015). Dessa forma, é classificado um *hotspot* mundial, caracterizado por alta diversidade biológica e elevado grau de ameaça (SOUZA, 2021; MMA, 2025).

Apesar de sua importância ecológica, apenas uma pequena parcela do Cerrado está sob proteção integral, o que agrava o cenário de ocupação acelerada e uso inadequado dos recursos naturais (LIMA, 2018). Nesse contexto, o bioma figura entre os mais afetados por transformações na paisagem, especialmente em função da perda de vegetação nativa decorrente do desmatamento ilegal e da ocorrência de incêndios florestais (DE CARVALHO *et al.*, 2005).

De acordo com o Relatório Anual de Desmatamento de 2023, o Cerrado concentrou 60,7% da área desmatada no Brasil, totalizando mais de 1,11 milhão de hectares desmatados (MAPBiomass, 2024). Além disso, estima-se que entre 18 e 43 milhões de hectares do bioma estejam suscetíveis à degradação, o que representa de 19% a 45% de sua área total, incluindo regiões fragmentadas, isoladas e de vegetação secundária, o que compromete a biodiversidade e os serviços ecossistêmicos (IPAM, 2024).

Esse cenário resulta em diversos impactos ambientais. De acordo com Ramos *et al.* (2018), a degradação do Cerrado está fortemente associada à expansão da agropecuária e urbanização, impulsionada por políticas públicas e avanços tecnológicos, que promoveram a substituição da vegetação nativa por áreas produtivas. Como consequência, observa-se o aumento dos índices de desmatamento, a fragmentação de habitats e a perda significativa da biodiversidade, comprometendo o equilíbrio ecológico e afetando funções essenciais do ecossistema, como a manutenção das cadeias alimentares, a conservação do solo e dos recursos hídricos. Além disso, essa condição ameaça a integridade ecológica do bioma, colocando em risco sua biodiversidade (GRECCHI *et al.*, 2014; SILVA, 2023).

Diante desse contexto, a recuperação de áreas degradadas torna-se fundamental e está diretamente relacionada aos princípios da restauração ecológica, definida como o processo de auxílio ao restabelecimento de ecossistemas degradados, danificados ou destruídos (MMA, 2025). Nesse sentido, espécies florestais nativas têm sido amplamente utilizadas em projetos de restauração, inclusive em áreas originalmente ocupadas por fisionomias savânicas e campestres (PELLIZZARO *et al.*, 2017).

4.1.2 Restauração Ambiental do Cerrado

O reflorestamento configura-se como uma estratégia essencial para a recuperação de áreas degradadas, sendo capaz de mitigar impactos ambientais e contribuir para a recomposição da vegetação nativa, proteção do solo e regulação do clima (ALBUQUERQUE *et al.*, 2020). Nesse contexto, o uso de espécies arbóreas, tanto nativas quanto exóticas, tem se mostrado eficaz no enfrentamento das mudanças climáticas e na recuperação de solos degradados em escala global, aliando benefícios ambientais à geração de renda (RAMINEH *et al.*, 2023).

No Cerrado, a restauração ecológica apresenta desafios específicos devido à diversidade de fitofisionomias. Ainda assim, espécies florestais têm sido frequentemente utilizadas, inclusive em áreas originalmente de formações savânicas e campestres (PELLIZZARO *et al.*, 2017). Isso ocorre, em parte, ao fato de essas espécies serem mais estudadas, apresentarem maior facilidade de cultivo, maior produção de sementes e crescimento relativamente mais rápido quando comparadas às espécies típicas de ambientes savânicos (DURIGAN, 2013).

Dessa forma, a seleção de espécies adequadas é essencial para o sucesso das ações de restauração no Cerrado. Nesse contexto, o Jatobá (*Hymenaea* spp.) destaca-se como uma espécie promissora devido à sua importância ecológica e à elevada capacidade de adaptação a diferentes condições ambientais, sendo amplamente recomendado para reflorestamentos e recuperação de áreas degradadas (BRASIL, 2009). Assim, cresce a demanda por espécies florestais nativas, como o Jatobá, capazes de atender às necessidades de projetos de reflorestamento com finalidades comerciais, ambientais e de restauração de áreas degradadas (SILVA, 2023).

4.2 Produção de mudas

Um dos princípios básicos da restauração ecológica consiste na tentativa de reconstrução da riqueza de espécies que ocorria naturalmente no ambiente em questão (ASSIS *et al.*, 2013). Diante da exploração crescente e desordenada da agropecuária na região do cerrado-caatinga e do declínio dos recursos florestais, o sistema de produção de mudas de espécies florestais tem se mostrado uma atividade fundamental nos processos de reflorestamento e recuperação de áreas em degradação (LUSTOSA FILHO, 2015).

No entanto, nem todas as espécies do bioma apresentam facilidade de produção de mudas em viveiro, sendo ainda necessário o desenvolvimento de pesquisas básicas para diversas espécies florestais nativas (OLIVEIRA, 2016). Além disso, a maioria dessas espécies permanece pouco estudada, havendo necessidade de subsídios científicos que promovam a produção de mudas em grande quantidade e com qualidade, facilitando, dessa forma, o manejo e reduzindo os custos de produção (BRITO, 2017).

Assim, o conhecimento das características morfológicas e ecofisiológicas das sementes, com o objetivo de produzir mudas destinadas à recuperação ou ao

enriquecimento de áreas degradadas resultantes da exploração inadequada dos recursos naturais, é fundamental para a manutenção da biodiversidade (SILVA et al., 2023). Nesse sentido, a propagação por sementes representa a principal forma de disseminação das espécies, tornando os estudos relacionados à tecnologia e produção de sementes relevantes para os processos de manejo, conservação e melhoramento genético (ROVERI-NETO; PAULA, 2017).

Entretanto, a germinação de sementes e o subsequente desenvolvimento das plântulas de algumas espécies florestais apresentam índices reduzidos, o que desestimula a produção de mudas tanto para fins comerciais quanto para a manutenção ecológica (CHEROBINI, 2007). Dessa forma, o conhecimento dos processos fisiológicos das sementes e das técnicas de superação de dormência é fundamental para acelerar e uniformizar a germinação, favorecendo a produção de mudas mais vigorosas e eficientes para programas de restauração e reflorestamento.

4.3 Características Jatobá

O Jatobá *Hymenaea* spp., pertencente à família Fabaceae, é uma espécie arbórea de ampla distribuição nos neotrópicos (PINTO *et al.*, 2017), ocorrendo em biomas como Cerrado, Amazônia, Mata Atlântica e Pantanal. Pode atingir até 40 metros de altura e apresentar tronco com cerca de 1 metro de diâmetro, copa densa, folhas compostas por dois folíolos coriáceos (bifoliadas), pecioladas e subsésseis e flores brancas a creme (CARVALHO, 2007; EMBRAPA, 2004; ASSIS, 2025).

A madeira apresenta grande densidade de massa, com valores entre 0,80 e 1,00 g/cm³, altamente resistente a cupins, possui cerne avermelhado, textura média a grosseira e boa durabilidade (SINDIMASP, 2026). Este material, é utilizado em diversos setores, como construção civil, móveis, pisos, estruturas, produção de resinas empregadas em vernizes e produtos industriais com alto valor econômico (CORDEIRO & LAMEIRA, 2022)

A espécie apresenta mais de 90 nomes vernaculares, no qual os mais conhecidos: jassaí, jataúba, jatobá, jatobá-d'anta e jatobá-verdadeiro (EMBRAPA, 2004). Trata-se de uma árvore hermafrodita, decídua, heliófila, com floração entre outubro a abril e suas flores são polinizadas por morcegos do gênero *Glossophaga*, enquanto seus frutos, ao caírem no solo, servem de alimento para roedores e macacos, que também contribuem para a dispersão das sementes (DE CARVALHO *et al.*, 2005; CORDEIRO & LAMEIRA, 2022).

Os frutos amadurecem entre julho e setembro, possuem casca dura e são do tipo legume/vargem lenhoso, seco e indeiscente, medindo de 5 a 15 cm, contendo de 1 a 6 sementes envoltas por polpa farinácea e aromática rica em ferro (BOTELHO *et al.*, 2000; SINDIMASP, 2026). A semente possui formato globosa, largo-oblongas ou obovadas, com formato comprimido e dormência tegumentar (ASSIS, 2025).

Além disso, a espécie apresenta teores significativos de carboidratos (30,90% a 34,28%), proteínas (6,20% a 7,60%) e lipídios (2,12% a 4,04%), além de alto conteúdo de fibras alimentares e minerais como cálcio, magnésio e fósforo, destacando-se também pelas sementes ricas em fibras, proteínas e ácidos graxos insaturados (COHEN, 2010).

Do ponto de vista ecológico, o Jatobá possui grande relevância para a alimentação da fauna e para a regeneração de áreas degradadas, sendo amplamente indicada para reflorestamento e em programas de recuperação ambiental (CORDEIRO & LAMEIRA, 2022; SILVA *et al.*, 2022).

Outro aspecto relevante é o uso pela medicina popular, onde sua seiva é empregada no tratamento de afecções pulmonares e o chá da casca utilizado para ferimentos e outros problemas de saúde (MARTINS, 1989). A resina e a casca também são usadas no tratamento de tosse, bronquite, asma, diarreia e cólicas, além de males da próstata (PANIZZA, 1998), enquanto o vinho obtido da seiva é consumido como fortificante (BONTEMPO, 2000). Entretanto, o uso em doses elevadas pode causar reações alérgicas, e há relatos de efeitos adversos, como diarreias e até embriaguez associada à ingestão da resina (VEIGA-JÚNIOR *et al.*, 2005; EMBRAPA, 2004).

A seleção de matrizes representa uma etapa essencial para garantir a qualidade das sementes e mudas utilizadas em projetos de restauração florestal (ASSIS, 2025). Dentre os critérios de avaliação, destacam-se a biometria de frutos e sementes, importante para compreender avariabilidade morfológica e genética da espécie, permitindo a seleção de indivíduos com características superiores para a propagação (PEREIRA *et al.*, 2011). Conforme Garcia *et al.* (2011), as matrizes devem apresentar maior altura e diâmetro, tronco retilíneo e sem bifurcações, copa densa, bom estado fitossanitário e elevada produção de sementes.

4.4 Sementes

A semente representa o ponto culminante das atividades de uma geração e o início de uma nova descendência de uma planta. Ela é, em essência, um óvulo maduro que abriga uma planta em miniatura, o embrião, com potencial intrínseco de crescimento e desenvolvimento até atingir o estágio adulto (VIEIRA, 2023). O desenvolvimento da semente compreende a formação do embrião e dos demais tecidos por meio de um padrão ordenado de divisão e diferenciação celular (BEWLEY *et al.*, 2013).

De acordo com Figueiredo (1978), o embrião é a estrutura fundamental da semente, sendo responsável pela formação de uma nova planta durante o processo germinativo. Um embrião maduro é constituído por diferentes partes com funções específicas: a radícula, que dará origem ao sistema radicular; o hipocótilo, importante no desenvolvimento inicial; os cotilédones, que atuam no armazenamento ou absorção de nutrientes; e a plúmula, responsável pela formação da parte aérea da planta.

Diante disso, a semente desempenha papel essencial na perpetuação e propagação das espécies vegetais, sendo o principal meio de multiplicação e estabelecimento das plantas nos ecossistemas. Dessa forma, o conhecimento de suas características fisiológicas é indispensável, especialmente no que se refere aos processos de dormência e germinação, que regulam o início do desenvolvimento da plântula. Compreender esses mecanismos é fundamental para otimizar a propagação das espécies, garantir maior eficiência na produção de mudas e contribuir para programas de conservação, reflorestamento e restauração ecológica.

