

Viabilidade de sementes liofilizadas de essências florestais nativas¹

442

Márcia Balistiero FIGLIOLIA²

Antonio da SILVA²

Denise Calil Pereira JARDIM³

Maria Shizue Shin-Ike IWANE⁴

RESUMO

Liofilizou-se sementes de *Cariniana estrellensis* (Radd.) O.Ktze (jequitibá-branco), *Cedrela fissilis* Vell (cedro-rosa), *Esenbeckia leiocarpa* Engl. (guarantã), *Parapiptadenia rigida* (Benth.) Brenan (angico-vermelho) e *Tabebuia vellosi* Tol. (ipê-amarelo) a níveis de umidade de 4,0%, 6,5%, 6,0%, 5,5% e 4,5% respectivamente. Posteriormente, as sementes liofilizadas e as não liofilizadas (testemunhas) foram acondicionadas em vidros hermeticamente fechados, envoltos em papel alumínio e armazenadas em condições normais nos seguintes períodos: *Cedrela fissilis*, *Esenbeckia leiocarpa* e *Parapiptadenia rigida* por 520 dias e *Cariniana estrellensis* e *Tabebuia vellosi* por 600 dias. Os testes de germinação realizados periodicamente, detectaram que as sementes liofilizadas de *Cariniana estrellensis* conservaram-se melhor; a queda do poder germinativo das testemunhas foi mais acentuada até 330 dias de armazenamento e drástica a seguir. As sementes de *Cedrela fissilis* conservaram-se muito bem quando liofilizadas sendo que aos 210 dias de armazenamento apresentaram 93,5% de germinação enquanto que as testemunhas perderam totalmente o poder germinativo. Para *Esenbeckia leiocarpa* tanto as sementes liofilizadas como as testemunhas conservaram-se bem até 440 dias de armazenamento, a partir do qual detectou-se um decréscimo acentuado da germinação para as sementes liofilizadas. Para *Parapiptadenia rigida* houve um decréscimo acentuado no poder germinativo em ambos os casos, sendo que para as testemunhas este foi mais acentuado. Para *Tabebuia vellosi* as testemunhas perderam totalmente o poder germinativo aos 120 dias de armazenamento, enquanto que as liofilizadas conservaram-no integralmente até 240 dias. Após esse período iniciou-se uma queda lenta e progressiva de seu poder germinativo.

Palavras-chave: sementes florestais, espécies brasileiras, liofilização, germinação, conservação.

ABSTRACT

Seeds of *Cariniana estrellensis* (Radd.) O.Ktze, *Tabebuia vellosi* Toll., *Esenbeckia leiocarpa* Engl., *Parapiptadenia rigida* (Benth.) Brenan and *Cedrela fissilis* Vell. were dehydrated by freeze-drying to humidity levels of 4,0%, 4,5%, 6,0%, 5,5% and 6,5%, respectively and they were placed in hermetically sealed glass containers, wrapped in aluminum sheet and stored at room temperature during 600 days for *Cariniana estrellensis* and *Tabebuia vellosi* and 520 days for the others.

The germination tests were made periodically and showed that the freeze-dried seeds of *Cariniana estrellensis* have kept better than the seeds that were not freeze-dried. For *Cedrela fissilis* the freeze-dried seeds were better conserved while those not freeze-dried lost the germination rapidly and drastically. In both cases the seeds of *Esenbeckia leiocarpa* maintained the germination very well for a period of 440 days. The seeds that were not freeze-dried of *Parapiptadenia rigida* lost the germination rapidly and the freeze-dried seeds lost the germination slowly. For the *Tabebuia vellosi* the seed that were not freeze-dried lost the germination after 120 days of storage, while the freeze-dried seeds kept it during 240 days. After this period the seeds lost the germination amounting 11% at the end of considered period.

Key words: forestry seeds, brazilian species, freeze-drying, germination, conservation.

1 INTRODUÇÃO

Com a finalidade de aprimorar as técnicas de conservação de sementes, muitas pesquisas têm sido realizadas com ênfase naquelas que se deterioram rapidamente e cujas espécies possuem grande valor econômico, como é o caso de *Cariniana estrellensis*, *Cedrela fissilis* e *Tabebuia vellosi*, principalmente.

