

Tempo e condição de armazenamento afetam a qualidade fisiológica de sementes de *Solanum lycocarpum*

*Storage time and conditions affect the physiological quality of *Solanum lycocarpum* seeds*

Elen Pereira de Paiva Bento da Silva¹, Isabella Lima de Mesquita², Bárbara Soares Aires França³, Moemy Gomes de Moraes⁴, Eli Regina Barboza de Souza⁵

RESUMO: A lobeira (*Solanum lycocarpum*) é uma espécie nativa do Cerrado com potencial agrônomo. A principal forma de propagação da espécie é por sementes. Contudo, pouco se sabe sobre as condições ideais de armazenamento de suas sementes. Assim, o objetivo do estudo foi determinar como o ambiente de armazenamento afeta a viabilidade das sementes de *S. lycocarpum* durante 150 dias. Foi utilizado delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial 2x6. Foram testados dois ambientes de armazenamento (sem controle ambiental e câmara fria a 15°C) e seis períodos (0, 30, 60, 90, 120 e 150 dias após a coleta). Avaliou-se o teor de umidade, a permeabilidade de membranas, o índice de velocidade de emergência (IVE) e o tempo médio de emergência (TME). Os resultados mostraram que as sementes armazenadas sem controle ambiental apresentaram menor permeabilidade de membrana, menor teor de umidade e TME e maior IVE em relação às armazenadas em câmara fria ao longo do tempo. Isso evidencia que a refrigeração não favoreceu a conservação das sementes de lobeira, destacando uma particularidade fisiológica ainda pouco documentada. Logo, o estudo contribui demonstrando que estratégias tradicionais de armazenamento podem não ser adequadas para a espécie, subsidiando o manejo em ações de conservação e produção de mudas.

Palavras-chave: Armazenamento de sementes; Cerrado; Conservação de sementes; Lobeira; Propagação de espécies nativas.

ABSTRACT: Lobeira is a native species of the Cerrado with agronomic potential. The main form of propagation of the species is by seeds. However, little is known about the ideal storage conditions for its seeds. Thus, the objective of the study was to determine how the storage environment affects the viability of *S. lycocarpum* seeds over 150 days. A completely randomized design was used in a 2x6 factorial scheme. Two storage environments (without environmental control and cold chamber at 15°C) and six periods (0, 30, 60, 90, 120, and 150 days after collection) were tested. Moisture content, membrane permeability, emergence speed index (ESI), and average emergence time (AET) were evaluated. The results showed that seeds stored without environmental control had lower membrane permeability, lower moisture content, and AET, and higher ESI than those stored in a cold chamber over time. This shows that refrigeration did not favor the conservation of lobeira seeds, highlighting a physiological peculiarity that is still poorly documented. Therefore, the study contributes by demonstrating that traditional storage strategies may not be suitable for the species, supporting management in conservation and seedling production actions.

Keywords: Cerrado; Lobeira; Propagation of native species; Seed conservation; Seed storage.

Autor correspondente: Elen Pereira de Paiva Bento da Silva
E-mail: elen.silva@ueg.br

Recebido em: 2025-10-20
Aceito em: 2025-12-10

¹ Doutoranda no Programa de Pós-Graduação em Agronomia da Universidade Federal de Goiás (UFG). Professora da Universidade Estadual de Goiás, Palmeiras de Goiás (GO), Brasil.

² Mestre em Agronomia pela Universidade Federal de Goiás (UFG), Goiânia, (GO), Brasil.

³ Doutoranda no Programa de Pós-Graduação em Agronomia da Universidade de Brasília (UNB), Brasília (DF), Brasil.

⁴ Doutora em Ciências Biológicas pela Universidade de São Paulo (USP). Professora no Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal da Universidade Federal de Goiás (UFG), Goiânia (GO), Brasil.

⁵ Doutora em Agronomia pela Universidade Federal de Goiás (UFG). Professora no Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal da Universidade Federal de Goiás (UFG), Goiânia (GO).

1 INTRODUÇÃO

A lobeira ou fruta-do-lobo (*Solanum lycocarpum* St. Hill) é uma espécie nativa do Cerrado, de porte arbóreo-arbustivo, amplamente distribuída em ambientes abertos e sazonais (Pereira; Angolini; Pastore, 2021). Seus frutos carnosos, globulares e aromáticos constituem recurso alimentar essencial para diversas espécies da fauna, especialmente para o lobo-guará, para o qual representam grande proporção da dieta e desempenham papel ecológico estruturante (Carvalho, 2010). Além de sua relevância ecológica, a espécie apresenta potencial econômico, seja pelo aproveitamento de seus frutos, ricos em compostos bioativos associados a benefícios à saúde (Borsoi; Pastore; Arruda, 2024; Souto; Silva, 2020), seja pelo uso agrícola como porta-enxerto para tomateiro, com resultados promissores no manejo de patógenos do solo (Mendonça; Lopes; Moita, 2017).

O Cerrado é reconhecido como um dos hotspots globais de biodiversidade mais ameaçados, com perda acelerada de habitats e crescente fragmentação. Nesse contexto, espécies nativas de forte papel ecológico, como a *S. lycocarpum*, tornam-se estratégicas para iniciativas de conservação, de restauração ecológica e de manutenção da funcionalidade do bioma. Como ocorre em grande parte do gênero *Solanum*, a *S. lycocarpum* se propaga predominantemente por sementes (Castellani; Aguiar; Paula, 2009). Apesar de sua importância ecológica e agrônômica, a fisiologia de armazenamento de suas sementes permanece praticamente desconhecida, com escassez de estudos que avaliem a dinâmica de deterioração sob diferentes condições. Essa lacuna limita as práticas de conservação, a produção de mudas e o manejo reprodutivo com fins ecológicos.

