



ARTIGO ORIGINAL

Cristina Fernanda Schneider^{1*}
João Alexandre Lopes Dranski²
Fabiane Cristina Gusatto²
Marlene de Matos Malavasi²
Ubirajara Contro Malavasi²

¹ Pontifícia Universidade Católica do Paraná – PUCPR, Av. da União, 500, Jardim Coopagro, 85902-532, Toledo, PR, Brasil

² Universidade Estadual do Oeste do Paraná – UNIOESTE, Programa de Pós-graduação em Agronomia, Rua Pernambuco, 1777, Centro, 85960-000, Marechal Cândido Rondon, PR, Brasil

*Autor Correspondente:

E-mail: cristina.schneider@pucpr.br

**Parte da Tese de Doutorado do primeiro autor.

PALAVRAS-CHAVE

Balfourodendron riedelianum

Constantes de viabilidade

Viabilidade

Deterioração

KEYWORDS

Balfourodendron riedelianum

Viability constants

Viability

Deterioration

Equações de longevidade para sementes de pau-marfim**

Longevity equations for pau marfim seeds

RESUMO: A longevidade é o período em que as sementes se mantêm viáveis. A previsão da perda de viabilidade das sementes, em relação às condições de armazenamento a que são submetidas, é de extrema importância para a avaliação de sua armazenabilidade. O *Balfourodendron riedelianum* (Engler) Engler é uma espécie lenhosa nativa, de importância econômica e ecológica, popularmente conhecida como pau-marfim. O presente trabalho objetivou determinar as constantes da equação de longevidade de pau-marfim e prever o período de armazenamento das sementes desta espécie. As sementes estudadas foram colhidas nos seguintes locais: Diamante do Oeste, Mercedes e Missal – PR. As sementes foram armazenadas em embalagem de vidro hermeticamente vedado, em ambiente controlado e não controlado. A longevidade das sementes foi avaliada pela germinação do material armazenado, a cada quatro meses. Para a elaboração das equações de longevidade, determinaram-se as constantes que compõem a equação, através de curva de regressão. Para as sementes de pau-marfim estudadas neste trabalho, as constantes encontradas a fim de prever a longevidade foram: $K_e = 12$; $C_w = -0,75$; $C_h = 0,0195$; $C_q = 0$. Não foi possível determinar a longevidade das sementes por estas não terem apresentado comportamento germinativo cumulativo negativo durante o período de armazenamento.

ABSTRACT: Longevity is the period that seeds remain viable. The forecast loss of seed viability in relation to storage conditions to which they are subjected it is extremely important for the evaluation of storability. *Balfourodendron riedelianum* (Engler) is a native wood species, with economic and ecological importance, popularly known as pau marfim. This study aimed to determine the constants of pau marfim longevity equation and predict the shelf life of the seeds of this species. Seeds used in this study were collected in the following locations: Diamante do Oeste, Mercedes and Missal - PR. The seeds were stored in glass packaging hermetically sealed in controlled and uncontrolled environment. Seed's longevity was evaluated by stored material, every four months. For the development of longevity equations, it was determined the constants that make up the equation by regression curve. Pau marfim seeds studied in this work, the constant found to predict longevity were: $K_e = 12$; $C_w = -0.75$; $C_h = 0.0195$; $C_q = 0$. It was not possible to determine the longevity of seeds, for these had not a negative cumulative germination behavior during the storage period.

1 Introdução

Balfourodendron riedelianum (Engler) Engler é conhecido vulgarmente como pau-marfim, a espécie é utilizada para fabricação de móveis de luxo, produção de energia, celulose e papel, arborização em praças e parques e pode ser usado na restauração de mata ciliar, e recuperação ambiental (Lorenzi, 2008). Essa espécie apresenta diferentes ecótipos, pois frequentemente são encontrados exemplares com folhagem durante a estação de repouso fisiológico, apesar de ser classificada como caducifólia. As sementes do pau-marfim são classificadas como sendo de comportamento ortodoxo em relação ao armazenamento (Carvalho, 2003), ou seja, apresentam maior tolerância à dessecação, resistindo ao armazenamento por período prolongado.