De acordo com NOGUEIRA (1977), as espécies estudadas têm as seguintes descrições: a) *Cariniana estrellensis* é uma árvore de grande porte, fuste reto e altura útil variando de 12,0 — 15,0m, podendo atingir 1,0m de diâmetro. A frutificação ocorre por volta de 10 anos, nos

meses de junho/agosto e após a deiscência dos frutos, as sementes são disseminadas pelo vento. A madeira é pouco durável, mas muito usada para tabuados, indústrias de tamancos e saltos de sapatos; b) *Cedrela fissilis* é árvore de porte médio com fuste reto, altura superior a 10,0m e diâmetro de 0,60 — 0,80m. A frutificação inicia-se por volta dos 10 anos, nos meses de julho/agosto e as sementes aladas são disseminadas pelo vento após a deiscência dos frutos. A madeira é de ótima qualidade e empregada em obras internas nas construções e mobiliário em geral; c) a árvore de *Esenbeckia leiocarpa* atinge uma altura útil de mais ou menos 10,0m e diâmetro de 0,40 — 0,50m. Apresenta frutos deiscentes e a dispersão das sementes ocorre de agosto/setembro. A madeira é muito durável e

(1) Trabalho apresentado parcialmente no IV Congresso Brasileiro de Sementes, Brasília — DF, Outubro/85, e parcialmente no V Congresso Brasileiro de Sementes, Gramado — RS, Outubro/87 e aceito para publicação em julho de 1988.

(2) Instituto Florestal. Cx. Postal 1322 — CEP 01051 — São Paulo — SP. Bolsista do CNPq.

(3) Instituto de Tecnologia de Alimentos. Cx. Postal, 9 — CEP 13100 — Campinas — SP.

(4) Fundação Brasileira para a Conservação da natureza. Cx. Postal 1322 — CEP 01051 — São Paulo — SP.

usada para cercas, postes e cabos de ferramentas; d) *Tabebuia vellosi* é longeva, de primeira magnitude e resistente às geadas. Possui fuste reto e facilmente atinge 15,0m de altura e até 1,0m de diâmetro quando adulta. Floresce nos meses de agosto/setembro com início após 10 anos de idade; a frutificação ocorre aproximadamente dois meses após o florescimento e a dispersão das sementes é feita pelo vento. Os usos mais comuns de sua madeira são em obras civis para construções pesadas, vigas, carrocerias, dormentes, mourões e assoalhos. Fornece, também, lenha de boa qualidade.

A grande totalidade das espécies consideradas madeiras de lei está em crescente risco de extinção causando uma certa preocupação e necessidade de se estabelecer plantios e exploração racionais de modo a atender a demanda madeireira para os mais diversos fins. Paralelamente, o estudo de conservação de sementes de essências florestais é de suma importância, tendo em vista que a produção de sementes de determinadas espécies ocorre de forma muito irregular.

Por outro lado, grande número destas espécies possuem sementes com curta longevidade natural.

Para que não ocorra a interrupção no fornecimento de sementes no período improdutivo, é necessário o estabelecimento de condições apropriadas de armazenamento que mantenham sua viabilidade por maior período de tempo possível.

Após ter atingido o ponto de maturação fisiológica, ocasião em que a semente atinge o máximo nível de qualidade, inicia-se o processo de deterioração, o qual pode ser retardado ou minimizado através de um armazenamento em condições adequadas (HARRINGTON, 1972 e WANG, 1977).

Antecedendo a essas considerações, BACCHI (1961) desenvolveu estudos sobre a conservação de sementes de *Inga edulis* Mart., constatando que estas se conservaram melhor quando acondicionadas em recipientes herméticos e armazenadas a 0°C. Após 28 dias de armazenamento nessas condições as sementes apresentaram 39% de germinação, enquanto que em recipientes abertos perderam totalmente o poder germinativo; o mesmo ocorreu em condições normais para ambos os recipientes. Entretanto, o autor restringe o uso de embalagens herméticas devido ao acúmulo de gás carbônico, resultante do processo respiratório das sementes e que influi negativamente no seu vigor.

São parâmetros fundamentais na conservação de sementes o seu teor de umidade inicial, o tipo de embalagem, temperatura e umidade relativa do ar do local de armazenamento (DELOUCHE, 1968; HARRINGTON, 1972; POPINIGIS, 1977 e BRAGANTINI & ROSA, 1985).