A deterioração das sementes é inevitável e irreversível, cuja velocidade depende tanto de fatores intrínsecos quanto das condições às quais as sementes foram expostas antes e depois da colheita (Pirreddaa *et al.*, 2024). Em sementes ortodoxas, o princípio geral da conservação baseia-se na redução da temperatura e do teor de água, prática consolidada em bancos de germoplasma (Royal Botanic Gardens Kew, 2020). No entanto, as sementes de espécies nativas do Cerrado podem responder de maneira distinta a essas condições, em razão de sua adaptação a ambientes naturalmente variáveis quanto à temperatura e à umidade (Nunes *et al.*, 2022). Essa evidência reforça a necessidade de compreender como espécies nativas do Cerrado se comportam sob condições de armazenamento, já que os modelos clássicos podem não ser diretamente aplicáveis a grupos ecologicamente adaptados a regimes sazonais.

No armazenamento, a temperatura influencia a respiração celular e a perda de umidade, enquanto o teor de umidade é um pré-requisito para o armazenamento a longo prazo (Ellis; Hong; Roberts, 1989). A combinação de alta umidade e temperatura eleva a taxa de degeneração e reduz a longevidade das sementes (Gebeyehu, 2020; Oliveira, 2020; Nisha *et al.*, 2023). Ambientes que permitem trocas adequadas de vapor d'água favorecem a manutenção da qualidade fisiológica (Guedes *et al.*, 2012; Yahaya *et al.*, 2022), enquanto o acondicionamento adequado retarda o envelhecimento e preserva o vigor. (Azeredo; Paula; Valeri, 2016).

A caracterização do potencial fisiológico das sementes exige indicadores que integrem tanto os aspectos estruturais quanto os metabólicos responsáveis pelo desempenho sob diferentes condições ambientais. O teste de germinação, embora amplamente utilizado, tende a superestimar a qualidade real quando analisado

isoladamente, por ser conduzido em condições ideais (Zrzyzanowski, 2020). Assim, variáveis complementares, como o teor de umidade e a integridade das membranas, tornam-se essenciais, pois refletem diretamente processos relacionados à manutenção das funções vitais e ao vigor (Ebone; Caverzan; Chavarria, 2019; Zhang *et al.*, 2021). A análise conjunta desses parâmetros oferece uma avaliação mais completa do potencial de desempenho das sementes e do seu estabelecimento no campo.

Apesar dessa necessidade, ainda não há consenso sobre as condições adequadas de armazenamento de sementes de *S. lycocarpum*, tampouco há estudos que acompanhem sua dinâmica fisiológica ao longo do tempo. Essa lacuna constitui um entrave à conservação e ao uso sustentável da espécie. Diante desse cenário, este estudo teve como objetivo avaliar a influência do tempo e da condição de armazenamento sobre a qualidade fisiológica das sementes de *S. lycocarpum* ao longo de 150 dias.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 COLETA DE FRUTOS E REMOÇÃO DE SEMENTES

Os frutos maduros dispersos naturalmente (caídos no chão) foram coletados em campo, em uma planta matriz, em Arraias-TO (latitude 12°56'13.0"S, longitude 46°56'04.9"W, 750 m de altitude), em julho/agosto de 2022. De acordo com a classificação de Köppen, Arraias encontra-se no tipo Aw (Alvares *et al.*, 2013). Os frutos foram armazenados em sacos plásticos na câmara fria, a 15 °C, até o beneficiamento das sementes.

O experimento foi conduzido na horta da Escola de Agronomia da Universidade Federal de Goiás, em Goiânia-GO (latitude 16°35'12" S, longitude 49°21'14" W GR, 730 m de altitude). Segundo a classificação de Köppen, Goiânia encontra-se no tipo Aw (Alvares *et al.*, 2013). A cidade é caracterizada por duas estações bem definidas: uma quente e chuvosa e a outra seca (Figura 1).

A remoção das sementes foi realizada quando os frutos ficaram macios, após aproximadamente 15 dias, e consistiu em cortá-los transversalmente para permitir a retirada manual da polpa. A polpa foi passada por peneira sob fluxo constante de água para promover a separação das sementes, que posteriormente foram mantidas à temperatura ambiente para secagem natural durante 48 horas. As sementes foram esterilizadas superficialmente por imersão em solução de hipoclorito de sódio comercial a 1% por 10 minutos e, em seguida, foram lavadas em água corrente duas vezes, por 5 minutos, e secas com papel-toalha.

2.2 DESENHO EXPERIMENTAL

Para avaliar a conservação da qualidade fisiológica, as sementes foram acondicionadas em sacos de papel kraft. Foi utilizado um delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial 2 x 6, para avaliar o armazenamento em dois ambientes distintos (sem controle ambiental e em câmara fria a 15 °C) e em seis períodos de

armazenamento (0, 30, 60, 90, 120 e 150 dias após a coleta (DAC). As amostras submetidas ao ambiente sem controle ambiental ficaram sujeitas às variações climáticas locais, apresentando temperaturas mínimas entre 15 e 20 °C, máximas entre 28 e 35 °C e umidade relativa elevada (65–85 %), conforme mostrado na Figura 2.