O envelhecimento da semente armazenada é um fenômeno natural, e as sementes tendem a perder viabilidade, mesmo sob condições ideais de armazenamento. A intensidade e velocidade de deterioração das sementes são inerentes às espécies (Marcos Filho, 2015). A deterioração da semente se inicia a partir da maturidade fisiológica, chamada de deterioração zero, e continua até a perda da sua capacidade de germinar. A semente incapaz de alguma germinação visível é considerada morta (Bewley et al., 2013).

A previsão da perda de viabilidade de sementes armazenadas, por meio de modelos matemáticos, é importante tanto para a manutenção de bancos de germoplasma como para o gerenciamento da produção e armazenamento de sementes, e o professor Ellis H. Roberts, da Universidade de Reading, na Inglaterra, foi um dos primeiros pesquisadores a analisar quantitativamente o padrão de perda da viabilidade de sementes durante o armazenamento, verificando que a perda da viabilidade geralmente seguia um padrão sigmoide, e reconheceu que isto poderia estar relacionado com a distribuição normal do tempo de vida de uma população de sementes (Bewley et al., 2013).

Modelos matemáticos usados para descrever a perda de viabilidade de sementes ortodoxas durante o armazenamento geralmente levam em consideração a viabilidade inicial, período de armazenagem, teor de água e temperatura das sementes (Sinício et al., 2013). Sementes ortodoxas são tolerantes à dessecação, por tolerarem os efeitos imediatos da perda severa de água.

A pesquisa para o conhecimento dos mecanismos que regulam a longevidade das sementes é um dos objetivos antigos da agricultura por causa de seu impacto sobre o rendimento das culturas, especialmente em condições de estresse, e sua importância como um meio para preservar os recursos genéticos vegetais (Righetti et al., 2015).

A perda de longevidade das sementes tem sido prevista com sucesso para muitas espécies ortodoxas, utilizando-se o modelo de Ellis & Roberts (1980). A longevidade de sementes ortodoxas armazenadas aumenta progressivamente à medida que a umidade relativa (UR) do ambiente de armazenamento é reduzida até aproximadamente 20% e, então, tendência inversa pode ser observada com UR abaixo desse valor.

A Equação prevê a porcentagem de germinação esperada para qualquer lote de sementes durante o armazenamento, para diferentes valores de temperatura e grau de umidade das sementes,

maneira relativamente simples e precisa (Hong & Ellis, 2003; Teixeira, 2010).

Vários trabalhos vêm utilizando a determinação de equações de longevidade para diversas espécies, como: *Astronium fraxinifolium* (Pereira Neto, 2016), *Balfourodendron riedelianum* (Ignácio, 2013), *Myrciaria jaboticaba* (Sinício et al., 2013), entre outras. Desta forma, este trabalho teve como objetivo determinar as constantes da equação de longevidade de pau-marfim e prever o período de armazenamento das sementes desta espécie.

2 Material e Métodos

A colheita de frutos de *B. riedelianum* (Engler) Engler (RNC: 23531) ocorreu em fragmentos florestais, em três regiões da Bacia do Paraná III: Diamante do Oeste, Mercedes e Missal, no Estado do Paraná.

O clima da região, abrangendo todas as localidades de coleta, segundo classificação de Köppen, é o Subtropical Úmido Mesotérmico (Cfa), com temperatura média superior a 22 °C e inferior a 18 °C, com tendência à concentração de chuvas e invernos com geadas pouco frequentes, contudo, sem estação seca definida. Nos locais de coleta, predominam solos do tipo Latossolo Roxo Eutrófico, argiloso, profundo e de boa drenagem (EMBRAPA, 2013).

A região de Diamante do Oeste está a uma altitude média de 266 metros, com coordenadas geográficas 24°57'532" S e 54°09'556" O. A região de Mercedes está a uma altitude de 281 metros, com coordenadas geográficas de 24°24'503" S e 54°07'896" O. Já a região de Missal está a uma altitude de 358 metros, com coordenadas geográficas de 25°01'661" S e 54°12'411" O.