O alto teor de umidade, de acordo com POPINIGIS (1977), é a principal causa na perda da qualidade fisiológica da semente. CARVALHO & NAKAGAWA (1980) re-

latam que as sementes da maioria das espécies conservam-se melhor quanto menor o teor de umidade. Segundo TOLEDO & MARCOS FILHO (1977) o tempo de conservação das sementes, sem perda significativa de seu poder germinativo, dobra para cada percentual de redução no seu teor de umidade.

As sementes com curta longevidade natural comportam-se de maneira distinta, mas geralmente seguem uma mesma tendência, na qual mantêm-se viáveis por maior período de tempo quando armazenadas em ambientes frio e/ou seco. CARVALHO et alii (1976) verificaram que quando armazenadas em ambiente frio (5 — 10°C) e/ou seco (30 — 40% de UR) sementes de *Tabebuia chrysotricha* conservaram seu poder germinativo ao redor de 80% durante 5 meses.

Estudo realizado por KANO et alii (1978) revelou que as sementes de ipê-dourado (*Tabebuia* sp) conservaram-se melhor quando armazenadas com umidade inicial de 8% em ambiente seco (45% de UR). Pelos resultados apresentados por KAGEYAMA & MÁRQUEZ (1980) verifica-se que: as sementes de *Tabebuia serratifolia* mantiveram a viabilidade quando armazenadas com umidade inicial de 8,3% nos ambientes frio (3 — 5°C) e seco (45% de UR) por um período de 300 dias; sementes de *Tabebuia avellanedae* armazenadas com 7,8% de umidade inicial nos ambientes normal, frio e seco conservaram integralmente o poder germinativo por 300 dias. Por outro lado, com umidade inicial superior a 10,5% (até 14%) mantiveram-se viáveis somente quando armazenadas em ambiente frio por 180 e 270 dias, respectivamente para as espécies em questão.

FIGLIOLIA (1988), estudando a influência de teores de umidade inicial e ambientes de armazenamento na conservação de sementes, constatou que: *Caesalpinia peltophoroides* (8,2%), *Tabebuia chrysotricha* (8,5%) e *Tabebuia pentaphylla* (8,3%) conservaram-se melhor quando armazenadas em ambiente frio (3°C $\pm$ 2°C). Tal não ocorreu com *Cedrela fissilis* (7,5%) e *Copaifera langsdorffii* (7,8%) nos ambientes frio e seco (45% de UR).

Apesar de todos os cuidados inerentes à conservação, o comprometimento da qualidade fisiológica da semente pode ocorrer na fase de secagem. POPINIGIS (1977) relata que a operação de secagem pode induzir a uma rápida perda de germinação e vigor das sementes durante o período de armazenamento e que os principais fatores atuantes são a temperatura e o tempo de exposição a essa temperatura.

MIYASAKI & CÂNDIDO (1978) estudaram a germinação de sementes de ipê-amarelo (*Tabebuia serratifolia*) em função do tempo de secagem (45°C) e constataram que o aumento do período de secagem causou uma redução no poder germinativo nas seguintes condições: 1,20h de secagem, teor de umidade 9,68% (recomendado para o armazenamento) e germinação média de 77,39%, 6h40, teor de umidade 4,93% e germinação média de 69,76%

PINTO et alii (1986) estudando a influência do tempo de secagem em estufa e do armazenamento sobre a viabilidade das sementes de *Tabebuia avellanedae* constataram que a secagem a 40°C por mais de 5 minutos causou um decréscimo na germinação e vigor, reduzindo o percentual médio de germinação de 100% para 5,5% aos 30 dias de armazenamento.

No processo de secagem por liofilização as sementes são desidratadas a baixos teores de umidade sem alteração de sua composição química. Segundo HARPER & TAPPEL (1957) esse processo de secagem há muito tempo tem sido usado para a preservação de substâncias biológicas. Citam, também, que o produto liofilizado possui as vantagens de ter o peso bastante reduzido e reidratar quase que instantaneamente, conservando melhor do que qualquer outro processo, as características organolépticas do produto liofilizado. GONÇALVES (1987) cita que a liofilização proporciona produtos de alta qualidade quando comparada com outros processos de desidratação e que o produto desidratado apresenta uma estrutura porosa que facilita sua reidratação, mantendo as formas e dimensões originais. Outro aspecto positivo é que o produto desidratado pode ser armazenado em condições ambientais por considerável período de tempo sem que se deteriore, H.F. BOGIO apud NATALE, (1982) o que dispensa o uso de modificadores de ambiente, uma vez que são equipamentos muito onerosos, tornando limitado seu uso.