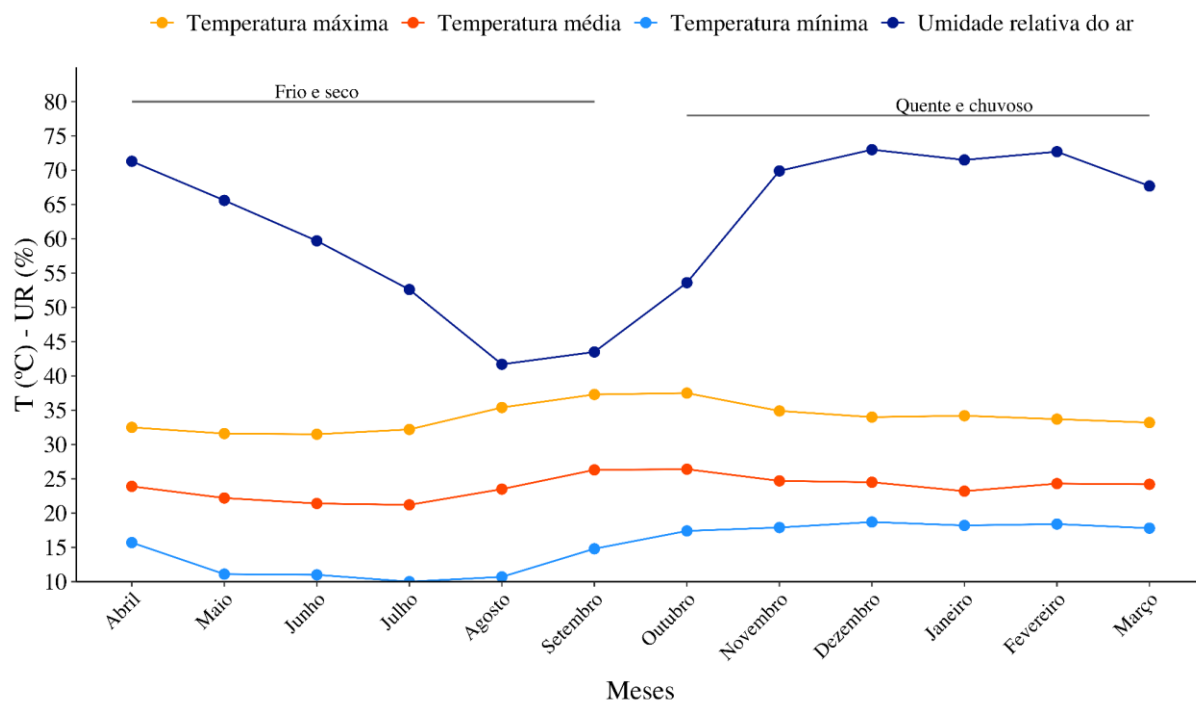


Figura 1. Dados médios de temperatura e umidade relativa do ar no município de Goiânia-GO entre 2013 e 2023. Fonte: Estação meteorológica de Goiânia - INMET

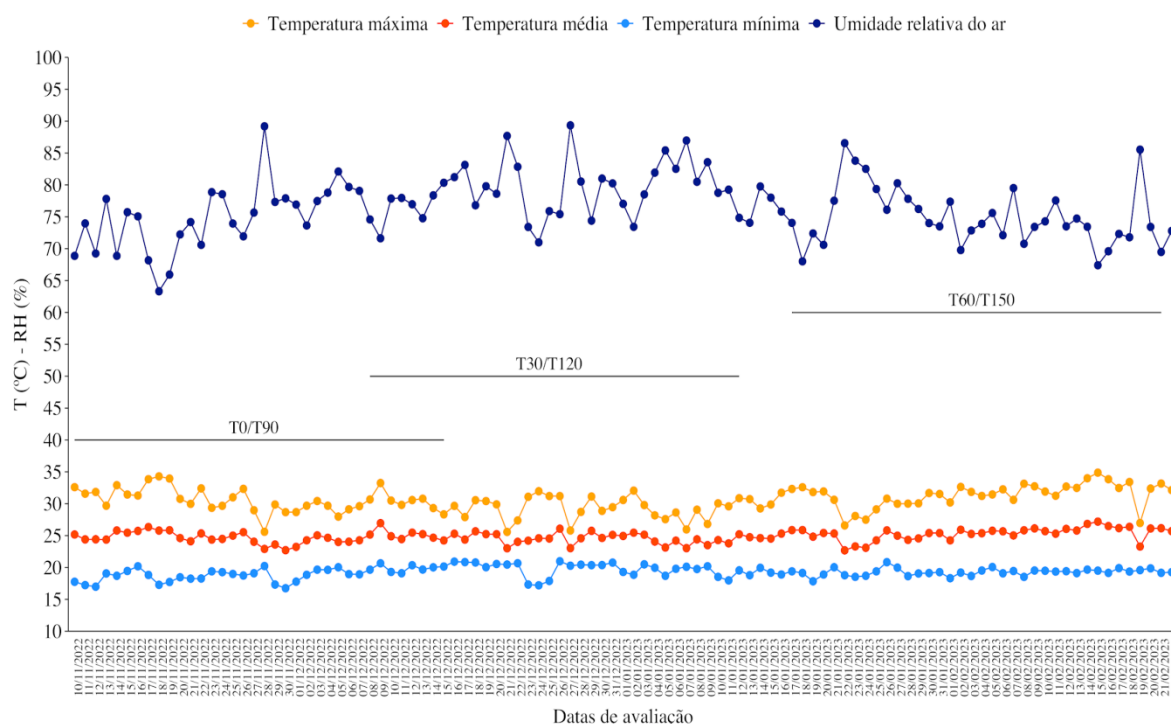


Figura 2. Dados médios de temperatura e umidade coletados durante a condução do experimento. Fonte: Estação meteorológica da Universidade Federal de Goiás. As barras no centro do gráfico indicam o intervalo de condução da avaliação de emergência dos tratamentos ao longo do tempo

2.3 TEOR DE UMIDADE

O teor de umidade foi determinado imediatamente após a coleta das sementes. Para cada repetição, 0,5 g de sementes foram pesadas em balança analítica ($n = 4$). As amostras foram colocadas em estufa com circulação de ar forçada a 52 °C e pesadas periodicamente até atingirem massa constante, o que caracterizou a estabilização. Os resultados foram expressos em porcentagem de água com base na massa fresca, de acordo com a ISTA (2004).