No mês de junho de 2013, através do convênio UNIOESTE/ITAIPU BINACIONAL, quatro matrizes foram selecionadas em cada local de coleta para a colheita dos frutos, que ocorreu de forma manual com auxílio de podão. Os frutos de pau-marfim colhidos se caracterizavam como maduros, com coloração marrom.

Após a colheita, os frutos foram encaminhados para a estação Experimental Prof. Antônio Carlos dos Santos Pessoa, da Universidade Estadual do Oeste do Paraná – UNIOESTE, Campus Marechal Cândido Rondon – PR, para secagem.

Para secagem, os frutos foram acomodados sobre estrutura de madeira com tela branca de polietileno do tipo sombrite de 30% de interceptação solar. Essas estruturas foram mantidas em ambiente aberto e ventilado por 12 dias, até atingirem grau de umidade (B.U.) de 9%, ideal para o armazenamento hermético.

Após a secagem, os frutos foram acondicionados em sacos de polietileno e submetidos a várias batidas com auxílio de um pedaço de madeira, para beneficiamento. Em seguida, os frutos foram retirados e friccionados sobre uma peneira de metal para a retirada completa das alas. Parte do material beneficiado foi armazenado e parte foi utilizado para avaliações prévias.

Os frutos armazenados foram guardados em embalagem de vidro transparente com capacidade de 500 mL, fechado hermeticamente com tampa de rosca e vedado com fita adesiva. Cada embalagem continha 175 frutos.

As embalagens com frutos foram armazenadas em dois ambientes: controlado e não controlado. O ambiente controlado possuía ar condicionado e desumidificador para controle das

condições ambientais, com temperatura entre 13 e 17 °C, monitorada por termo-higrômetro, modelo Gehaka. No ambiente não controlado, as embalagens com os frutos foram mantidas sobre uma estante em uma sala arejada (com janela e porta que constantemente eram abertas) com temperatura entre 9 e 36 °C (Figura 1), monitorada por termo-higrômetro, modelo Incoterm.

Os testes laboratoriais foram realizados aos 0, 120, 240 e 360 dias após o beneficiamento dos frutos, caracterizando os períodos de armazenamento. Para cada período de avaliação, duas embalagens por tratamentos foram utilizadas. Os parâmetros avaliados foram: grau de umidade e teste de germinação.

Para este estudo, o fruto do pau-marfim utilizado foi considerado como semente e tido como unidade de reprodução, pela característica do fruto tipo sâmara. Além do mais, a extração da semente inteira do fruto é muito difícil.

O grau de umidade foi determinado através de método de estufa a temperatura de 105 ± 2 °C por 24 horas, pela diferença de massa (Brasil, 2009). Foram utilizadas quatro repetições de 25 sementes. Os resultados foram expressos em porcentagem na base úmida.

O teste de germinação foi conduzido com quatro repetições de 25 sementes para cada tratamento, em rolo de papel germitest umedecido com água na proporção de 2,5 vezes o peso do substrato (Brasil, 2009). Os rolos de papel foram mantidos em câmara de germinação (BOD) em temperatura alternada de 20-30 °C com fotoperíodo de 8 horas de luz, associada à temperatura mais alta e 16 horas de escuro (Ignácio, 2013). As contagens de sementes germinadas foram realizadas diariamente, pelo período de 90 dias. Considerou-se semente germinada a plântula que emitiu os cotilédones e apresentou sistema radicular desenvolvido (Ignácio, 2013). Em cada semente pode-se encontrar mais de uma plântula, mas computou-se apenas a primeira. Os resultados foram expressos em porcentagem de plântulas normais.

O experimento seguiu o delineamento inteiramente casualizado (DIC), em esquema fatorial 4×2 (4 períodos de armazenamento e 2 ambientes de armazenamento), com quatro repetições. As procedências foram avaliadas isoladamente.

Após a obtenção de todos os dados de qualidade de sementes, foram elaboradas equações de viabilidade, propostas por Ellis & Roberts (1980), com a finalidade de prever a viabilidade das sementes de pau-marfim durante o armazenamento.