4.4.1 Germinação da Semente

A germinação representa uma etapa crucial no ciclo de vida das plantas, envolvendo uma série de eventos fisiológicos e bioquímicos que culminam na formação de uma plântula com potencial de desenvolvimento (BEWLEY *et al.*, 2013).

Esse processo inicia-se com a absorção de água pela semente seca, denominada embebição, e se encerra com a germinação do eixo embrionário, geralmente evidenciada pela protrusão da radícula (TAIZ *et al.*, 2017). A embebição promove a reativação do metabolismo celular, desencadeando uma série de reações que incluem aumento da respiração, síntese de enzimas e hormônios, mobilização

das reservas e crescimento do embrião. Esses eventos são fortemente influenciados por fatores ambientais, como temperatura, disponibilidade de água, oxigênio e luz, que regulam a transição do estado de dormência para o crescimento ativo (SILVA, 2019).

De acordo com Vieira (2023), a germinação resulta de uma sequência ordenada e sincronizada de eventos metabólicos, envolvendo desde a absorção de água e oxigênio até o estabelecimento da plântula. Para que esse processo ocorra de forma eficiente, é necessário que a semente seja viável, apresente vigor adequado, esteja livre de patógenos e encontre condições ambientais favoráveis. Entretanto, mesmo em condições ideais, muitas sementes podem não germinar devido à presença de dormência, um mecanismo interno que impede o desenvolvimento do embrião, não estando necessariamente associado à baixa qualidade fisiológica da semente (EGLEY, 1995).

4.4.2 Dormência da Semente

A dormência de sementes constitui uma estratégia adaptativa que distribui a germinação ao longo do tempo, reduzindo o risco de morte prematura em ambientes com condições desfavoráveis (PEGORIN, 2022). Esse fenômeno é caracterizado pela incapacidade temporária de germinação de sementes viáveis, mesmo quando submetidas a condições adequadas para a espécie, sendo que algumas sementes podem absorver água e intumescer sem, contudo, germinar ou se deteriorar durante o período de avaliação (BRASIL, 2009).

Diversos fatores podem inibir a germinação das sementes, entre eles a presença de embrião imaturo ou dormente, tegumento espesso que dificulta a absorção de água e oxigênio, restrições mecânicas, substâncias inibidoras do crescimento e baixos níveis de hormônios promotores da germinação (OLIVEIRA, 2025). Nesse contexto, a dormência apresenta importante significado ecológico, pois permite a distribuição da germinação ao longo do tempo, em razão da variação da intensidade desse fenômeno entre sementes de uma mesma planta (LOPES *et al.*, 2012). Além disso, a dormência atua como um mecanismo natural de resistência, possibilitando que a germinação ocorra em condições ambientais mais favoráveis, reduzindo a competição intraespecífica e aumentando as chances de sobrevivência da espécie (PEGORIN, 2022).

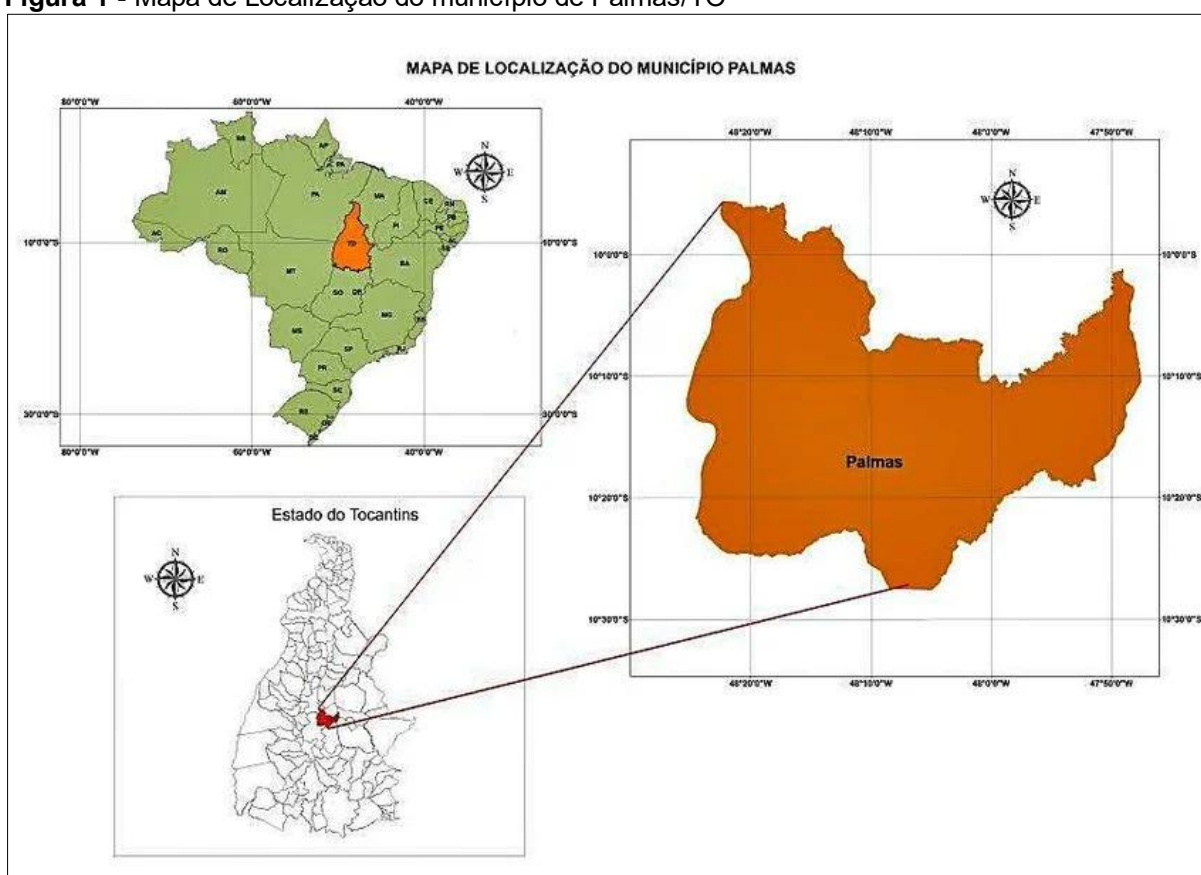
Fisiologicamente, a dormência está relacionada, principalmente, ao balanço hormonal entre o ácido abscísico, responsável por sua indução e manutenção, e as giberelinas, que promovem sua superação. A dormência primária, adquirida durante a maturação, impede a germinação precoce ainda na planta-mãe e favorece a distribuição temporal da germinação das plântulas. Já a dormência secundária é induzida após a dispersão, em resposta a condições ambientais adversas, funcionando como um mecanismo adicional de adaptação (SILVA, 2019). Em espécies, especialmente florestais, a dormência está associada à impermeabilidade do tegumento ou à imaturidade fisiológica das sementes (CASTRO, 2017).

Nesse contexto, compreender os mecanismos que regulam a germinação e a dormência é essencial para o sucesso na produção de mudas, pois permite a adoção de técnicas adequadas que favoreçam a germinação uniforme e o desenvolvimento inicial das plântulas. Assim, o domínio desses conhecimentos contribui diretamente para a eficiência de viveiros, a produção em larga escala e a utilização de espécies em programas de reflorestamento e restauração ecológica.

5 METODOLOGIA

O estudo foi realizado no município de Palmas, Estado do Tocantins (TO). O clima na região é do tipo tropical úmido com estação seca (Aw) bem definida no inverno (Figura 1), o que contribui para as altas temperaturas na região. Apresenta estação chuvosa no verão, de novembro a abril, e nítida estação seca no inverno, de maio a outubro. A média das temperaturas mínima e máxima mensal é de 22,9°C e 32,3°C (INMET, 2025).

Figura 1 - Mapa de Localização do município de Palmas/TO

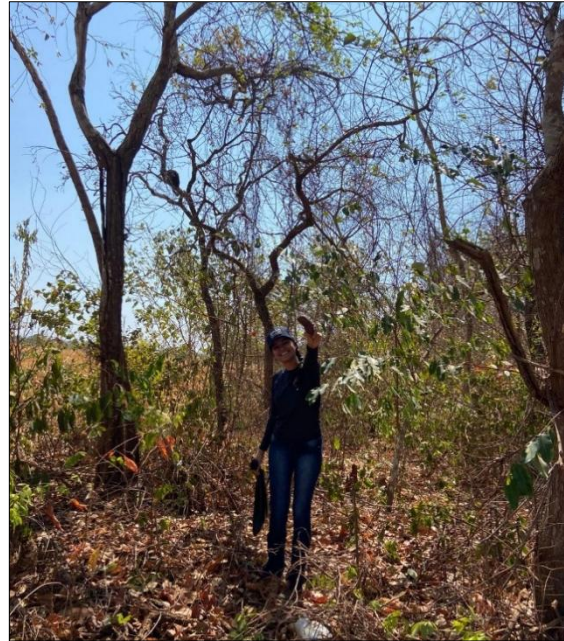


Fonte: Raiany Cristine Cruz da Silva, 2022

O trabalho foi conduzido em laboratório e em viveiro no Departamento de Recursos Naturais do curso de Engenharia Agrônômica do IFTO, Campus Palmas/TO. Os frutos de *Hymenaea* spp. foram coletados em árvores matrizes localizadas em um fragmento de Cerrado na região do município de Palmas/TO, como são ilustrados através das Foto 1 e Foto 2.

Foto 1 - Matriz de *Hymenaea* spp.

Fonte: Próprio autor (2025).

Foto 2 - Coleta *in loco* de Jatobás no Cerrado

Fonte: Próprio autor (2025).

Depois da coleta, os frutos foram armazenados em ambiente arejado até o início dos trabalhos. Posteriormente, passaram por beneficiamento manual, que consistiu na quebra do epicarpo com o auxílio de um martelo (Foto 3 e Foto 4). Em seguida, a polpa aderida às sementes foi removida com o uso de uma espátula, e, posteriormente, as sementes foram lavadas em água corrente.

Foto 3 - Beneficiamento do fruto para realização dos experimentos

Fonte: Próprio autor (2026).

Foto 4 – Fruto removido do epicarpo para beneficiamento da semente

Fonte: Próprio autor (2026).

Para avaliar a superação de dormência e germinação de sementes de Jatobá (*Hymenaea* spp.), utilizou-se os métodos prescritos na Regras para Análise de Sementes (RAS) (BRASIL, 2009). As sementes foram submetidas a dois bioensaios, ambos conduzidos com quatro repetições de 20 sementes, totalizando 80 sementes por tratamento e 320 sementes no experimento. Inicialmente, as sementes foram imersas em solução de hipoclorito de sódio a 2,0% por um período de 5 minutos (Foto 5). Após esse período, as sementes foram lavadas em água corrente e, em seguida, foram realizados os bioensaios (Foto 6).

Foto 5 – Processo de assepsia das sementes, por um período de 5 minutos em solução de hipoclorito de sódio a 2,0%



Fonte: Próprio autor (2026).

Foto 6 – Lavagem das sementes de Jatobá em água, antes da submissão aos tratamentos, e bioensaio



Fonte: Próprio autor (2026).