2.4 PERMEABILIDADE DE MEMBRANA

A permeabilidade de membrana foi avaliada pelo teste de condutividade elétrica. Para cada repetição, 25 sementes previamente contadas foram colocadas em tubos Falcon de 50 mL, contendo 30 mL de água deionizada previamente estabilizada à temperatura de incubação ($n = 4$). Os tubos foram mantidos em incubadora do tipo BOD a 25 ± 1 °C, em condições estáticas, por 24 horas. Após o período de embebição, o lixiviado de cada tubo foi homogeneizado e a condutividade elétrica foi medida com um condutivímetro de bancada (modelo CG1400, GEHAKA). Os valores foram expressos em dS m^{-1} semente $^{-1}$, obtidos pela divisão da condutividade pela quantidade de sementes embebidas (Goel; Goel; Sheoran, 2003).

2.5 EMERGÊNCIA

Cem sementes foram distribuídas em quatro parcelas de 25 sementes e semeadas em bandejas plásticas com células de 29 cm³ contendo o substrato comercial Carolina Soil[®]. Cada semente foi posicionada no centro da célula e coberta com uma fina camada de substrato, seguida de uma camada superficial de vermiculita para favorecer a manutenção da umidade. As bandejas foram acondicionadas em casa de vegetação, sob irrigação por aspersão, três vezes ao dia. A germinação foi avaliada diariamente, sempre no mesmo horário, considerando como emergência o cotilédone acima da superfície do substrato. O teste teve duração de 36 dias para cada tempo de armazenamento avaliado. Foram avaliados o índice de velocidade de emergência (IVE) (Maguire, 1962) e o tempo médio de emergência (TME) (Edmond; Drapalla, 1958).

2.6 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os dados foram inicialmente avaliados quanto à normalidade e à homogeneidade de variâncias pelos testes de Shapiro–Wilk e de Bartlett, respectivamente. Em seguida, realizou-se análise de variância fatorial, adotando-se o teste F ($p \leq 0,05$). Para o efeito do tempo de armazenamento, ajustaram-se modelos de regressão polinomial (linear, quadrático e cúbico), sendo o modelo com melhor desempenho, segundo o critério de informação de Akaike (AIC), que permite identificar o ajuste mais parcimonioso aos

dados. Para o efeito de condição de armazenamento, a comparação de médias foi conduzida por meio de teste t ($p \leq 0,05$). Todas as análises estatísticas foram realizadas no software R versão 4.1.2 (R Core Team, 2018) usando o pacote stats (base do R) e emmeans para estimativas marginais (Lenth, 2023). Os gráficos foram elaborados com o pacote ggplot2 (Wickham, 2009).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para todos os parâmetros avaliados, não foi observado efeito significativo de interação entre o tempo e a condição de armazenamento ($p > 0,05$), o que permitiu a interpretação independente dos fatores (Tabela 1).

O tempo de armazenamento influenciou significativamente o teor de umidade, a permeabilidade de membranas, o IVE e o TME ($p < 0,01$), enquanto a condição de armazenamento influenciou apenas o teor de umidade ($p < 0,01$). Assim, ajustaram-se modelos de regressão polinomial de terceiro grau.

O teor de umidade das sementes apresentou forte dependência temporal ($p < 0,001$), ajustando-se ao modelo cúbico, com redução inicial e aumento subsequente ao longo de 150 dias (Figura 1A). Além do efeito do tempo, houve diferença significativa entre as condições de armazenamento ($p = 0,0026$). Observou-se que as sementes mantidas em câmara fria apresentaram teor de água superior ao da condição sem controle ambiental ($p = 0,0024$). A permeabilidade de membranas também foi influenciada pelo tempo ($p < 0,001$), ajustando-se ao modelo cúbico (Figura 1B). Observou-se um aumento progressivo da condutividade elétrica ao longo do armazenamento, indicando perda gradual da integridade das membranas.

Tabela 1. Análise de variância das variáveis analisadas para as sementes de *S. lycocarpum* submetidas a diferentes condições de armazenamento ao longo de 150 dias

FV	GL	Quadrados médios			
		IVE	TME	TU	PM
CA	1	0,0176ns	2.091ns	567,9**	0,3502ns
TA ³	3	0,7873***	69.921***	26.479,8***	0,7972***
CAxTA ³	3	0,0127ns	2.125ns	142,9ns	0,1447ns
Resíduo	43	0,1160	9880	2.197,6	0,1177
CV (%)		23,20	19,86	35,98	21,20

***, **, *, ns: significativo a 0,1%, significativo a 1%, significativo a 5% e não significativo, respectivamente; FV: fonte de variação; TA: tempo de armazenamento; CA: condição de armazenamento; CV: coeficiente de variação; GL: graus de liberdade; IVE: índice de velocidade de emergência; TME (dias): tempo médio de emergência; TU (%): teor de umidade; PM (dS m⁻¹ semente⁻¹): permeabilidade de membrana.

O vigor das sementes foi significativamente afetado pelo tempo de armazenamento, tanto para o IVE ($p < 0,001$) quanto para o TME ($p < 0,001$), com ajuste pelo modelo polinomial cúbico em ambos os casos (Figuras 1C–D). Para o IVE, observou-se um incremento inicial nos valores, seguido de inflexão intermediária e de redução posterior, caracterizando um padrão não linear ao longo de 150 dias, enquanto o TME

apresentou comportamento inverso. Os valores mostraram redução inicial, seguida de aumento progressivo nos períodos finais do armazenamento.