Para cada local de coleta em cada ambiente de armazenamento, os valores médios de porcentagem de germinação foram transformados em probit, utilizando-se a tabela de transformação de valores de porcentagem proposta por Finney (1952). Na obtenção da equação de viabilidade, torna-se necessária a transformação dos dados, pois os ciclos de vida individuais das sementes ficam distribuídos de maneira uniforme.

Os resultados, em probit, foram submetidos à análise de regressão linear, obtendo-se a curva de sobrevivência das sementes e, conseqüentemente, o valor de K_i , que é o ponto de interceptação da curva no eixo y.

Específico para cada procedência das sementes, o valor de K_i foi equacionado em função dos resultados do teste de germinação antes do armazenamento.

Para melhor compreensão, os dados de porcentagem de germinação, depois de armazenamento a cada combinação de grau de umidade/temperatura, foram colocados em gráficos X-Y e as linhas de regressão linear foram obtidas, a partir de valores de probit, através da mudança da escala no eixo Y.

Valores de sigma para cada combinação de temperatura de armazenamento e grau de umidade dos frutos foram determinados por meio de regressão linear com base nas curvas de sobrevivência dos frutos (o valor de sigma é igual ao negativo do inverso do coeficiente angular da reta). Com o uso de logaritmos decimais de sigma e de grau de umidade, para cada tratamento umidade/temperatura, foi possível a

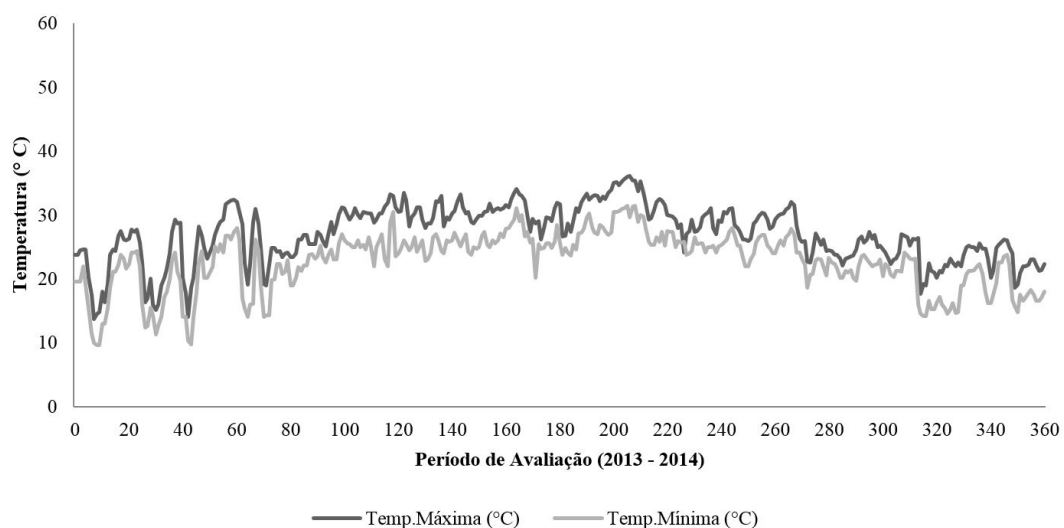


Figura 1. Dados de temperatura máxima e mínima (°C) do ambiente não controlado de armazenamento, Marechal Cândido Rondon, PR, entre julho de 2013 e junho de 2014.

Figure 1. Maximum and minimum temperature data (°C) of the uncontrolled storage environment, Marechal Cândido Rondon, PR, between July 2013 and June 2014.

obtenção das constantes específicas para a definição da equação de longevidade para a espécie.

Os coeficientes apresentados na equação de viabilidade (K_e , C_w , C_H e C_D) foram determinados utilizando-se regressão linear múltipla, em função do grau de umidade inicial das sementes (9,2%) e da temperatura média no armazenamento (23 °C em ambiente não controlado e 15 °C em ambiente controlado).