As sementes foram distribuídas nos seguintes tratamentos: T1 - testemunha (sementes sem tratamento) (Foto 7); T2 - imersão em água à temperatura ambiente por 24 horas (Foto 8); T3 - escarificação térmica, com imersão das sementes em água a 80 °C por 30 minutos (Foto 9) e T4 - escarificação mecânica com lixa Nº 80 (Foto 10). Os dois bioensaios foram realizados seguindo essa mesma estrutura de tratamentos e repetições.

Foto 7 – Sementes do Tratamento 1 (testemunha)



Fonte: Próprio autor (2026).

Foto 8 – Sementes imersas em água à temperatura ambiente (T2)



Fonte: Próprio autor (2026).

Foto 9 – Sementes submetidas à escarificação térmica, com imersão em água a 80 °C por 30 minutos (T3)



Fonte: Próprio autor (2026).

Foto 10 – Sementes submetidas à escarificação mecânica com lixa nº 80 (T4)



Fonte: Próprio autor (2026).

5.1 Bioensaio 1: Teste de germinação em papel “*Germitest*”

Para a análise de germinação, correspondente ao Bioensaio 1, as sementes foram semeadas em caixas plásticas do tipo gerbox (11×11×3,5cm), contendo três folhas de papel “*Germitest*” como substrato, previamente umedecido com água destilada, na proporção de 2,5 vezes a massa do papel seco. As caixas foram

acondicionadas em germinador do tipo B.O.D - *Biochemical Oxygen Demand* (Foto 11), à temperatura constante de 25 °C e fotoperíodo de 12 horas, sendo as avaliações realizadas diariamente durante 20 dias (Foto 12).

Foto 11 – Câmara de germinação tipo B.O.D (*Biological Oxygen Demand*), contendo os tratamentos experimentais



Fonte: Próprio autor (2026).

Foto 12 – Temperatura controlada a 25 °C na câmara de germinação Tipo B.O.D para experimento



Fonte: Próprio autor (2026).

Ao final, as sementes que não apresentaram emissão visível de radícula foram abertas conforme as recomendações das Regras para Análise de Sementes (RAS) (BRASIL, 2009), com o objetivo de avaliar suas condições internas e aprimorar a interpretação dos resultados (Foto 13 e Foto 14). Desta forma, estabeleceram-se subgrupos dentro das categorias de sementes germinadas e não germinadas.

Estabeleceu-se como sementes germinadas não apenas aquelas com emissão visível da radícula, mas também as que, após a abertura, apresentaram sinais iniciais de germinação, como: início de emissão da radícula ou da plúmula (Foto 15). Por outro lado, determinou-se como não germinadas as sementes com sinais de deterioração ou apodrecimento, bem como aquelas rachadas ou intactas, que não apresentaram qualquer evidência de germinação (Foto 16).

Foto 13 – Semente com radícula e plúmula visível.



Nota: Semente apresentando protrusão radicular e desenvolvimento inicial da plântula. Observa-se também a emissão de raízes secundárias. Escala em centímetros. Fonte: Próprio autor (2026).

Foto 14 – Comparação entre sementes intactas abertas, com e sem sinais de embebição.



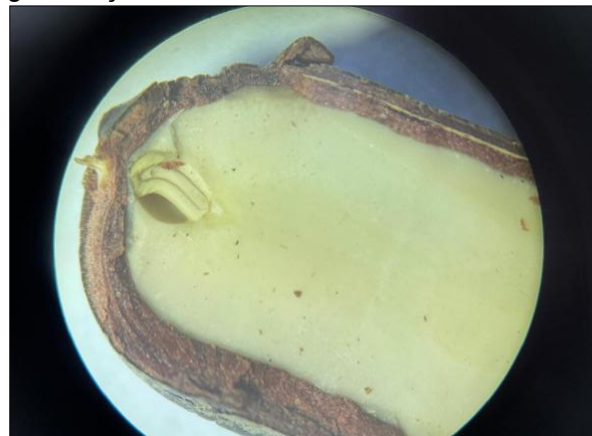
Nota: a - semente sem sinais de embebição; b - semente embebida. Observam-se alterações na turgescência dos tecidos internos. Fonte: Próprio autor (2026).

Foto 15 – Semente aberta, com sinais iniciais de germinação



Fonte: Próprio autor (2026).

Foto 16 – Semente aberta, sem evidência de germinação



Fonte: Próprio autor (2026).

5.2 Bioensaio 2: Teste de germinação em substrato comercial

Para a análise de germinação, referente ao Bioensaio 2, as sementes, após a aplicação dos tratamentos, foram semeadas em copos plásticos de 500 ml, perfurados na base para promover a drenagem da água, contendo o substrato comercial Substrato Ouro Negro Plantio Profissional, composto por casca de pinus, pó de coco, fibra de coco e carvão vegetal. O substrato apresenta elevada capacidade de retenção de água, boa aeração e leveza, características que favorecem o enraizamento e o desenvolvimento inicial das plântulas (Foto 17). Previamente à semeadura, os recipientes passaram por um banho químico, em hipoclorito de sódio a 30%, por um período de 24 horas.

Posteriormente, os recipientes foram dispostos em bancadas suspensas, em viveiro com 50% de sombreamento (Foto 18). A quantidade de água fornecida foi determinada com base no teste de retenção de água, considerando 60%, realizado em laboratório (BRASIL, 2009). As avaliações foram conduzidas ao longo de 60 dias.

Foto 17 – Sementes semeadas em substrato, acondicionadas em recipientes de 500 mL



Fonte: Próprio autor (2026).

Foto 18 – Distribuição dos recipientes nas bancadas, em condição de viveiro



Fonte: Próprio autor (2026).

5.3 Análise de dados

Foram consideradas como germinadas as sementes que apresentaram desenvolvimento das estruturas essenciais do embrião (radícula, hipocótilo e/ou epicótilo) e avaliados a porcentagem de germinação (G%) e o índice de velocidade de germinação (IVG).

5.4 Cálculos e Avaliações

De acordo com as Regras para Análise de Sementes descrita em (BRASIL, 2009):

- a) **Porcentagem de Germinação (G%)** de acordo com as Regras para Análise de Sementes descrita em (BRASIL, 2009):

$$G\% = (SG \times 100) / TS$$

Equação 1 - Porcentagem de Germinação (G%)

Onde:

G%= percentual de germinação

SG = número de sementes germinadas

TS = número total de sementes

b) Índice de Velocidade de Germinação (IVG):

$$IVG = \frac{G1}{N1} + \frac{G2}{N2} + \dots + \frac{Gx}{Nx}$$

Equação 2 - Índice de Velocidade de Germinação (IVG):

Onde:

IVG= Índice de Velocidade de Germinação;

G1 até Gx= número de plântulas germinadas computadas em cada avaliação;

N1 até Nx= número de dias da semeadura da primeira à última avaliação respectivamente

5.5 Características morfológicas das plântulas

Para a determinação das características morfológicas foram observadas em todas as etapas de germinação verificando os seguintes elementos vegetativos: tipo de germinação; tipo de raiz; comprimento da raiz; comprimento da parte aérea; e protófilos número de folhas e ao final foram retiradas aleatoriamente três amostras de cada tratamento para análise (Foto 19 e Foto 20). Os termos empregados para essas fases estão de acordo com Barroso *et al.* (1999).

Foto 19 – Procedimento de caracterização das plantas de Jatobá



Fonte: Próprio autor (2026).

Foto 20 – Análise morfológica da planta de Jatobá



Fonte: Próprio autor (2026).

6 RESULTADOS E DISCUSSÕES

O estudo avaliou os métodos de superação de dormência em sementes de *Hymenaea* spp., e objetivou identificar aqueles mais eficientes para acelerar e aumentar a germinação. Foram comprovados a porcentagem de germinação (G%) e o índice de velocidade de germinação (IVG) de quatro tratamentos em diferentes bioensaios, conforme Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009).

6.1 Bioensaio 1: Teste de germinação em papel “Germitest”

Os resultados obtidos estão apresentados na Tabela 1, evidenciando diferenças entre os tratamentos avaliados, com germinação de 15 (18,75%) em T1, 20 (25,00%) em T2, 23 (28,75%) em T3 e 47 sementes (58,75%) em T4, considerando um total de 80 sementes por tratamento.

Tabela 1 - Porcentagem de Germinação (G%) no bioensaio empregando câmara de germinação do tipo B.O.D conforme Regras para Análise de Sementes descrita em (BRASIL, 2009)

Tipos de Tratamento (T)	Total de Sementes	Germinações (Gx)	G (%)
T1	80	15	18,75
T2	80	20	25,00
T3	80	23	28,75
T4	80	47	58,75

Fonte: Próprio autor (2026).

Nota: T1 – testemunha; T2 - imersão em água à temperatura ambiente por 24 horas; T3 - escarificação térmica a 80 °C por 30 minutos; T4 - escarificação mecânica com lixa nº 80.

A análise da porcentagem de germinação (G%) das sementes de *Hymenaea* spp. evidencia diferenças expressivas entre os tratamentos aplicados, indicando distintos níveis de eficiência na superação da dormência tegumentar.

O tratamento testemunha (T1), composto por sementes sem intervenção, apresentou a menor taxa de germinação (18,75%). Esse comportamento confirma a presença de dormência natural na espécie, possivelmente associada à impermeabilidade do tegumento, que restringe a absorção de água e, consequentemente, o início do processo germinativo. O experimento T2 (imersão em água à temperatura ambiente por 24 horas) apresentou germinação de 25,00%, indicando um incremento discreto em relação ao testemunha. Esse resultado sugere que a embebição hídrica, de forma isolada, não é suficiente para promover a ruptura efetiva da dormência, evidenciando a resistência estrutural do tegumento das sementes.

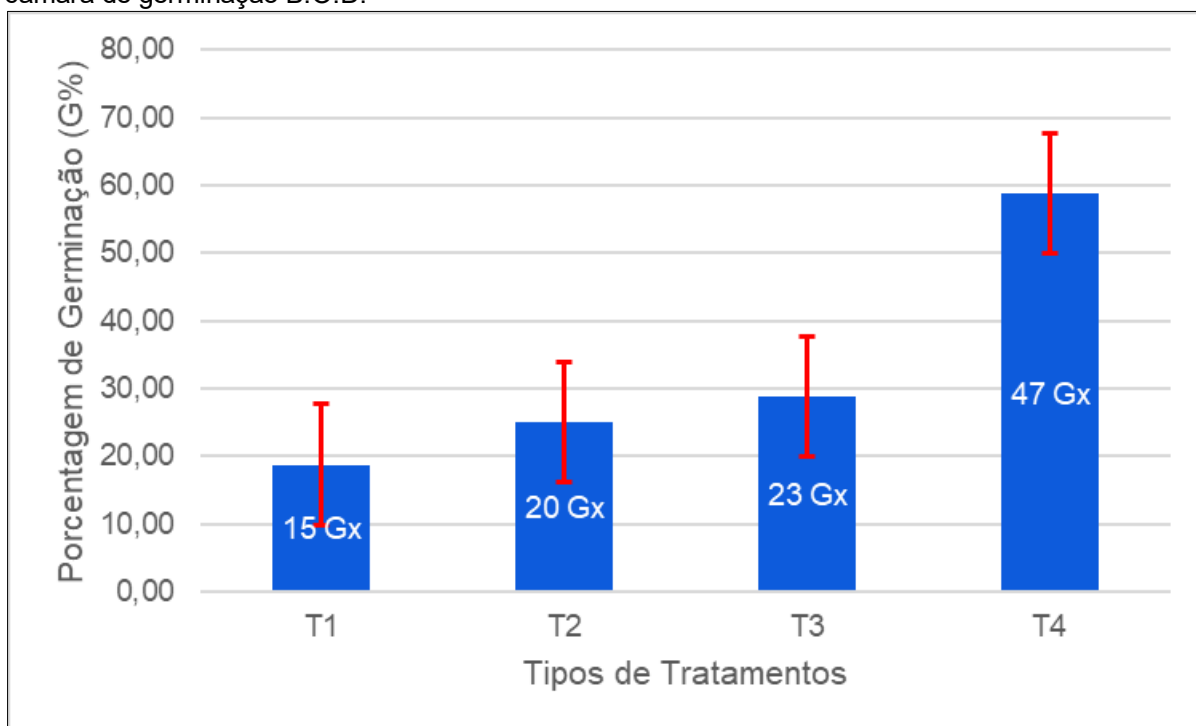
No tratamento T3 (escarificação térmica a 80 °C por 30 minutos), verificou-se germinação de 28,75%, representando um aumento moderado. A elevação da temperatura pode ter contribuído para alterações na estrutura do tegumento, favorecendo parcialmente a entrada de água. No entanto, a eficiência limitada indica que as condições aplicadas podem não ter sido suficientes para promover uma ruptura mais eficaz da dormência.