A deterioração fisiológica das sementes de *S. lycocarpum* ao longo de 150 dias de armazenamento seguiu um padrão progressivo, influenciado principalmente pelo tempo. A ausência de interação significativa entre o tempo e a condição de armazenamento indica que os mecanismos fisiológicos envolvidos responderam de forma semelhante em ambos os ambientes e que o tempo foi o fator determinante das mudanças no vigor e na integridade das membranas. A exceção foi o teor de umidade, que variou entre as condições de armazenamento, embora essa diferença não tenha se refletido em efeitos fisiológicos detectáveis no vigor.

A deterioração fisiológica das sementes de *S. lycocarpum* ao longo de 150 dias de armazenamento seguiu um padrão progressivo, influenciado principalmente pelo tempo de armazenamento. A ausência de interação significativa entre o tempo e a condição de armazenamento indica que os mecanismos fisiológicos envolvidos responderam de forma semelhante em ambos os ambientes e que o tempo foi o fator determinante das mudanças no vigor e na integridade das membranas. A exceção foi o teor de umidade, que variou entre as condições de armazenamento, embora essa diferença não tenha se refletido em efeitos fisiológicos detectáveis no vigor.

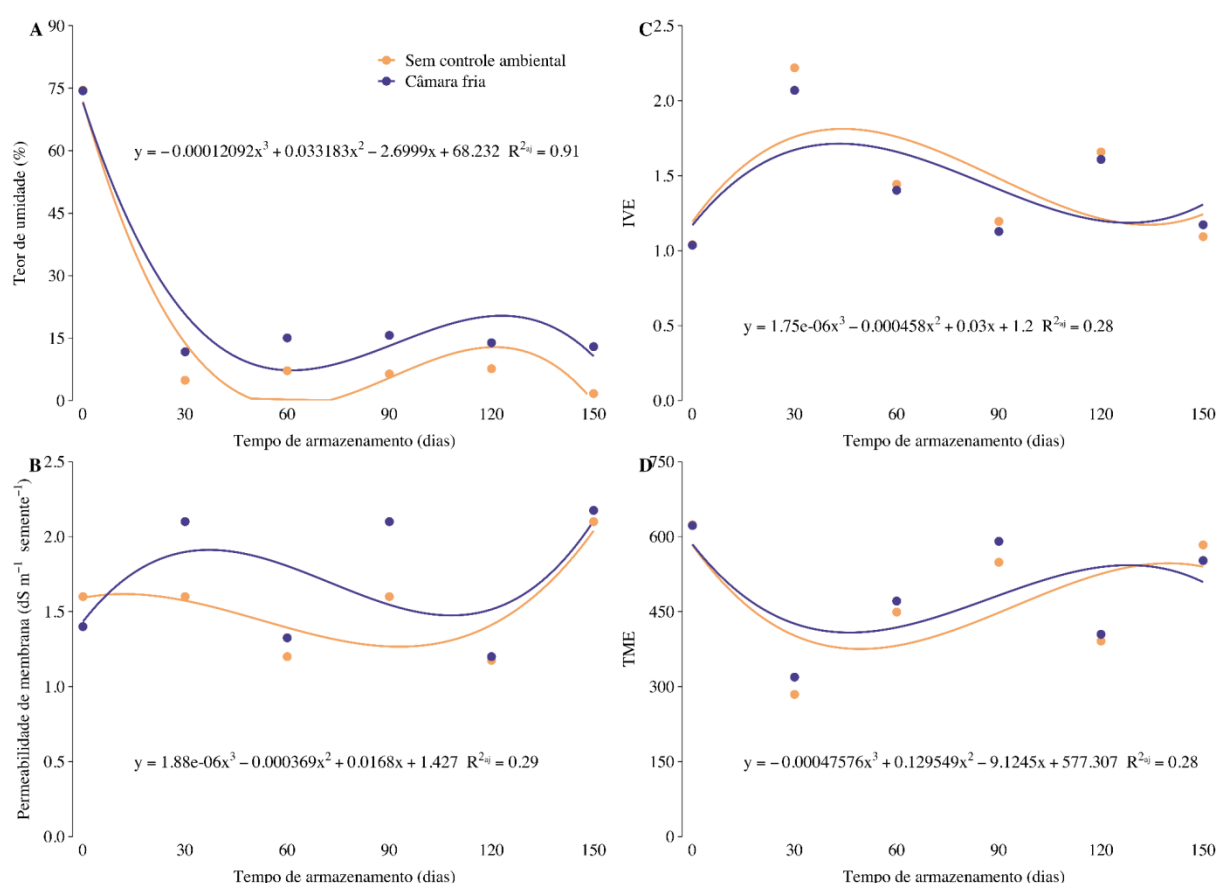


Figura 1. Modelos de regressão polinomial de terceiro grau ajustados ao (A) teor de umidade, (B) à permeabilidade de membranas (dS m^{-1} semente $^{-1}$), (C) ao índice de velocidade de emergência e (D) ao tempo médio de emergência (D) de sementes de *S. lycocarpum* armazenadas sob duas condições: sem controle ambiental e em câmara fria, ao longo de 150 dias de armazenamento. Os pontos representam as médias observadas para cada tempo e condição; as curvas indicam a tendência temporal estimada para cada ambiente de armazenamento

A tendência observada para o IVE, com incremento inicial seguido de redução, e o comportamento inverso do TME evidenciam um ajuste metabólico característico de sementes recém-colhidas, seguido pelo avanço gradual da deterioração (Santos *et al.*, 2023). Esse padrão também tem sido descrito em espécies do Cerrado, que passam por uma reorganização fisiológica nos primeiros dias após a secagem e, posteriormente, apresentam declínio no vigor em razão do acúmulo de danos metabólicos (Nunes *et al.*, 2022; Silva *et al.*, 2023). Tal dinâmica é compatível com a fase intermediária do envelhecimento, marcada pelo aumento da instabilidade metabólica, pelo acúmulo de espécies reativas de oxigênio e pela crescente suscetibilidade à oxidação, mesmo sob condições ambientais moderadas (Kijowska-Oberc; Staszak; Ratajczak, 2021; Zhang *et al.*, 2021). Nesse contexto, o aumento do TME nos períodos finais do armazenamento reforça a perda da eficiência metabólica necessária à emergência rápida, indicando comprometimento tanto da integridade das membranas quanto das enzimas mobilizadoras de reservas.