NATALE (1982), estudando o efeito da liofilização em sementes de ipê-roxo (*Tabebuia* sp), verificou que, após um ano de armazenamento em condições ambientais e em vidros hermeticamente fechados, as sementes liofilizadas apresentaram uma queda mínima de seu poder germinativo, enquanto que as testemunhas o perderam drasticamente aos 90 dias de armazenamento.

FIGLIOLIA et alii (1986) analisando o comportamento de sementes liofilizadas de *Pinus caribaea* var. *hondurensis* e *Pinus elliottii* var. *elliottii*, armazenadas em condições normais por 520 dias, constataram que quando liofilizadas as sementes conservaram-se melhor, enquanto que as testemunhas perderam mais rapidamente sua viabilidade.

Os poucos estudos existentes mostram a eficácia da liofilização na conservação de determinadas sementes. É aconselhável testá-las em outras sementes, principalmente para aquelas que apresentam baixa longevidade natural. Dessa forma pode ser fornecido ao pequeno e médio produtor alternativas de armazenamento em condições normais, dispensando o uso de aparelhos modificadores de ambiente.

Este trabalho foi desenvolvido com o propósito de verificar a longevidade de sementes liofilizadas de *Cariniana estrellensis*, *Cedrela fissilis*, *Esenbeckia leiocarpa*, *Parapiptadenia rigida* e *Tabebuia vellosi*, acondicionadas em vidros hermeticamente fechados e armazenadas em condições ambientais.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

2.1. Sementes e Espécies Utilizadas

A escolha das espécies deu-se em função do valor econômico, aspecto ornamental e necessidade em se oferecer alternativas de acondicionamento, de modo a manter a longevidade das sementes por maior período de tempo. As espécies estudadas e respectivas procedências foram: *Cariniana estrellensis* (Radd.) O.Ktze — Mogi Guaçu — SP; *Cedrela fissilis* Vell — Americana — SP; *Esenbeckia leiocarpa* Engl. — Marília — SP; *Parapiptadenia rigida* (Benth.) Brenan — Americana — SP; *Tabebuia vellosi* Toll. — Jau — SP.

As sementes recém-colhidas, de várias árvores, foram beneficiadas e submetidas a testes preliminares de germinação e umidade no Laboratório de Análise de Sementes Florestais do Instituto Florestal. Para cada espécie dividiu-se o lote em duas partes, sendo uma considerada testemunha e outra submetida ao processo de liofilização no Instituto de Tecnologia de Alimentos de Campinas.

2.2 Liofilização

Para o processo de secagem por liofilização utilizou-se um liofilizador de marca STOKS, onde as sementes, dispostas em camadas de 1,0cm de espessura, foram colocadas em bandejas codificadas.

A liofilização ocorreu em duas fases sendo:

- 1ª fase: congelamento à temperatura de -20°C durante 8 horas a condições normais de pressão atmosférica;
- 2ª fase: secagem a vácuo, à temperatura de 10° — 15°C, por 48 horas.

2.3 Acondicionamento

Após o processo de secagem as sementes liofilizadas e as testemunhas foram acondicionadas em vidros hermeticamente fechados, envoltos em papel alumínio para impedir a ação da luz, pois em sua presença o material liofilizado se deteriora (H.F. BOGIO apud NATALE, (1982). Após isso, foram armazenadas em condições normais de laboratório nos seguintes períodos: *Cedrela fissilis*, *Esenbeckia leiocarpa* e *Parapiptadenia rigida* por 520 dias; *Cariniana estrellensis* e *Tabebuia vellosi* por 600 dias.

As amostras foram subdivididas em recipientes individuais contendo um número de sementes necessário para as determinações a serem realizadas em cada avaliação. Entretanto, para maior segurança quanto à representatividade do tratamento, foram utilizados dois recipientes em cada avaliação.