Em contrapartida, o tratamento T4 (escarificação mecânica com lixa nº 80) apresentou a maior taxa de germinação (58,75%), destacando-se em relação aos demais tratamentos (Tabela 1), resultados semelhantes foram observados por Ramalho *et al.*, (2019), que destacam a eficiência da escarificação mecânica em sementes de *Hymenaea* spp. Esse resultado evidencia que a abrasão mecânica promove a ruptura direta do tegumento, aumentando substancialmente a permeabilidade à água e favorecendo a ativação dos processos fisiológicos da germinação.

Adicionalmente, a análise das barras de erro apresentadas no Gráfico 1, associadas ao desvio padrão, permite inferir a variabilidade dos dados obtidos em cada tratamento. Observa-se que os tratamentos T1, T2 e T3 apresentam sobreposição nos intervalos de desvio padrão, sugerindo que, esses tratamentos podem não diferir entre si quanto à porcentagem de germinação. Esse comportamento indica que, apesar das diferenças numéricas observadas, os métodos aplicados nesses tratamentos apresentam eficiência semelhante na superação da dormência.

Por outro lado, o tratamento T4 apresenta intervalo de desvio padrão deslocado em relação aos demais, sem sobreposição evidente com T1, T2 e T3, o que reforça sua superioridade e indica maior consistência nos resultados obtidos, como relatado nos estudos de Souza *et al.*, (2015). Dessa forma, além de apresentar maior média de germinação, o tratamento mecânico demonstra desempenho mais robusto (Gráfico 1).

Gráfico 1 - Porcentagem de Germinação (G%) em diferentes tipos de tratamento no bioensaio em câmara de germinação B.O.D.



Fonte: Próprio autor (2026).

Nota: Gx – Número de germinações; T1 – Testemunha; T2 - imersão em água à temperatura ambiente por 24 horas; T3 - escarificação térmica a 80 °C por 30 minutos; T4 - escarificação mecânica com lixa nº 80.

Ao final do período de avaliação, procedeu-se à abertura das sementes para avaliação de suas condições internas e a fim de refinar a análise dos resultados. Com base nesse procedimento, foram definidos subgrupos dentro das categorias de sementes germinadas e não germinadas, conforme apresentado na Tabela 2.

As sementes germinadas foram subdivididas em Sementes com Radícula Visível - SRV e Sementes com Indícios de Germinação, após serem abertas - SIG, enquanto as sementes não germinadas foram subdivididas em Danificadas (referindo-se as sementes com sinais de apodrecimento) e Outras (sementes rachadas ou intactas, que não apresentaram indícios de desenvolvimento embrionário (Tabela 2).

Tabela 2 - Quantificação de sementes germinadas e não germinadas submetidas aos diferentes tratamentos pré-germinativos, com subdivisão das categorias avaliadas, em câmara germinadora B.O.D.

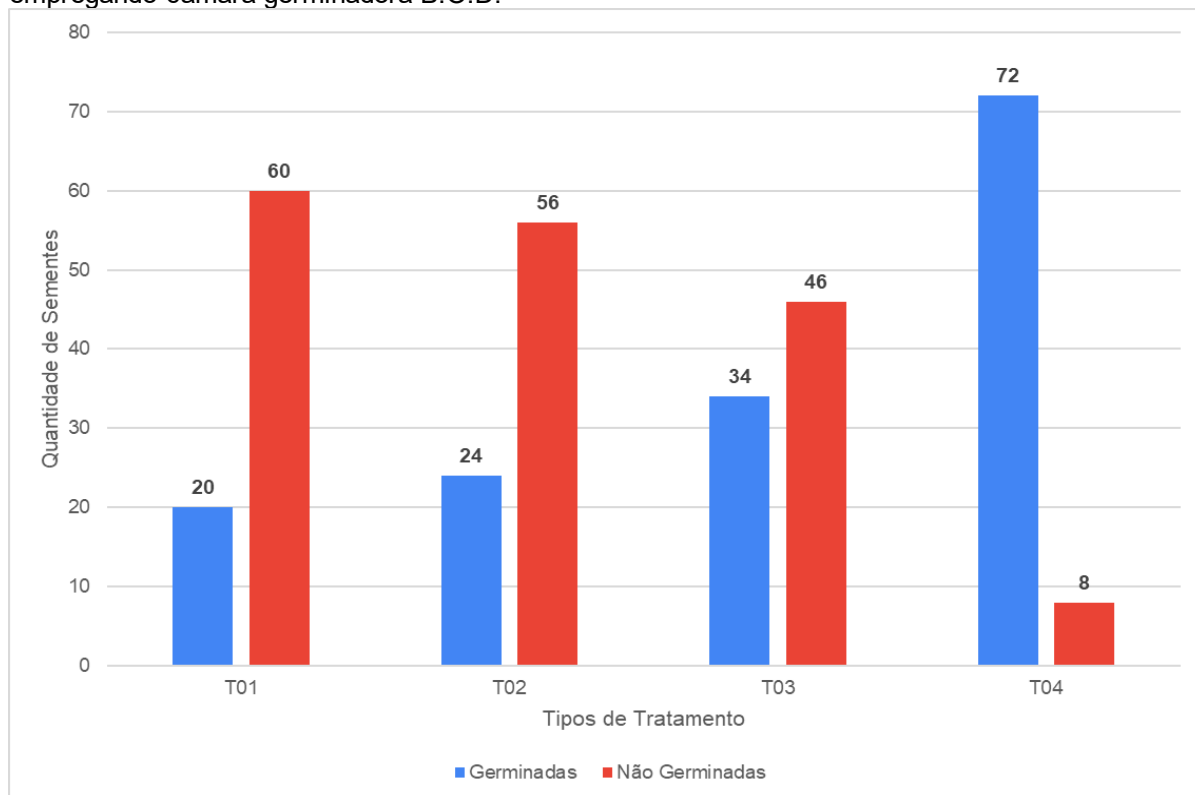
Tipos de Tratamento	Sementes Germinadas			Sementes Não Germinadas		
	SRV	SIG	Total	Danificadas	Outros	Total
T1	15	5	20	-	60	60
T2	20	4	24	2	54	56
T3	23	11	34	1	45	46
T4	47	25	72	8	-	8

Fonte: Próprio autor (2026).

Nota: T1 – Testemunha; T2 - imersão em água à temperatura ambiente por 24 horas; T3 - escarificação térmica a 80 °C por 30 minutos; T4 - escarificação mecânica com lixa nº 80. SRV - Sementes com Radícula Visível; SIG - Sementes com Indícios de Germinação, após serem abertas; Danificadas (referindo-se as sementes com sinais de apodrecimento); Outras (sementes rachadas ou intactas, que não apresentaram indícios de desenvolvimento embrionário).

Com isso foi verificado que no bioensaio 1, há diferenças marcantes na quantidade de sementes germinadas e não germinadas entre os tratamentos aplicados. Observa-se que o tratamento T1 (testemunha) apresentou baixa germinação, com 20 sementes germinadas e 60 não germinadas, indicando que, na ausência de intervenção, a maioria das sementes não consegue superar a dormência. No tratamento T2 verifica-se um leve aumento na germinação (24 sementes), porém ainda com predominância de sementes não germinadas (56), o que sugere baixa eficiência desse método. O tratamento T3 (escarificação térmica) apresenta melhora mais expressiva, com 34 sementes germinadas e 46 não germinadas, indicando que o calor contribui parcialmente para a superação da dormência. Por fim, o tratamento T4 (escarificação mecânica) destaca-se com maior eficiência, apresentando 72 sementes germinadas e apenas 8 não germinadas, evidenciando superioridade em relação aos demais tratamentos, como mostra o Gráfico 2.

Gráfico 2 - Quantidade de sementes germinadas em diferentes tipos de tratamento em bioensaio empregando câmara germinadora B.O.D.



Fonte: Próprio autor (2026).

Nota: T1 – Testemunha; T2 - imersão em água à temperatura ambiente por 24 horas; T3 - escarificação térmica a 80 °C por 30 minutos; T4 - escarificação mecânica com lixa nº 80.

A dinâmica da germinação, expressa pelo Índice de Velocidade de Germinação (IVG), ao longo do período experimental conduzido em câmara de germinação tipo B.O.D., está apresentada na Tabela 3. Em tese, observa-se que o início do processo germinativo não ocorreu de forma simultânea entre os tratamentos, sendo registrado mais precocemente no tratamento T3, a partir do 5º dia após a sementeira. Nos tratamentos T1 e T2, a germinação teve início mais tardio, enquanto em T4 os primeiros registros ocorreram posteriormente, porém com rápida intensificação nos dias subsequentes.

Tabela 3 - Índice de Velocidade de Germinação (IVG) dos experimentos a partir das Germinações (Gx) e dos números de dias da sementeira da primeira à última avaliação respectivamente, em câmara germinadora B.O.D.

Dia	T1		T2		T3		T4	
	Gx	IVG	Gx	IVG	Gx	IVG	Gx	IVG
1	-	-	-	-	-	-	-	-
...	...	...	...	...	...	...	...	...
5	-	-	-	-	1,00	0,20	-	-
6	-	-	-	-	-	-	-	-
7	-	-	-	-	1,00	0,14	-	-
8	-	-	-	-	-	-	-	-
9	1,00	0,11	1,00	0,11	2,00	0,22	-	-
10	-	-	-	-	-	-	-	-
11	1,00	0,09	1,00	0,09	3,00	0,27	1,00	0,09
12	2,00	0,17	1,00	0,08	-	-	-	-
13	-	-	3,00	0,23	2,00	0,15	-	-
14	2,00	0,14	1,00	0,07	4,00	0,29	2,00	0,14
15	4,00	0,27	2,00	0,13	2,00	0,13	2,00	0,13
16	1,00	0,06	3,00	0,19	2,00	0,13	2,00	0,13
17	2,00	0,12	4,00	0,24	1,00	0,06	9,00	0,53
18	2,00	0,11	-	-	2,00	0,11	5,00	0,28
19	-	-	2,00	0,11	1,00	0,05	12,00	0,63
20	-	-	2,00	0,10	2,00	0,10	14,00	0,70
Totais	15	1,16	20	1,45	23	2,06	47	2,79

Fonte: Próprio autor (2026).