A permeabilidade de membranas refletiu diretamente esse processo, apresentando um aumento gradual ao longo do armazenamento, o que indica perda progressiva da integridade estrutural. A maior lixiviação de eletrólitos corresponde a uma das primeiras manifestações da deterioração, resultante da peroxidação lipídica induzida por espécies reativas de oxigênio (Ebene; Caverzan; Chavarria, 2019; Krzyzanowski *et al.*, 2020). No presente estudo, o aumento da condutividade elétrica ocorreu simultaneamente à redução do vigor, expressa pela queda do IVE e pela elevação do TME, reforçando a relação fisiológica esperada entre a integridade das membranas e a velocidade de emergência. Esse padrão converge com a compreensão de que a desestabilização das membranas marca a transição das fases iniciais para as fases avançadas da deterioração, resultando em perda progressiva de viabilidade (Kijowska-Oberc; Staszak; Ratajczak, 2021).

O teor de umidade também variou de forma expressiva ao longo do armazenamento, com redução inicial, seguida de um novo aumento nos períodos finais. Esse comportamento pode ser explicado pelas condições ambientais do armazenamento sem controle, nas quais se registraram temperaturas mínimas entre 15 e 20 °C, máximas entre 28 e 35 °C e umidade relativa elevada (65–85 %). Esse padrão climático favorece o reequilíbrio higroscópico das sementes, resultando em acréscimo gradual do teor de água, condição associada à intensificação do metabolismo residual, ao aumento da respiração e à aceleração da deterioração fisiológica (Sá *et al.*, 2021; Yahaya; Sinniah; Misran, 2022).

Por outro lado, no ambiente refrigerado (15 °C), a ausência de efeito fisiológico distinto indica que a temperatura reduzida, isoladamente, não foi suficiente para modificar o comportamento das sementes no período avaliado. Embora o teor de água tenha sido maior na câmara fria, esse efeito não resultou em alterações detectáveis nos parâmetros de vigor ou de integridade das membranas. A similaridade entre os ambientes sugere elevada plasticidade fisiológica das sementes de *S. lycocarpum*, característica descrita para espécies do Cerrado adaptadas a variações térmicas sazonais e ao regime hídrico natural (Nunes *et al.*, 2022; Bonamigo; Masetto; Scaloni, 2024), reforçando a ideia de que o avanço da deterioração esteve mais associado a processos internos do que às condições externas de armazenamento.

Portanto, os resultados deste estudo demonstram que o tempo foi o principal fator responsável pelas alterações fisiológicas observadas em sementes de *S. lycocarpum*, afetando o vigor, o teor de água e a integridade das membranas. A refrigeração isolada

não conferiu vantagem fisiológica ao longo do período avaliado, embora tenha influenciado o teor de umidade. A ausência de efeito significativo da refrigeração indica que, para essa espécie, a redução isolada da temperatura não conferiu vantagem fisiológica no período avaliado. Essa resposta difere do comportamento geralmente descrito para sementes ortodoxas e revela uma dinâmica de deterioração que não segue o padrão clássico de conservação por frio.

Assim, os resultados destacam a singularidade fisiológica de *S. lycocarpum*, evidenciam que sua dinâmica de deterioração não segue o padrão geralmente observado em espécies cultivadas ou florestais amplamente estudadas e reforçam a importância de compreender as especificidades das sementes nativas do Cerrado. Essa divergência em relação ao comportamento esperado destaca um aspecto fisiológico singular de espécies nativas do Cerrado, possivelmente associado à sua plasticidade ecológica, ao histórico adaptativo em ambientes de grande amplitude térmica e ao metabolismo mais sensível a variações hídricas do que a variações térmicas.

O estudo permite avançar o entendimento sobre a deterioração de sementes de espécies nativas brasileiras, ao demonstrar que parâmetros tradicionais de manejo, como a refrigeração, podem ser insuficientes. Do ponto de vista aplicado, esses achados têm implicações diretas para a conservação de espécies. Como a refrigeração não resultou em melhoria fisiológica, os resultados indicam que os protocolos de armazenamento para espécies nativas do Cerrado não podem ser simplesmente extrapolados a partir de modelos tradicionais desenvolvidos para espécies agrícolas. Em bancos de germoplasma, por exemplo, isso reforça a importância de incluir etapas específicas de avaliação prévia do comportamento fisiológico de cada espécie, bem como o monitoramento periódico dos parâmetros de vigor durante o armazenamento. Em programas de restauração ecológica, compreender a velocidade com que ocorre a deterioração auxilia no planejamento do intervalo máximo entre a coleta, o beneficiamento e a semeadura, evitando a perda de qualidade fisiológica.