2.4 Testes de Germinação e Umidade

A avaliação dos tratamentos se deu por testes de germinação e umidade em intervalos de 30, 60 e 90 dias,

em condições de laboratório. Tais análises seguiram as prescrições de Regras para Análise de Sementes (BRASIL. MINISTÉRIO... 1976), sendo que, para o teste de germinação utilizou-se as seguintes temperaturas e substratos: *Cariniana estrellensis* 20° — 30°C e vermiculita; *Cedrela fissilis* 25°C e papel filtro; *Esenbeckia leiocarpa* 20° — 30°C e vermiculita; *Parapiptadenia rigida* 25°C e papel filtro e *Tabebuia vellosi* 30°C e papel filtro.

2.5 Delineamento Estatístico

Os percentuais de germinação obtidos nos tratamentos e períodos de armazenamento foram transformados em

arco sendo $\sqrt{\text{Porcentagem} + 0,5}$ (STEEL & TORRIE, 1960).

As análises estatísticas, independente para cada espécie, foram procedidas de acordo com PIMENTEL GOMES (1976). O delineamento utilizado foi de blocos ao acaso com parcelas subdivididas considerando como tratamento a liofilização.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os percentuais de germinação e umidade obtidos nos tratamentos e dias de armazenamento são apresentados na TABELA 1.

TABELA 1 — Percentuais de germinação e umidade das sementes de *Cariniana estrellensis*, *Cedrela fissilis*, *Esenbeckia leiocarpa*, *Parapiptadenia rigida* e *Tabebuia vellosi* obtidos nos tratamentos e períodos de armazenamento.

Espécies/ Período de Armazenamento (Dias)	GERMINAÇÃO (%)									
	Cariniana estrellensis		Cedrela fissilis		Esenbeckia leiocarpa		Parapiptadenia rigida		Tabebuia vellosi	
	LIOF.	TEST.	LIOF.	TEST.	LIOF.	TEST.	LIOF.	TEST.	LIOF.	TEST.
0	70,0 bc	79,0 cde	86,0 cde	59,0 g	89,5 ab	76,0 defg	64,0 a	67,0 a	60,0 d	56,0 d
60	74,0 ab	54,0 fgh	89,0 bcde	34,0 cde	25,0 l	65,5 gh	43,0 cd	50,0 b	75,5 a	7,5 f
120	72,0 ab	57,5 ef	29,0 h	31,5 h	84,0 cde	92,5 a	31,5 e	2,0 h	72,5 a	0,0 g
180	74,0 ab	71,5 bc	83,5 de	63,0 g	78,5 cdef	92,5 a	31,5 e	19,0 f	71,0 ab	0,0 g
210	65,0 cde	49,0 ghi	93,5 abc	0,0 j	85,0 bcd	83,0 cde	29,5 e	0,0 i	73,0 a	0,0 g
240	66,5 bcd	65,0 cde	95,5 ab	0,0 j	82,5 cde	86,0 bc	27,5 e	0,0 i	76,0 a	0,0 g
270	67,5 bc	58,5 def	91,5 abcd	0,0 j	83,0 cde	79,5 cdef	37,5 d	5,0 g	—	0,0 g
330	68,0 bc	57,0 efg	97,0 a	5,5 i	61,5 h	86,0 bc	7,5 g	4,0 g	65,0 bc	0,0 g
420	69,0 bc	9,0 ef	70,0 fg	0,0 j	76,0 defg	81,5 cde	45,0 bc	0,0 i	62,0 c	0,0 g
480	—	—	80,0 ef	0,0 j	39,0 jl	45,0 i	0,0 i	0,0 hi	—	—
510	45,0 i	12,0 j	—	—	—	—	—	—	44,0 e	0,0 g
520	—	—	65,0 g	0,0 j	41,5	71,5 fgh	0,0 j	0,0	—	—
600	46,0 hi	0,0 l	—	—	—	—	—	—	11,0 f	0,0 g
UMIDADE (%)										
0	4,4	9,1	7,5	8,6	2,3	7,0	5,8	8,5	3,6	7,0
60	4,0	10,4	7,5	11,7	2,4	6,1	4,6	8,2	5,2	12,0
120	3,9	10,5	5,9	11,5	2,4	5,1	5,3	13,5	6,6	11,8
180	5,1	10,8	6,2	12,0	3,2	6,0	5,6	12,1	7,8	12,1
210	5,8	10,1	6,5	12,4	3,0	5,9	5,3	13,6	7,4	12,5
240	5,9	10,8	6,8	11,2	3,3	5,6	5,5	14,9	6,3	12,5
270	5,5	10,0	5,6	11,7	3,2	5,7	4,4	12,1	6,5	12,8
330	5,3	11,0	7,0	12,1	2,3	5,5	5,1	11,9	6,5	13,9
420	4,7	11,3	7,2	12,3	3,4	5,9	5,3	12,5	6,3	11,8
480	—	—	6,5	11,4	3,0	5,3	5,4	14,6	—	—
510	5,4	9,2	—	—	—	—	—	—	7,9	11,4
520	—	—	6,6	11,6	3,1	5,2	5,6	11,4	—	—
600	5,4	10,9	—	—	—	—	—	—	8,2	12,5
F	34,898**		17,818**		17,528**		106,349**		44,920**	
C.V.(%)	11,895		23,105		12,759		20,863		18,266	
D.M.S.(5%)	0,085		0,14		0,113		0,066		0,076	