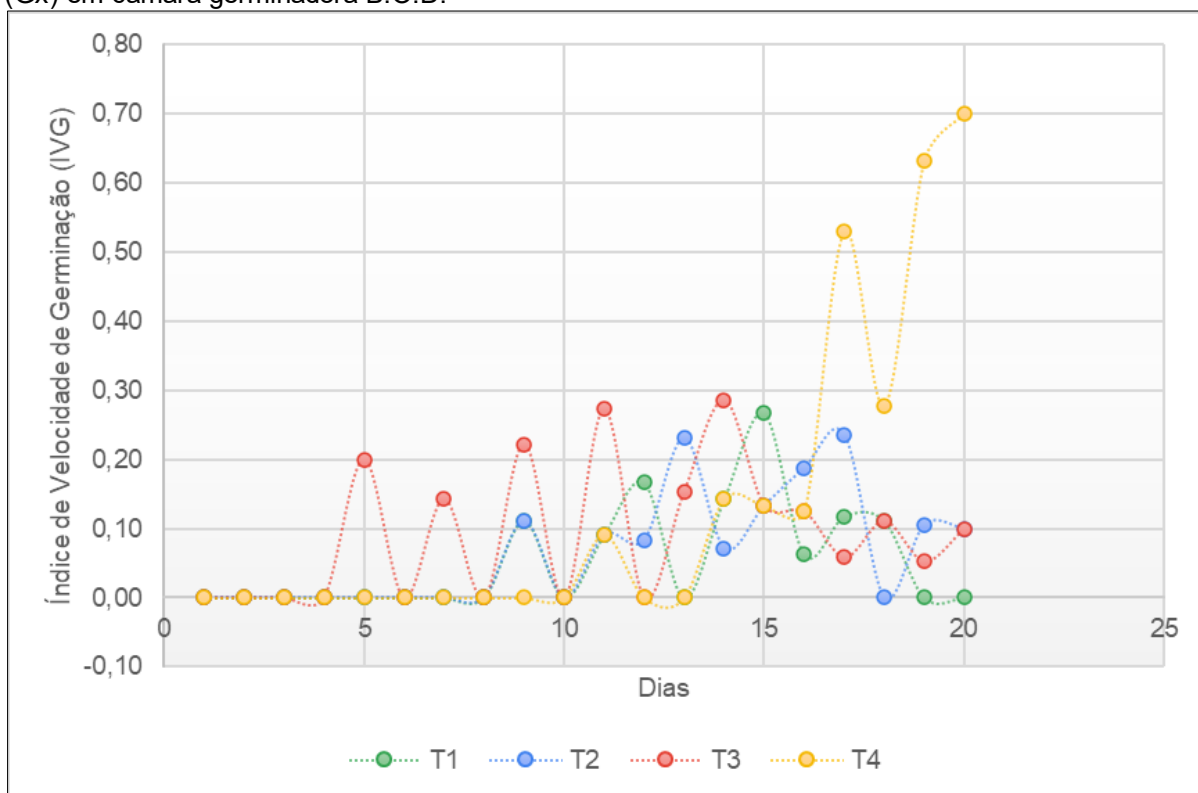
Nota: T1 – Testemunha; T2 - imersão em água à temperatura ambiente por 24 horas; T3 - escarificação térmica a 80 °C por 30 minutos; T4 - escarificação mecânica com lixa nº 80.

Foi verificado ainda, um aumento progressivo do IVG em todos os tratamentos, com diferenças marcantes quanto à distribuição temporal das germinações. O tratamento T4 destacou-se por apresentar acentuado incremento nos valores de IVG a partir da metade do período experimental, concentrando maior número de germinações entre o 17º e o 20º dia, o que resultou no maior valor acumulado, correspondendo a 2,79, que foi semelhante ao apresentado nos experimentos de Ramalho *et al.*, (2019), que obteve IVG acumulado de 2,54. Esse comportamento indica não apenas elevada capacidade germinativa, mas também maior vigor das sementes submetidas a esse tratamento.

Vale ressaltar, que o tratamento T3 apresentou desempenho intermediário, com IVG total de 2,06, caracterizando-se por uma germinação mais distribuída ao longo do tempo, com incrementos graduais desde os primeiros dias de avaliação. Por sua vez, os tratamentos T2 (1,45) e T1 (1,16) apresentaram os menores valores de IVG, evidenciando menor velocidade e menor uniformidade no processo germinativo, com picos menos expressivos e distribuição mais irregular das germinações.

A análise conjunta da Tabela 3 e do Gráfico a seguir evidencia que, além de influenciar a porcentagem final de germinação, os tratamentos exerceram efeito expressivo sobre a velocidade e a dinâmica do processo germinativo. Nesse contexto, o tratamento T4 mostrou-se mais eficiente em promover maior vigor e rapidez na germinação, enquanto os demais tratamentos apresentaram desempenho inferior, com menor sincronização e menor intensidade ao longo do período avaliado.

Gráfico 3 - Índice de Velocidade de Germinação (IVG) dos experimentos a partir das Germinações (Gx) em câmara germinadora B.O.D.



Fonte: Próprio autor (2026).

Nota: T1 – Testemunha; T2 - imersão em água à temperatura ambiente por 24 horas; T3 - escarificação térmica a 80 °C por 30 minutos; T4 - escarificação mecânica com lixa nº 80.

6.2 Bioensaio 2: Teste de germinação em substrato comercial

No Bioensaio 2, as sementes, após os mesmos tratamentos realizados no Bioensaio 1 em câmara de germinação tipo B.O.D., foram semeadas em condições de viveiro. Os resultados de germinação evidenciaram que o tratamento T4 apresentou a maior taxa (28,8%), seguido por T3 (22,5%), T1 (10,0%) e T2 (5,0%), considerando um total de 80 sementes por tratamento.

Tabela 4 - Porcentagem de Germinação (G%) em condição de viveiro conforme Regras para Análise de Sementes descrita em (BRASIL, 2009)

Tipos de Tratamento (T)	Total de Semeaduras	Germinações (Gx)	G (%)
T1	80	8	10,0
T2	80	4	5,0
T3	80	18	22,5
T4	80	23	28,8

Fonte: Próprio autor (2026).

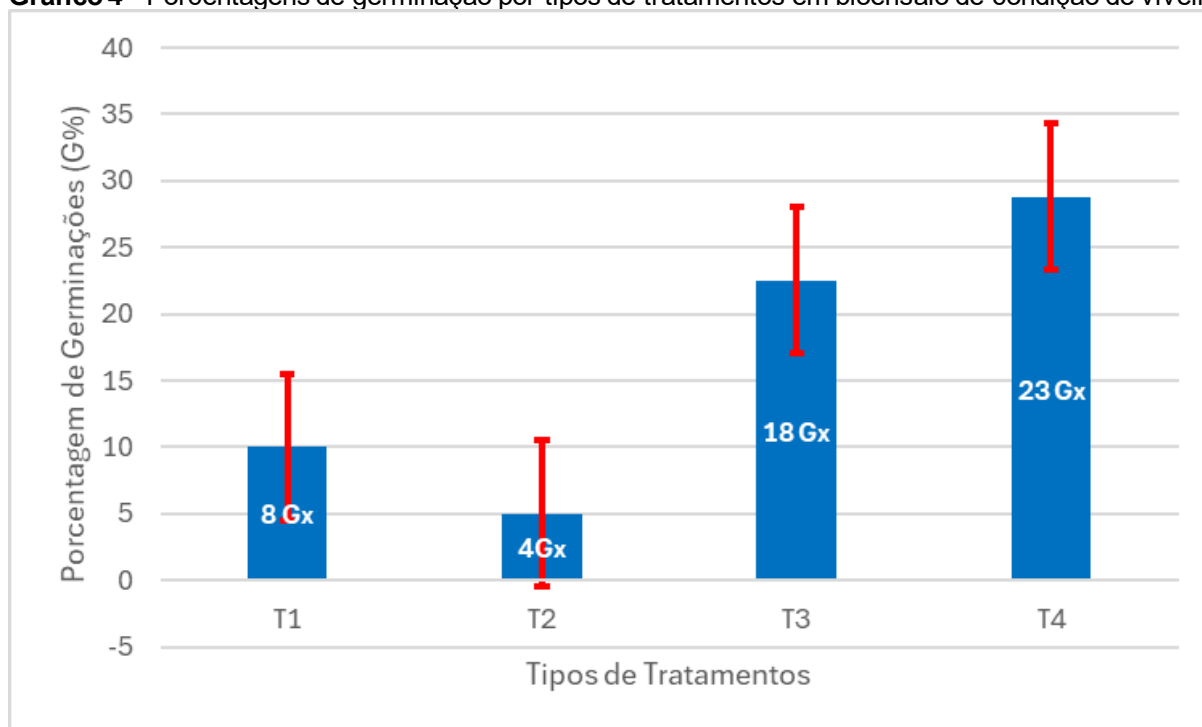
Nota: T1 – Testemunha; T2 - imersão em água à temperatura ambiente por 24 horas; T3 - escarificação térmica a 80 °C por 30 minutos; T4 - escarificação mecânica com lixa nº 80.

O tratamento T4 apresentou o melhor desempenho, visto que a escarificação mecânica com lixa nº 80 rompeu parcialmente o tegumento, permitindo maior absorção de água e facilitando uma protrusão radicular. O segundo melhor resultado foi obtido por T3, cujo choque térmico promoveu microfissuras no tegumento, aumentando a permeabilidade à água.

O testemunha (T1) apresentou baixa germinação, evidenciando que a dormência tegumentar é uma barreira significativa para a espécie. Já o tratamento T2, experimentado em água fria por 24h, mostrou menor eficiência, possivelmente por não provocar alterações estruturais suficientes no tegumento para permitir uma embebição eficaz.

A Tabela 4 demonstra que o tratamento T4 apresentou o maior número total de germinações (23) e também o maior IVG acumulado (soma dos índices diários), indicando maior velocidade e uniformidade no processo germinativo em comparação aos demais tratamentos. O T3 também apresentou bom desempenho (18 germinações), mas com IVG total inferior, sugerindo germinação mais espaçada ao longo do tempo. Já T1 e T2 tiveram desempenho bastante inferior (8 e 4 germinações, respectivamente), com IVGs diários baixos e ocorrência esporádica de germinação, o que pode estar associado a condições menos favoráveis de substrato, umidade e/ou temperatura.

No Gráfico 4 é observado a formação de dois grupos distintos: T3 (22,5%) e T4 (28,8%), com maiores índices de germinação e sem diferença numéricas entre si, e T1 (10,0%) e T2 (5,0%), que também não diferiram entre si e apresentaram menores médias.

Gráfico 4 - Porcentagens de germinação por tipos de tratamentos em bioensaio de condição de viveiro

Fonte: Próprio autor (2026).

Nota: Gx – Germinações; T1 – Testemunha; T2 - imersão em água à temperatura ambiente por 24 horas; T3 - escarificação térmica a 80 °C por 30 minutos; T4 - escarificação mecânica com lixa nº 80.

A Tabela 5 revela que, nos primeiros dias de avaliação (1º ao 10º dia), não foram registrados eventos significativos de germinação em nenhum dos tratamentos, indicando um período inicial de latência. A partir do 12º dia, iniciaram-se os primeiros registros, ainda de forma pontual e com baixos valores de IVG, sugerindo o início do processo germinativo.