Para obtenção das curvas de viabilidade e realização das regressões, utilizou-se o software Sigma Plot versão 12.0 (Sigma Plot, 2011).

3 Resultados e Discussão

As porcentagens de plântulas normais, obtidas nos testes de germinação, foram transformadas para probit (Tabela 1) e determinadas o K_i (Tabela 2). Verifica-se que para todas as procedências estudadas houve queda da germinação até o período de 240 dias de armazenamento, e um aumento da porcentagem ao final desse período.

As curvas de sobrevivência de sementes de *B. riedelianum* (Figuras 2 e 3) em probit, obtidas através da regressão linear, apresentaram diferentes formatos, nos diferentes locais de coleta e ambientes de armazenamento, não havendo distribuição cumulativa negativa, e esse fato pode ser explicado pelo resultado do teste de germinação (Tabela 1), que ao final do período avaliado apresentou um aumento da porcentagem.

Esses resultados podem ser explicados pelas diferenças morfológicas e fisiológicas entre sementes, coletadas em diferentes locais. Essas variações fenotípicas podem ocorrer

devido a propriedades genéticas da população, como pela influência do meio ambiente na expressão de seus genótipos (Morais et al., 2011; Fuzeto & Lomônaco, 2000).

Ignácio (2013), trabalhando com a mesma espécie do presente trabalho, verificou que as curvas de sobrevivência, apesar de apresentarem a mesma distribuição cumulativa negativa, mostraram taxas de decréscimo diferenciadas para diferentes procedências e diferentes ambientes de armazenamento. O mesmo pode ser observado neste trabalho, porém, sem apresentar distribuição cumulativa negativa.

Pereira Neto (2016), utilizando a mesma metodologia do presente trabalho para a predição da longevidade, ao envelhecer sementes de *Astronium fraxinifolium* em diferentes condições de umidade relativa do ar (60, 65 e 70%) por até 100 dias, verificou que quanto maior a umidade relativa usada para envelhecer as sementes, menor era a longevidade. Vale ressaltar que no presente estudo as sementes de *B. riedelianum* permaneceram armazenadas em embalagem hermética, e o grau de umidade médio inicial das três procedências foi de 9,2%, sendo que essa umidade não apresentou oscilações durante o período avaliado, indiferente das condições de armazenamento, provavelmente em virtude da embalagem utilizada.

É possível verificar a diferença entre o K_i nas procedências (Tabela 2), entre os ambientes de armazenamento e dentro da mesma procedência. O modelo de Ellis & Roberts (1980) não apresentou alta precisão no ajuste para as sementes de pau-marfim das procedências estudadas, porque as regressões lineares das curvas de sobrevivência das sementes resultaram num R^2

Tabela 1. Valores de germinação (G) obtidos em porcentagem e em unidades de probit para as sementes de *Balfourodendron riedelianum* (Engler) Engler, em diferentes locais de coleta para cada condição de armazenamento.

Table 1. Germination (G) values obtained in percentage and in probit units for the seeds of *Balfourodendron riedelianum* (Engler) Engler, at different collection sites for each storage condition.

Local de Coleta	CA	Período de Armazenamento (dias)							
		0		120		240		360	
		G(%)	Probit	G(%)	Probit	G(%)	Probit	G(%)	Probit
Diamante do Oeste	AC	35	4,61	31	4,50	19	4,12	40	4,75
	ANC	35	4,61	22	4,23	22	4,23	47	4,92
Mercedes	AC	28	4,42	20	4,16	20	4,16	36	4,64
	ANC	28	4,42	22	4,23	20	4,16	28	4,42
Missal	AC	43	4,82	27	4,39	26	4,36	40	4,75
	ANC	43	4,82	34	4,59	21	4,19	32	4,53

CA: condições de armazenamento; AC: ambiente controlado; ANC: ambiente não controlado; G: germinação.

Tabela 2. Qualidade inicial estimada (K_i em probit) de sementes de *Balfourodendron riedelianum* (Engler) Engler, em diferentes locais de coleta e condições de armazenamento (CA): controlado (15 °C) e não controlado (25 °C).