Os achados ressaltam a necessidade de novos estudos que investiguem o papel do teor de umidade inicial, já que esse fator determina grande parte da fisiologia da deterioração e ainda permanece pouco explorado em espécies do Cerrado. Estudos futuros que incluam temperaturas inferiores às aqui avaliadas, como o armazenamento em baixa temperatura ou o ultracongelamento, práticas comuns em bancos de germoplasma, poderão revelar padrões distintos de resposta. Além disso, a caracterização anatômica e bioquímica da deterioração poderá esclarecer os mecanismos que sustentam o comportamento fisiológico observado. Ao demonstrar que *S. lycocarpum* não segue o modelo convencional de conservação por refrigeração, este estudo fornece evidências originais sobre o comportamento de armazenamento de uma espécie-chave do Cerrado, contribuindo para uma base teórica mais sólida e realista para políticas de conservação de sementes nativas e para o desenvolvimento de estratégias eficazes de manejo *ex situ*.

4 CONCLUSÃO

O tempo de armazenamento foi o principal fator de alteração fisiológica em sementes de *S. lycocarpum*, afetando o teor de água, o vigor e a integridade das

membranas. A refrigeração a 15 °C não conferiu vantagem na conservação das sementes. Esses resultados indicam que as estratégias de conservação para a espécie não podem ser diretamente extrapoladas dos modelos clássicos utilizados para sementes ortodoxas.

Há implicações práticas para bancos de germoplasma e iniciativas de conservação do Cerrado, pois demonstram que o monitoramento periódico do vigor e do teor de umidade é essencial durante o armazenamento. Além disso, na restauração ecológica, é necessário utilizar as sementes em intervalos mais curtos após a coleta, a fim de evitar perdas fisiológicas. Além disso, recomenda-se que estudos futuros avaliem temperaturas inferiores, como -20 °C, amplamente utilizadas em bancos de germoplasma, a fim de verificar se regimes térmicos mais baixos podem alterar a dinâmica de deterioração observada. Esses achados também reforçam a necessidade de políticas públicas de conservação que considerem as especificidades fisiológicas das espécies nativas do Cerrado.

Em síntese, este estudo oferece evidências inéditas sobre o comportamento de armazenamento de *S. lycocarpum* e reforça a necessidade de abordagens específicas para a conservação de espécies nativas do Cerrado.

REFERÊNCIAS

- AZEVEDO, M. R. Q. A.; GOUVEIA, J. P. G.; TROVÃO, D. M. M.; QUEIROGA, V. P. Influência das embalagens e condições de armazenamento no vigor de sementes de gergelim. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 7, n. 3, p. 519-524, 2003. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1415-43662003000300019>.
- ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. D. M.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2013. DOI: <https://doi.org/10.1127/0941-2948/2013/0507>.
- BONAMIGO, T.; MASETTO, T. E.; SCALON, S. P. Q. Seed storage influences the seedling emergence and growth of *Tocoyena formosa*, a native species from Brazilian Savannah?. **Iheringia**, 79, e20241007, 2024. DOI: <https://doi.org/10.21826/2446-82312024v79e20241007>.
- BORSOI, F. T.; PASTORE, G. M.; ARRUDA, H. S. Health benefits of the alkaloids from lobeira (*Solanum lycocarpum* St. Hill): a comprehensive review. **Plants**, v. 13, n. 10, p. 1396, 2024. DOI: <https://doi.org/10.3390/plants13101396>.
- CARVALHO, P. E. R. Lobeira: *Solanum lycocarpum*. In: CARVALHO, P. E. R. **Espécies arbóreas brasileiras**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica; Colombo: Embrapa Florestas, 2010. v. 4, p. 339-347.
- CASTELLANI, E. D.; AGUIAR, I. B.; PAULA, R. C. Bases para a padronização do teste de germinação em três espécies de *Solanum* L. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 31, p. 77-85, 2009. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0101-31222009000200009>.

EBONE, L. A.; CAVERZAN, A.; CHAVARRIA, G. Physiological alterations in orthodox seeds due to deterioration processes. **Plant Physiology and Biochemistry**, v. 145, p. 34-42, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.plaphy.2019.10.028>.

EDMOND, J. B.; DRAPALLA, W. J. The effects of temperature, sand, soil, and acetone on germination of okra seed. **Proceedings of the American Society for Horticultural Science**, v. 71, p. 428-443, 1958.

ELLIS, R.; HONG, T.; ROBERTS, E. A comparison of the low-moisture-content limit to the logarithmic relation between seed moisture and longevity in twelve species. **Annals of Botany**, v. 63, n. 6, p. 601-611, 1989. DOI: <https://doi.org/10.1093/oxfordjournals.aob.a087788>.

GEBEYEHU, B. Review on: Effect of Seed Storage Period and Storage Environment on Seed Quality. **International Journal of Applied Agricultural Sciences**, v. 6, p. 185-190, 2020. DOI: <https://doi.org/10.11648/j.ijaas.20200606.14>.

GOEL, A.; GOEL, A. K.; SHEORAN, I. S. Changes in oxidative stress enzymes during artificial aging in cotton (*Gossypium hirsutum* L.) seeds. **Journal of Plant Physiology**, v. 160, p. 1093-1100, 2003. DOI: <https://doi.org/10.1078/0176-1617-00881>.

ISTA - INTERNATIONAL SEED TESTING ASSOCIATION. **International rules for seed testing**. Bassersdorf, Switzerland, 2004.

KIJOWSKA-OBERC, J.; STASZAK, A. M.; RATAJCZAK, E. Climate change affects seed aging? Initiation mechanism and consequences of loss of forest tree seed viability. **Trees**, v. 35, p. 1099-1108, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00468-020-02072-w>.

KRZYZANOWSKI, F. C.; FRANÇA-NETO, J. B.; GOMES-JÚNIOR, F. G.; NAKAGAWA, J. Testes de vigor baseados em desempenho de plântulas. In: KRZYZANOWSKI, F. C.; VIEIRA, R. D.; FRANÇA-NETO, J. de B.; MARCOS-FILHO, J. (ed.) **Vigor de sementes: conceitos e testes**. 2. ed. Londrina: Abrates, 2020. p. 79-140.