Tabela 5 - Índice de Velocidade de Germinação (IVG) dos experimentos a partir das Germinações (Gx) e dos números de dias da semeadura da primeira à última avaliação, em condição de viveiro

Dia	T1		T2		T3		T4	
	Gx	IVG	Gx	IVG	Gx	IVG	Gx	IVG
1	...	...	...	...	...	...	...	...
...	...	...	...	...	...	...	...	...
12	-	-	-	-	-	-	1	0,08
13	-	-	-	-	-	-	-	-
14	-	-	1	0,07	-	-	-	-
15	-	-	-	-	-	-	-	-
16	-	-	-	-	-	-	3	0,19
17	2	0,12	1	0,06	-	-	3	0,18
18	-	-	-	-	-	-	2	0,11
19	1	0,05	-	-	-	-	4	0,21
20	-	-	-	-	-	-	2	0,1
21	-	-	-	-	-	-	4	0,19
...	...	...	...	...	...	...	...	...
28	-	-	-	-	2	0,07	-	-
29	-	-	-	-	1	0,03	-	-
30	1	0,03	-	-	1	0,03	-	-
31	-	-	-	-	-	-	-	-
32	1	0,03	-	-	1	0,03	-	-
33	-	-	-	-	1	0,03	-	-
34	-	-	1	0,03	1	0,03	2	0,06
35	-	-	-	-	-	-	-	-
36	1	0,03	1	0,03	1	0,03	-	-
37	2	0,05	2	0,05	2	0,05	-	-
38	3	0,08	3	0,08	3	0,08	-	-
39	-	-	-	-	-	-	1	0,03
40	-	-	-	-	-	-	-	-
41	-	-	-	-	3	0,07	-	-
42	1	0,02	-	-	-	-	-	-
43	-	-	1	0,02	-	-	-	-
...	...	...	...	...	...	...	...	...
46	-	-	-	-	2	0,04	-	-
47	-	-	-	-	-	-	-	-
48	-	-	-	-	-	-	-	-
49	-	-	-	-	1	0,02	-	-
50	2	0,04	-	-	1	0,02	-	-
51	-	-	-	-	-	-	-	-
52	-	-	-	-	2	0,04	-	-
53	-	-	-	-	2	0,04	-	-
54	-	-	-	-	-	-	1	0,02
55	-	-	-	-	-	-	-	-
56	1	0,02	1	0,02	1	0,02	1	0,02
57	2	0,04	2	0,04	2	0,04	2	0,04
58	3	0,05	3	0,05	3	0,05	3	0,05
59	4	0,07	4	0,07	4	0,07	4	0,07
60	5	0,08	5	0,08	5	0,08	5	0,08
Totais	8	0,72	4	0,6	18	0,88	23	1,42

Fonte: Próprio autor (2026).

Nota: T1 – Testemunha; T2 - imersão em água à temperatura ambiente por 24 horas; T3 - escarificação térmica a 80 °C por 30 minutos; T4 - escarificação mecânica com lixa nº 80.

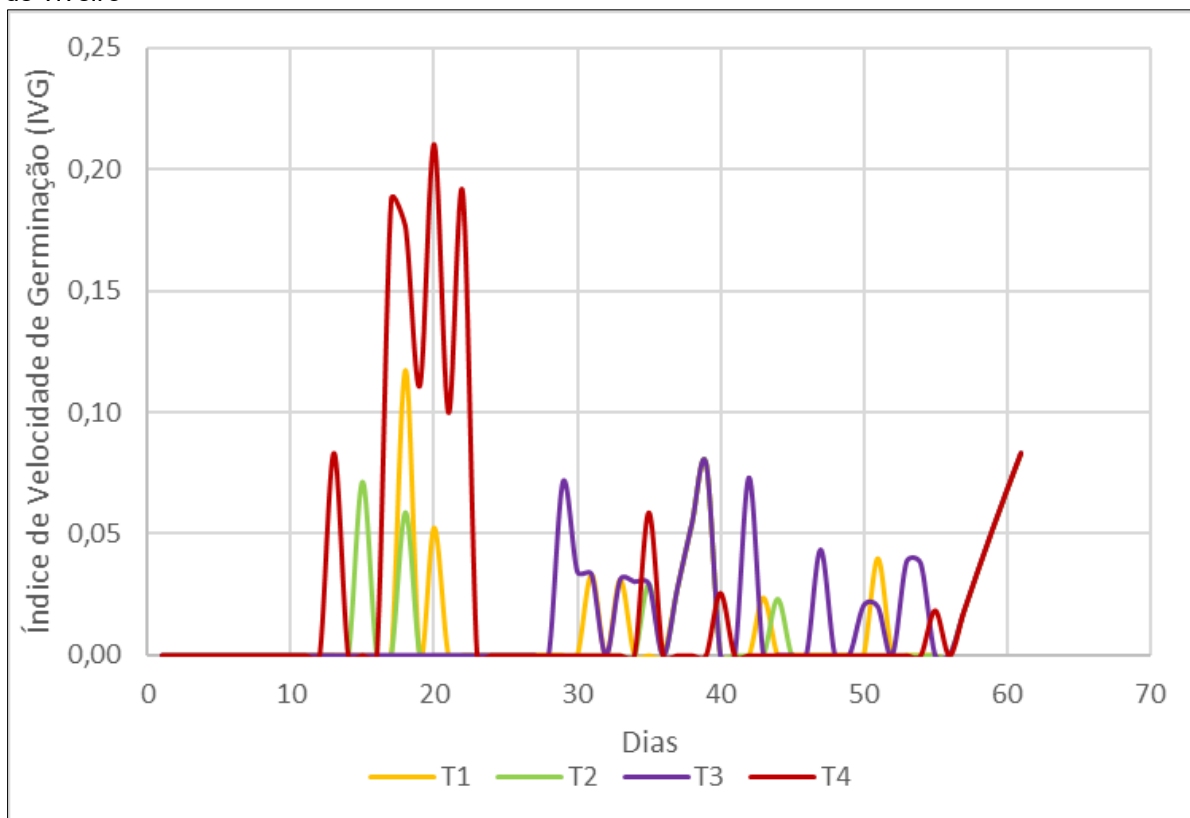
Entre o 14º e o 21º dia, houve aumento gradual na germinação, especialmente nos tratamentos T1, T2 e T4. Destaca-se o tratamento T4, que apresentou valores mais elevados de IVG nesse intervalo, indicando maior velocidade de germinação inicial. Esse comportamento pode estar associado à maior eficiência do tratamento na superação da dormência tegumentar.

No período intermediário (22º ao 40º dia), a germinação manteve-se distribuída de forma esparsa entre os tratamentos. Observa-se que os tratamentos T1 e T3 apresentaram picos pontuais de germinação, enquanto T2 manteve valores mais modestos, porém constantes.

A partir do 41º dia até o final do experimento (60º dia), verificou-se intensificação da germinação em todos os tratamentos, com aumento expressivo dos valores de IVG. Nesse período, todos os tratamentos apresentaram maiores frequências de germinação, destacando-se novamente o tratamento T4, que acumulou maior número total de sementes germinadas e maior IVG final (1,42), seguido por T3 (0,88), T1 (0,72) e T2 (0,60).

De forma análoga aos estudos de Macedo e Silva (2021) resultados indicam que sementes submetidas à escarificação mecânica (T4) apresentaram maior percentual de germinação, bem como os maiores valores de Índice de Velocidade de Germinação (IVG), como ilustrado no Gráfico 5. Pois, conforme descrito por Silva *et al.* (2024), esse procedimento promove maior permeabilidade do tegumento, favorecendo a absorção de água e otimizando o processo de embebição. Consequentemente, há antecipação da ativação metabólica das sementes, resultando em germinação mais rápida e eficiente, independentemente das condições ambientais. Por outro lado, o tratamento T2 apresentou os menores valores de IVG, indicando menor eficiência

Gráfico 5 - Índice de Velocidade de Germinação (IVG) em diferentes tipos de tratamento em condição de viveiro



Fonte: Próprio autor (2026).

Nota: T1 – Testemunha; T2 - imersão em água à temperatura ambiente por 24 horas; T3 - escarificação térmica a 80 °C por 30 minutos; T4 - escarificação mecânica com lixa nº 80.

A distribuição temporal da germinação evidencia ainda que a espécie apresenta comportamento germinativo prolongado e desuniforme, característica típica de sementes com dormência fisiológica ou física. Esse padrão reforça a necessidade de tratamentos pré-germinativos adequados para otimizar a produção de mudas e reduzir o tempo de germinação.

6.3 Características morfológicas das sementes e plântulas

A Tabela 6 apresenta as características morfológicas das plântulas de *Hymenaea* spp. submetidas aos diferentes tratamentos de superação de dormência, permitindo uma análise complementar não apenas da germinação, mas também do desenvolvimento inicial das plantas. De forma ampla, todas as plântulas apresentaram germinação do tipo epígea e sistema radicular axial, indicando que os tratamentos aplicados não influenciaram o padrão morfológico básico da espécie, mas sim a eficiência e o vigor do desenvolvimento.

Tabela 6 - Características morfológicas da *Hymenaea* spp. submetidas a métodos de aceleração de germinação

Tipos de Tratamentos	Amostra	Comprimento de Parte Aérea	Comprimento da Raiz	Nº de Folhas
T1	1	30,0	22,0	2
	2	37,4	32,0	2
	3	36,5	31,2	2
T2	1	31,5	15,5	2
	2	29,2	34,5	2
	3	33,5	25,0	2
T3	1	25,7	17,9	3
	2	33,0	29,0	3
	3	27,0	23,7	2
T4	1	45,5	25,8	4
	2	38,2	20,5	2
	3	36,0	29,3	3

Fonte: Próprio Autor (2026).

Nota: T1 – Testemunha; T2 - imersão em água à temperatura ambiente por 24 horas; T3 - escarificação térmica a 80 °C por 30 minutos; T4 - escarificação mecânica com lixa nº 80.

Em relação ao crescimento da parte aérea, verifica-se que o tratamento T4 (escarificação mecânica) apresentou os maiores valores, com destaque para a amostra 1, que atingiu 45,5 cm, evidenciando maior vigor vegetativo. Os tratamentos T1 e T2 apresentaram valores intermediários, com variações entre aproximadamente 29,2 cm e 37,4 cm, enquanto o tratamento T3 apresentou, de modo geral, menores valores de comprimento da parte aérea, indicando desenvolvimento mais limitado sob esse método.

No que se refere à comprimento da raiz, observa-se certa variabilidade entre os tratamentos, sem um padrão tão definido quanto o observado para a parte aérea. Ainda assim, o tratamento T2 apresentou um dos maiores valores (34,5 cm), enquanto T1 e T4 também demonstraram desenvolvimento radicular expressivo em algumas amostras. Essa variação pode estar associada a respostas individuais das sementes ou a diferenças na absorção de água e nutrientes após a superação da dormência.

Quanto ao número de folhas, nota-se que a maioria das plântulas apresentou entre 2 e 3 folhas, sendo que o tratamento T4 se destacou por apresentar indivíduos com até 4 folhas, o que reforça seu maior potencial de desenvolvimento inicial. O tratamento T3 também apresentou valores ligeiramente superiores em algumas amostras, enquanto T1 e T2 mantiveram padrões mais uniformes e menos expressivos.