Table 2. Initial estimated quality (K_i in probit) of *Balfourodendron riedelianum* (Engler) Engler seeds at different collection sites and storage conditions (CA): controlled (15 °C) and uncontrolled (25 °C).

Local de Coleta	CA	K_i estimado	Desvio-Padrão	R^2
Diamante do Oeste	AC	4,489	0,2701	0,000
	ANC	4,358	0,3338	0,129
Mercedes	AC	4,246	0,2317	0,135
	ANC	4,318	0,1330	0,004
Missal	AC	4,616	0,2387	0,016
	ANC	4,723	0,2603	0,396

CA: condição de armazenamento; AC: ambiente controlado; ANC: ambiente não controlado.

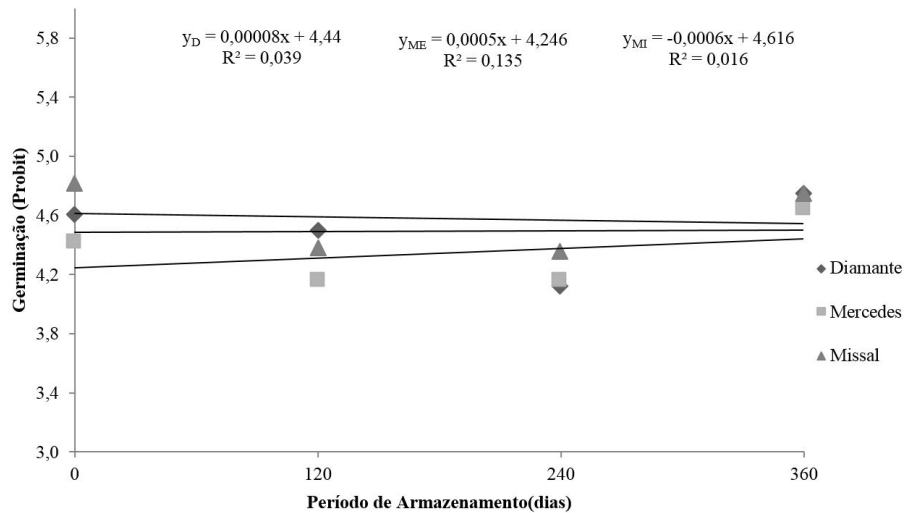


Figura 2. Curva de sobrevivência, em probit de sementes de *Balfourodendron riedelianum* (Engler) Engler.

Figure 2. Survival curve in probit of seeds of *Balfourodendron riedelianum* (Engler) Engler.

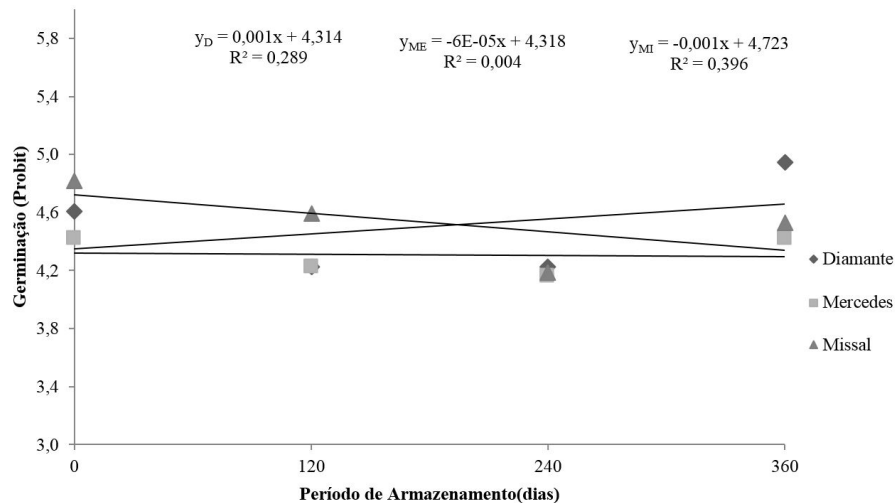


Figura 3. Curvas de sobrevivência, em probit de sementes de *Balfourodendron riedelianum* (Engler) Engler, armazenadas em ambiente não controlado.