LENTH, R. V. **emmeans**: Estimated Marginal Means, aka Least-Squares Means, 2023. R package version 1.8.9. Disponível em: <https://CRAN.R-project.org/package=emmeans>

MAGUIRE, J. D. Speed of germination-aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. **Crop Science**, v. 2, n. 1, p. 176-177, 1962. DOI: <https://doi.org/10.2135/cropsci1962.0011183X000200020033x>.

MENDONÇA, J. L.; LOPES, C. A.; MOITA, A. W. Grafting compatibility of interspecific *Solanum* hybrids with tomato to control soilborne plant pathogens. **Savannah Journal of Research and Development**, v. 1, n. 1, 2017. DOI: <https://doi.org/10.26512/savannahjournal.v1i1.7366>.

NUNES, H. V.; BARROS, D. I.; OLIVEIRA, L. B.; QUIRINO, M. S.; TELES, S. P.; SALES, P. V. G.; LIBÓRIO, R. A.; RIBEIRO, E. A.; VALE, K. C. L.; SILVA, C. O. C.; VERAS, P. B.; NUNES, B. H. N. Effect of the storage period on the physiological quality of cagaita seeds (*Eugenia dysenterica* DC.). **Journal of Agriculture and Ecology Research International**, v. 23, n. 6, p. 14–17, 2022. DOI: <https://doi.org/10.9734/jaeri/2022/v23i630240>.

NISHA; BHUKER, A.; SINGH, N.; SINGH, G.; AKASH; SOURABH; KUMAR, M.; KUMAR, A. Impact of different storage containers on seed quality parameters of eggplant (*Solanum melongena*) during storage. **Indian Journal of Agricultural Sciences**, v. 93, n. 9, 2023. DOI: <https://doi.org/10.56093/ijas.v93i9.137806>.

OLIVEIRA, C. M. de. Qualidade de sementes de jiló (*Solanum gilo* Raddi – Solanaceae) armazenadas em ambiente não controlado. **ForScience**, v. 8, n. 1, p. e00663, 2020. DOI: <https://doi.org/10.29069/forscience.2020v8n1.e663>.

PEREIRA, A. P. A.; ANGOLINI, C. F. F.; PASTORE, G. M. *Solanum lycocarpum* St. Hill. In: LIMA, F. F.; LESCANO, C. H.; OLIVEIRA, I. P. (Eds.). **Fruits of the Brazilian Cerrado**. Cham: Springer International Publishing, 2021. p. 115-123. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-030-62949-6_7.

PIRREDDA, M.; FAÑANÁS-PUEYO, I.; OÑATE-SÁNCHEZ, L.; MIRA, S.. Seed longevity and ageing: a review on physiological and genetic factors with an emphasis on hormonal regulation. **Plants** (Basel), v. 13, n. 1, p. 41, 2023. DOI: <https://doi.org/10.3390/plants13010041>.

R CORE TEAM. **R**: a language and environment for statistical computing. Vienna: R Foundation for Statistical Computing, 2018. Disponível em: <http://www.R-project.org>. Acesso: 27 Mai. 2022.

ROYAL BOTANIC GARDENS KEW. **Seed Conservation Standards for ‘Orthodox’** Seeds. 2020. Disponível em: <https://saveplants.org/best-practices/cleaning-processing-drying-and-storing-orthodox-seeds/>. Acesso: 27 Mai. 2022.

SÁ, N. de O.; WENNECK, G. S.; SAATH, R.; SANTI, D. C.; OLIVEIRA, G. G. F. de; VOLPATO, C. de S. Qualidade do amendoim armazenado em diferentes embalagens. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 3, 2021. DOI: <https://doi.org/10.33448/RSD-V10I3.13287>.

SANTOS, E. N.; NÓBREGA, J. S.; SILVA, R. S.; SOARES, A. C. S.; BEZERRA, A. C.; PEDROSA, L. M.; BRUNO, R. L. A. Physiological and biochemical changes in immature seeds of *Tabebuia caraiba* during storage. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v. 66, e23220620, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1590/1678-4324-2023220620>.

SILVA, P. da; GALASTRI, N. A.; MAZZIERO, F. F. F.; GIMENEZ, J. I. Emergência de plântulas de *Gallesia integrifolia* (Spreng.) Harms (Petiveriaceae) em função do substrato e das condições de armazenamento das sementes. **Paubrasilia**, v. 6, p. e112, 2023. DOI: <https://doi.org/10.33447/paubrasilia.2023.0112>.

SOUTO, L. F. L.; SILVA, A. J. R. Calisteginas, alcalóides polihidroxilados presentes em hortaliças: frutos e tuberosas. **Química Nova**, v. 43, n. 1, p. 37-43, 2020. DOI: <https://doi.org/10.21577/0100-4042.20170452>.

WICKHAM, H. **ggplot2**: elegant graphics for data analysis. 2. ed. Springer: New York, 2009. 219 p. DOI: <https://doi.org/10.1007/978-0-387-98141-3>.

YAHAYA, A. M.; SINNIH, U. R.; MISRAN, A. Seed Quality of Lablab Beans (*Lablab purpureus* L.) as Influenced by Drying Methods and Storage Temperature. **Agronomy**, v. 12, n.3, p. 699, 2022. DOI: <https://doi.org/10.3390/agronomy12030699>.

ZHANG, K.; ZHANG, Y.; SUN, J.; MENG, J.; TAO, J. Deterioration of orthodox seeds during ageing: influencing factors, physiological alterations and the role of reactive oxygen species. **Plant Physiology and Biochemistry**, v. 158, p. 475–485, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.plaphy.2020.11.031>.