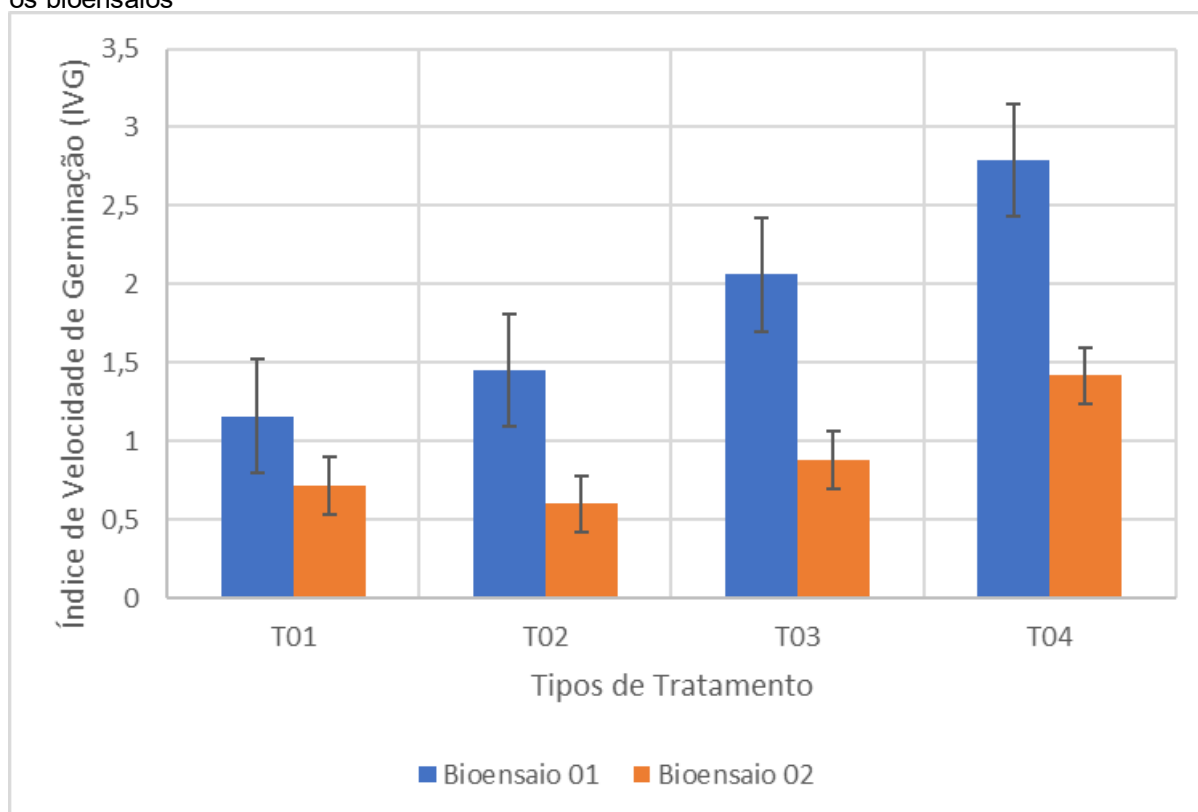
De forma integrada, os dados da Tabela 6 indicam que, além de favorecer a germinação, o tratamento mecânico (T4) também contribui para o desenvolvimento inicial mais vigoroso das plântulas de *Hymenaea* spp., refletido em maiores comprimentos, maior número de folhas e germinação mais precoce. Esses resultados

reforçam a eficiência desse método tanto na superação da dormência quanto no estabelecimento inicial das plantas, sendo, portanto, o mais indicado para programas de produção de mudas da espécie.

6.4 Comparação entre o bioensaio 01 e bioensaio 02

A comparação entre o bioensaio 1 (conduzido em câmara de germinação B.O.D) e o bioensaio 2 (realizado em condições de viveiro) revela as diferenças marcantes no desempenho germinativo das sementes de *Hymenaea* spp., tanto em termos de porcentagem quanto de velocidade de germinação. De acordo com os dados apresentados no Gráfico 6, todos os tratamentos apresentaram valores superiores de IVG no bioensaio 1, indicando que as condições controladas de temperatura e umidade favoreceram o processo germinativo. Em contraste, no bioensaio 2, observou-se redução geral nos valores de IVG, possivelmente devido à maior variabilidade ambiental, como oscilações de temperatura, umidade e interação com o substrato.

Gráfico 6 - Comparativo dos Índices de Velocidade de Germinação (IVG) dos tratamentos em ambos os bioensaios



Fonte: Próprio autor (2026).

Nota: T1 – Testemunha; T2 - imersão em água à temperatura ambiente por 24 horas; T3 - escarificação térmica a 80 °C por 30 minutos; T4 - escarificação mecânica com lixa nº 80.

Apesar das diferenças entre os ambientes experimentais, o padrão de desempenho dos tratamentos manteve-se semelhante em ambos os bioensaios. O tratamento T4 (escarificação mecânica) destacou-se como o mais eficiente, apresentando os maiores valores de IVG tanto em câmara quanto em viveiro (Gráfico 6). Esse resultado reforça que a escarificação mecânica é o método mais eficaz para superação da dormência tegumentar, promovendo maior absorção de água e ativação metabólica mais rápida das sementes, independentemente das condições ambientais.

O tratamento T3 (escarificação térmica) apresentou desempenho intermediário nos dois bioensaios, com valores de IVG inferiores ao T4, porém superiores aos tratamentos T1 e T2. No bioensaio 1, esse tratamento apresentou resposta mais expressiva, com germinação mais distribuída ao longo do tempo, enquanto no bioensaio 2 houve redução na velocidade e na intensidade da germinação. Isso indica que, embora o calor favoreça parcialmente a permeabilidade do tegumento, sua eficiência pode ser mais sensível às condições externas quando comparada à escarificação mecânica.

Por fim, os tratamentos T1 (testemunha) e T2 (imersão em água) apresentaram os menores desempenhos em ambos os bioensaios, com baixos valores de IVG e germinação reduzida. Essa tendência foi ainda mais acentuada no bioensaio 2, onde as condições menos controladas evidenciaram a limitação desses métodos na superação da dormência. De maneira geral, os resultados demonstram que, embora o ambiente influencie diretamente a velocidade de germinação, o tipo de tratamento pré-germinativo aplicado é o principal fator determinante para o sucesso da superação da dormência, sendo a escarificação mecânica a estratégia mais indicada para a espécie.

7 CONCLUSÃO

Os resultados obtidos permitiram comparar métodos de superação de dormência aplicados às sementes de *Hymenaea* spp., observando a baixa porcentagem de germinação nas sementes sem tratamento (T1) se confirma a presença de dormência tegumentar natural na espécie. Entre os tratamentos avaliados, a escarificação mecânica com lixa nº 80 (T4) destacou-se por proporcionar os maiores percentuais de germinação e os maiores índices de velocidade de germinação (IVG) em ambos os bioensaios, demonstrando maior eficiência na superação da dormência.

A avaliação da germinação e do IVG permitiu identificar diferenças marcantes entre os tratamentos, confirmando a superioridade da escarificação mecânica em relação aos demais métodos testados. Além disso, a descrição das características morfológicas iniciais das plântulas evidenciou que os tratamentos mais eficientes, especialmente T3 e T4, favoreceram o desenvolvimento da raiz primária, hipocótilo, epicótilo e cotilédones, resultando em plântulas mais vigorosas e uniformes.

Dessa forma, os objetivos propostos foram alcançados, permitindo identificar o tratamento mais eficiente para promover a germinação e o desenvolvimento inicial de plântulas de *Hymenaea* spp. Considerando os resultados obtidos nos dois bioensaios, a escarificação mecânica com lixa nº 80 é recomendada como o método mais indicado para a produção de mudas e para programas de restauração ecológica no bioma Cerrado, contribuindo para o aprimoramento das técnicas de propagação da espécie.

8 REFERÊNCIAS

- ALBUQUERQUE, D. S. *et al.* **Desertification scenario in Brazilian territory and actions to combat the problem in the State of Ceará**, Northeast Brazil. *Development and Environment*, v. 55, p. 673–696, 2020.
- ASSIS, B. C. G. **Análise biométrica de sementes e frutos em diferentes matrizes de jatobá-do-cerrado. 2025.** Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Uberlândia, Monte Carmelo, 2025. Disponível em: <https://repositorio.ufu.br>. Acesso em: 8 abr. 2026.
- ASSIS, G. B. *et al.* **Uso de espécies nativas e exóticas na restauração de matas ciliares no estado de São Paulo (1957 - 2008)**. *Revista Árvore*, v. 37, n. 4, p. 599-609, 2013.
- BARROSO, G. M. *et al.* **Frutos e sementes: morfologia aplicada à sistemática de dicotiledôneas**. Viçosa, MG: UFV, 1999. 443 p.
- BEWLEY, J. D.; BRADFORD, K. J.; HILHORST, H. W. M.; NONOGAKI, H. **Seeds: physiology of development, germination and dormancy**. 3. ed. New York: Springer, 2013.
- BFG (THE BRAZIL FLORA GROUP). **Coleção Flora do Brasil 2020**. Rio de Janeiro: Jardim Botânico do Rio de Janeiro, 2021. Disponível em: <https://dSPACE.jbrj.gov.br>. Acesso em: 3 abr. 2026.
- BONTEMPO, M. **Medicina natural**. São Paulo: Nova Cultural, 2000.
- BOTELHO, S. A. *et al.* **Aspectos morfológicos de frutos, sementes, plântulas e mudas de jatobá-do-cerrado (*Hymenaea stigonocarpa*) – Fabaceae**. *Revista Brasileira de Sementes*, v. 22, n. 1, p. 144–152, 2000.
- BRANDO, P. M.; DURIGAN, G. **Época de maturação dos frutos, beneficiamento e germinação de sementes de espécies lenhosas do Cerrado**. *Boletim do Herbário Ezechias Paulo Heringer*, Brasília, v. 8, p. 78-90, dez. 2001.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Brasília: MAPA, 2009. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura>. Acesso em: 6 abr. 2026.

BRITO, Vanessa Nascimento; TELLECHEA, Fernando Reynel Fundora; HEITOR, Letícia Celia; FREITAS, Marta Simone Mendonça; MARTINS, Marco Antonio. Fungos micorrízicos arbusculares e adubação fosfatada na produção de mudas de paricá. *Ciência Florestal*, Santa Maria, v. 27, n. 2, p. 485-497, abr./jun. 2017. DOI: 10.5902/1980509827730.

BUSTAMANTE, M. M. C. *et al.* **Potential impacts of climate change on biogeochemical functioning of Cerrado ecosystems.** *Brazilian Journal of Biology*, v. 72, p. 655–671, 2012.

CARVALHO, P. E. R. **Jatobá-do-Cerrado (*Hymenaea stigonocarpa*).** 2007. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br>. Acesso em: 2 abr. 2025.

CASTRO, D. S. *et al.* **Caracterização da testa de sementes de *Apuleia leiocarpa* (Vogel) J. F. Macbr. após superação de dormência.** *Ciência Florestal*, Santa Maria, v. 27, n. 3, p. 1061–1068, 2017.

COHEN, K. O. **Jatobá-do-cerrado: composição nutricional e beneficiamento dos frutos.** Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2010.

CORDEIRO, I. M. C. C.; LAMEIRA, O. A. *Hymenaea courbaril*: jatobá. In: CORADIN, L.; CAMILLO, J.; VIEIRA, I. C. G. (org.). **Espécies nativas da flora brasileira de valor econômico atual ou potencial.** Brasília: MMA, 2022. p. 1056–1062.

CHEROBINI, Edicléia Aparecida Iensen. **Avaliação da qualidade de sementes e mudas de espécies florestais nativas.** 2006. 115 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2006.

DE-CARVALHO, P. S.; MIRANDA, S. C.; SANTOS, M. L. **Germinação e dados biométricos de *Hymenaea stigonocarpa*.** *Revista Anhanqüera*, v. 6, n. 1, p. 101–116, 2005.