Figure 3. Survival curves, probit of seeds of *Balfourodendron riedelianum* (Engler) Engler, stored in uncontrolled environment.

médio de 0,113 e um desvio-padrão médio de 0,2446 probit. O desvio-padrão médio de K_e obtido é maior do que o obtido por Ignácio (2013) em pesquisa com a mesma espécie que obteve desvio-padrão médio de 0,1839 probit.

Existe uma grande diferença entre os coeficientes utilizados para determinação da longevidade das sementes de *B. riedelianum*, específico para cada condição de armazenamento (Tabela 3). Com isso, determinaram-se as constantes K_e , C_w , C_h e C_q , independente das condições de armazenamento e procedências (geral na Tabela 3). Sendo assim, estas constantes devem ser utilizadas para determinar a longevidade de sementes de *B. riedelianum*.

Contudo, as constantes, obtidas por Ignácio (2013), para a mesma espécie em estudo, foram K_e (2,8667), C_w ($9,7697E^{-013}$), C_h ($1,3435E^{-012}$) e C_q ($1,1651E^{-013}$), apresentaram grande diferença das constantes obtidas nesse trabalho. Essa desigualdade deve

ter ocorrido devido às diferenças dos lotes de sementes e condições de germinação que geraram germinação cumulativa negativa para Ignácio (2013), não ocorrendo o mesmo na presente pesquisa.

A determinação da longevidade das sementes, utilizando a equação de longevidade com as constantes encontradas, gerou valores que extrapolaram os limites reais. Esse fato pode ter ocorrido porque, para essa determinação, a germinação precisa apresentar comportamento cumulativo negativo (Kew, 2014). O mesmo não pode ser observado nos resultados obtidos, já que, no último período de armazenamento, essa porcentagem voltou a aumentar.

Sinício (2015) realizou estudo com diferentes modelos matemáticos da perda de germinação e emergência de sementes de camu-camu armazenadas, e sugere que as diferentes espécies possuem comportamento peculiar, principalmente

Tabela 3. Coeficientes para determinar a longevidade de sementes de *Balfourodendron riedelianum* (Engler) Engler.**Table 3.** Coefficients for determining seed longevity of *Balfourodendron riedelianum* (Engler) Engler.

Local de Coleta	CA	K_c	P_{valor}	C_w	P_{valor}	C_h	P_{valor}	C_q	P_{valor}
Diamante	AC	-1,3848	1,0000	-0,8570	0,9391	0,0917	1,0000	0,0061	1,0000
	ANC	-2432,7228	<0,0001	-830,9375	<0,0001	99,5142	<0,0001	4,0502	<0,0001
Mercedes	AC	-8,6401	1,0000	-3,1907	0,9853	0,5764	1,0000	0,0384	1,0000
	ANC	-40,4640	1,0000	1,2599	0,8001	-1,3762	1,0000	-0,0358	1,0000
Missal	AC	-2,9638	1,0000	-1,2483	0,3097	0,1976	1,0000	0,0132	1,0000
	ANC	-2,3848	1,0000	-0,9936	0,0056	0,0951	1,0000	0,0038	1,0000
Geral		12,0000	<0,0001	-0,7500	<0,0001	0,0195	<0,0001	0,0000	<0,0001

CA: condição de armazenamento; AC: ambiente controlado; ANC: ambiente não controlado.

as recalitrantes, tornando-se assim difícil desenvolver um modelo generalizado para a previsão da longevidade destas espécies. Essa informação pode justificar os resultados obtidos no presente estudo, podendo indicar que a pesquisa deve ser aprofundada com outros modelos, com a intenção de encontrar o modelo ideal para a predição da longevidade das sementes de pau-marfim das procedências estudadas.

4 Conclusão

Não foi possível prever a longevidade das sementes de *Balfourodendron riedelianum* (Engler) Engler, devido ao comportamento germinativo não cumulativo negativo durante o período de armazenamento, por isso novos estudos devem ser realizados com outros modelos matemáticos.