DURIGAN, G. **Reflexões sobre a restauração ecológica em regiões do Cerrado.** In: BARBOSA, L. M. (coord.). *Políticas públicas para a restauração ecológica.* São Paulo: Instituto de Botânica, 2013. p. 33–37.

EGLEY, G. H. **Seed germination in soil: dormancy cycles.** In: KIGEL, J.; GALILI, G. (ed.). *Seed development and germination.* New York: Marcel Dekker, 1995. p. 529–543.

EMBRAPA. **Espécies arbóreas da Amazônia.** Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2004.

EMBRAPA. **Mercado de mudas nativas para reflorestamento: tendências e**

perspectivas. 2022.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). **Quadro natural no Cerrado**. 2024. Disponível em: <https://www.embrapa.br>. Acesso em: 5 abr. 2026.

FIGUEIREDO, F. J. C. **Botânica da semente**. Belém: EMBRAPA-CPATU, 1978.

GARCIA, L. C. *et al.* **Seleção de matrizes**, coleta e manejo de sementes florestais nativas da Amazônia. 2011.

GRECCHI, R. C. *et al.* **Land use and land cover changes in the Brazilian Cerrado**. *Applied Geography*, v. 55, p. 300–312, 2014.

IBGE. **Biomass brasileiros**. 2026. Disponível em: <https://educa.ibge.gov.br>. Acesso em: 3 abr. 2026.

IBGE. **Biomass e sistema costeiro-marinho do Brasil**. Rio de Janeiro, 2024.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA (INMET). **Balanço: chuvas foram abaixo da média em Palmas no mês de março**. Brasília, 2025. Disponível em: <https://portal.inmet.gov.br/noticias/balan%C3%A7o-chuvas-foram-abaixo-da-m%C3%A9dia-em-palmas-no-m%C3%AAs-de-mar%C3%A7o>. Acesso em: 16 mar. 2026.

INSTITUTO DE PESQUISA AMBIENTAL DA AMAZÔNIA (IPAM). **O que é Cerrado**. 2023. Disponível em: <https://ipam.org.br>. Acesso em: 5 abr. 2026.

INSTITUTO DE PESQUISA AMBIENTAL DA AMAZÔNIA (IPAM). **Cerrado tem até 43 milhões de hectares suscetíveis à degradação**. 2024. Disponível em: <https://ipam.org.br>. Acesso em: 5 abr. 2026.

LAHR, F. A. R. *et al.* **Avaliação de propriedades físicas e mecânicas de madeiras de jatobá (*Hymenaea stilbocarpa* Hayne) com diferentes teores de umidade e extraída das de regiões distintas**. *Revista Árvore*, v. 40, n. 1, p. 147-154, 2016.

LIMA, J. E. F. W.; SILVA, E. M. **Estimativa da contribuição hídrica superficial do Cerrado**. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, 17., 2017.

LORENZI, H. **Árvores Brasileiras: Manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. 7ª Edição. São Paulo: Instituto Plantarum de estudos da Flora, 284 p, 2016.

LUSTOSA FILHO, J. F.; NÓBREGA, J. C. A.; NÓBREGA, R. S. A.; DIAS, B. O.; AMARAL, F. H. C.; AMORIM, S. P. N. **Influence of organic substrates on growth**

and nutrient contents of jatobá (*Hymenaea stigonocarpa*). African Journal of Agricultural Research, v. 10, n. 26, p. 2544-2552, 2015. <http://dx.doi.org/10.5897/AJAR2015.9781>.

MACEDO, A. C. S.; SILVA, L. T. R. **Superação de dormência das sementes de *Hymenaea stigonocarpa* Mart. (jatobá-do-cerrado) utilizando a escarificação mecânica com e sem imersão em água sob diferentes temperaturas.** 2024. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Ciências Biológicas) – Universidade Estadual de Goiás, Unidade Universitária de Porangatu, Porangatu, 2024.

MAPBIOMAS. **Relatório Anual do Desmatamento no Brasil 2023.** São Paulo, 2024.

MARTELLI, A; ALVARENGA, A. F. R; SAMUDIO, E. M. M. **Benefícios ecológicos do bioma Cerrado.** *PhD Scientific Review*, v. 3, p. 8–24, 2023.

MARTINS, J. E. C. **Plantas medicinais de uso na Amazônia.** Belém: CEJUP, 1989.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Programa Nacional de Floresta – Recuperação de Áreas Degradadas.** 2025. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/destaques/item/8705-recuperação-de-áreasdegradadas>. Acesso em: 04 de abril de 2026.

MORZELLE, M. C. *et al.* **Caracterização química de frutos do Cerrado.** *Revista Brasileira de Fruticultura*, v. 37, p. 96–103, 2015.

NASCIMENTO, D. T. F.; NOVAIS, G. T. **Clima do Cerrado.** *Élisée*, v. 9, n. 2, 2020.

OLIVEIRA, I. A; MOREIRA, A. N. H; CIAPPINA, A. H. **Análise da superação de dormência em sementes de jatobá, flamboyant e copaíba por diferentes métodos.** *Revista UniAraguaia*, v. 20, n. 1, p. 125–130, 2025.

OLIVEIRA, Maria Cristina de *et al.* **Manual de viveiro e produção de mudas: espécies arbóreas nativas do Cerrado.** Brasília, DF: Embrapa Cerrados, 2016. 128 p.

PANIZZA, S. **Plantas que curam.** São Paulo: IBRASA, 1998.

PEGORIN, P.; SERAPHIM, R. G.; FERREIRA, G. **Histórico e classificação da dormência: a grande polêmica.** In: FERREIRA, G. (org.). *Dormência de sementes: provocações e reflexões.* Botucatu: UNESP, 2022. p. 10–27.

PELLIZZARO, K. F. *et al.* **Cerrado restoration by direct seeding.** *Brazilian Journal of Botany*, v. 40, p. 681–693, 2017.

- PEREIRA, S. R. *et al.* **Influência do tamanho de sementes na germinação.** *Revista Brasileira de Sementes*, v. 33, p. 141–148, 2011.
- PINTO, R. B.; TOZZI, A. M. G. A.; MANSANO, V. F. ***Hymenaea in Flora do Brasil 2020***. Rio de Janeiro: Jardim Botânico, 2017.
- PORTO-GONÇALVES, C. W. **A globalização da natureza.** Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 2006.
- RAMALHO, C. I. *et al.* **Avaliação de diferentes tratamentos pré-germinativos para sementes de jatobá do Cerrado (*Hymenaea stigonocarpa*).** *Revista Brasileira de Meio Ambiente*, v. 7, n. 2, 2019.
- RAMINEH, A. *et al.* **Vegetation restoration effects on soil degradation.** *Forests*, v. 14, 2023.
- RAMOS, D. O.; SILVA, D.C; PASCARELLI, B. M. O. **Substituição do Cerrado por agropecuária.** *Semioses*, v. 12, n. 2, p. 97–104, 2018.
- RIBEIRO, J. F.; WALTER, B. M. T. **Fitofisionomias do Cerrado.** In: SANO, S. M. *et al.* *Cerrado: ecologia e flora*. Brasília: EMBRAPA, 2008.
- ROVERI-NETO, A.; PAULA, R. C. **Variabilidade entre árvores matrizes de *Ceiba speciosa* St. Hil para características de frutos e sementes.** *Revista Ciência Agronômica*, v. 48, n. 2, p. 318-327, 2017.
- SANTOS, M. R. A. *et al.* **Estudos sobre superação de dormência em sementes de *Smilax japecanga* Grisebach.** *Ciência e Agrotecnologia, Lavras*, v. 27, n. 2, p. 319-324, mar./abr. 2003.
- SILVA, C. M. D. S. **Expansão agrícola no Cerrado.** 2023.
- SILVA, D.D.E.; FELIZMINO, F.T.A.; OLIVEIRA, M.G. 2015. **Avaliação da degradação ambiental a partir da prática da cultura do feijão no Município de Tavares-PB.** *Holos*, 31 (8), 148- 165.
- SILVA, Dheyson Prates da; ROSARIO, Marinalda Pimentel do; MATOS, Marizani Luiza; JARDIM, Iselino Nogueira. **Uso de esterco bovino proporciona melhores mudas de jatobá (*Hymenaea courbaril* L.).** *Agrarian Academy*, Jandaia-GO, v. 10, n. 19, p. 50-61, 2023. DOI: 10.18677/Agrarian_Academy_2023A6.
- SILVA, E. A. A. *et al.* **Fisiologia das sementes.** *Sementes do Brasil*, p. 13–35, 2019.
- SILVA, E. L. M.; STEINER, F.; ZUFFO, A. L. **Caracterização morfológica de frutos e sementes de guavira [*Campomanesia adamantium* (Cambess.) O. Berg.].**

Revista em Agronegócio e Meio Ambiente, v. 16, n. 1, p. e10121, 2023.

SILVA, L. C.; SILVA, M. A.; MORAIS, R. R. **Crescimento inicial de espécies arbóreas nativas em solos degradados e com presença de plintita no bioma Cerrado, Brasília – DF.** *Nativa, Sinop*, v. 6, n. especial, p. 713–719, 2018. Disponível em: [UFMT Periódicos Científicos](https://www.ufmt.br/revistas/revista-sinop/article/view/10121). Acesso em: 16 maio 2026.

SILVA, J. N. *et al.* **Desenvolvimento de mudas de jatobá (*Hymenaea courbaril*) em função de diferentes métodos de superação de dormência.** *DELOS: Desarrollo Local Sostenible, Curitiba*, v. 17, n. 57, p. 1–12, 2024. DOI: <https://doi.org/10.55905/rdelosv17.n57-017>.

SILVA, J. N. *et al.* **Caracterização de frutos de *Hymenaea*.** *Scientia Forestalis*, v. 50, n. 1, 2022.

SINDIMASP. **Jatobá (*Hymenaea courbaril* L.).** 2026. Disponível em: <https://www.sindimasp.org.br/jatoba/>. Acesso em: 05 abr. 2026.

SOUZA, E. S. **Biodiversidade do bioma Cerrado.** Embrapa, 2021.

SOUZA, P. F. *et al.* **Germinação e crescimento inicial entre matrizes de duas espécies do gênero *Hymenaea*.** *Floresta e Ambiente*, v. 22, n. 4, p. 532–540, 2015.

TAIZ, L. *et al.* **Fisiologia vegetal.** 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 2017.

TERRA, M. C. N. S. *et al.* **The inverted forest.** *Science of the Total Environment*, v. 867, 2023.

UNB. **Solos do Cerrado.** Disponível em: <http://cerrado.museuvirtual.unb.br>. Acesso em: 9 fev. 2025.

VEIGA-JÚNIOR, V. F.; PINTO, A. C.; MACIEL, M. A. M. **Plantas medicinais: cura segura?** *Química Nova*, v. 28, n. 3, p. 519–528, 2005.

VIEIRA, E. L.; CARVALHO, Z. S. de. **Fisiologia de sementes: parte I – formação e germinação de sementes.** *Boletim Científico Agrônomo do CCAAB/UFRB*, v. 1, e2259, 2023. DOI: 10.5281/zenodo.17014886. Disponível em: Zenodo. Acesso em: 16 maio 2026.

WWF-Brasil. **Restauração ecológica no Brasil: desafios e oportunidades.** Brasília: WWF-Brasil; Banco do Brasil; Fundação Banco do Brasil; Agência Nacional de Águas, 2014. Disponível em: https://d3nehc6yl9qzo4.cloudfront.net/downloads/restauracao_ecologica_1.pdf. Acesso em: 3 mar. 2026.