Referências

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. 392 p.

BRASIL. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. *Regras para análises de sementes*. Brasília: MAPA/ACS, 2009. 399 p.

CARVALHO, P. E. R. *Espécies arbóreas brasileiras*. Colombo: Embrapa Florestas, 2003. 1039 p.

ELLIS, R. H.; ROBERTS, E. H. Improved equations for the prediction of seed longevity. *Annals of Botany*, v. 45, p. 13-30, 1980.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. *Sistema brasileiro de classificação de solos*. Brasília: Embrapa, 2013. 353 p.

FINNEY, D. J. *Probit analysis*. New York: Cambridge University Press, 1952. 318 p.

FUZETO, A. P.; LOMÔNACO, C. Plasticidade fenotípica em *Cabralea canjerana*. *Revista Brasileira de Botânica*, v. 23, n. 2, p. 169-176, 2000.

HONG, T. D.; ELLIS, R. H. S. Storage. In: VOZZO, J. A. (Ed.). *Tropical tree seed manual*. Washington: United States Department of Agriculture; Forest Service, 2003. p. 125-136.

IGNÁCIO, V. L. *Germinação e conservação de sementes de Balfourodendron riedelianum (Engler) Engler*. 2013. 103 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Marechal Cândido Rondon, 2013.

KEW. Royal Botanic Gardens. *Seed viability equation: viability utility*. Richmond, 2014. Disponível em: <<http://data.kew.org/sid/viability/>>. Acesso em: 28 set. 2014.

LORENZI, H. *Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil*. 5. ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2008. 368 p.

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

MORAIS, E.; ZANATTO, A. C. S.; MORAES, M. L. T. de; FREITAS, M. L. M.; SEBBENN, A. M. Comportamento e variação de procedências de *Corymbia citriodora* em diferentes tipos de solos. *Floresta*, v. 41, n. 2, p. 277-286, 2011.

PEREIRA NETO, L. G. *Longevidade de sementes de Astronium fraxinifolium Schott: estudos fisiológicos, bioquímicos e moleculares*. 2016. 134 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Faculdade de Ciências Agrônomicas da UNESP, Botucatu, 2016.

RIGHETTI, K.; PELLETIER, S.; VU, B. L.; GLAAB, E.; PASHA, A.; PATEL, R. V.; PROVART, N. J.; VERDIER, J.; LEPRINCE, O.; BUITINK, J. Inference of longevity-related genes from a robust coexpression network of seed maturation identifies new regulators linking seed storability to biotic defense-related pathways. *Plant Cell*, v. 27, p. 2692-2708, 2015.

SIGMA PLOT. *Scientific Graphing Software Versão 12.0*. [software]. San Rafael: Jandel Comporation, 2011.

SINÍCIO, R. Modelamento matemático da longevidade de sementes de camu-camu. *Engenharia na agricultura*, v. 23, n. 3, p. 203-211, 2015.

SINÍCIO, R.; BHERING, M. C.; VIDIGAL, D. S. Equação de longevidade para sementes de jaboticabeira (*Myrciaria jaboticaba* (Vell.) O. Berg). *Engenharia Agrícola*, v. 21, n. 4, p. 323-333, 2013.

TEIXEIRA, J. M. *Análise Bayesiana do modelo de Ellis e Roberts para estimar a viabilidade de sementes de café armazenadas*. 2010. 80 f. Tese (Doutorado em Estatística e Experimentação Agropecuária) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2010.

Contribuição dos autores: Cristina Fernanda Schneider: este trabalho é parte da tese de doutorado da autora; João Alexandre Lopes Dranski: coleta das sementes, elaboração da escrita científica e análises estatísticas; Fabiane Cristina Gusatto: coleta de sementes e testes de laboratório; Marlene de Matos Malavasi: elaboração da escrita científica e análises estatísticas; Ubirajara Contro Malavasi: elaboração da escrita científica e análises estatísticas.

Fonte de financiamento: Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES.

Conflito de interesse: Os autores declaram não haver conflito de interesse.