OBS.: Para cada espécie, valores de germinação seguidos pela mesma letra, não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

(**) Significativo ao nível de 1% de probabilidade.

O comportamento das sementes das espécies estudadas, obtido pelos dados de germinação nos

tratamentos e período de armazenamento, é apresentado nas FIGURAS 1, 2, 3, 4 e 5, respectivamente.

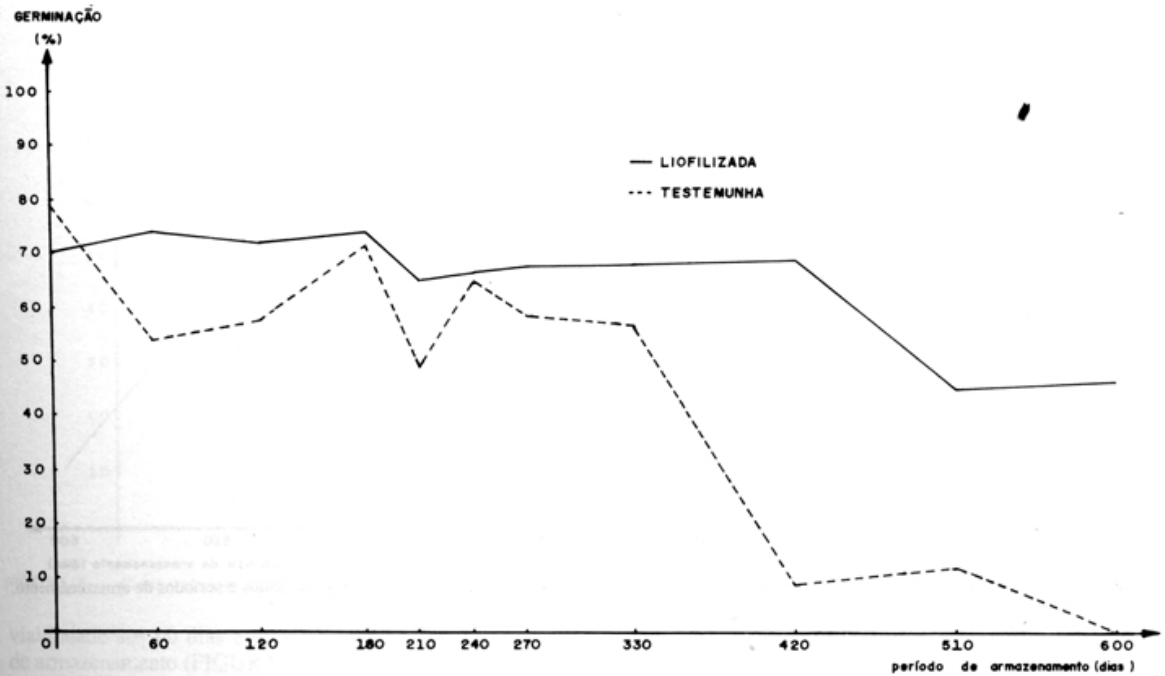


FIGURA 1 — Comportamento das sementes de *Cariniana estrellensis* obtido pelos dados de germinação nos tratamentos e períodos de armazenamento.

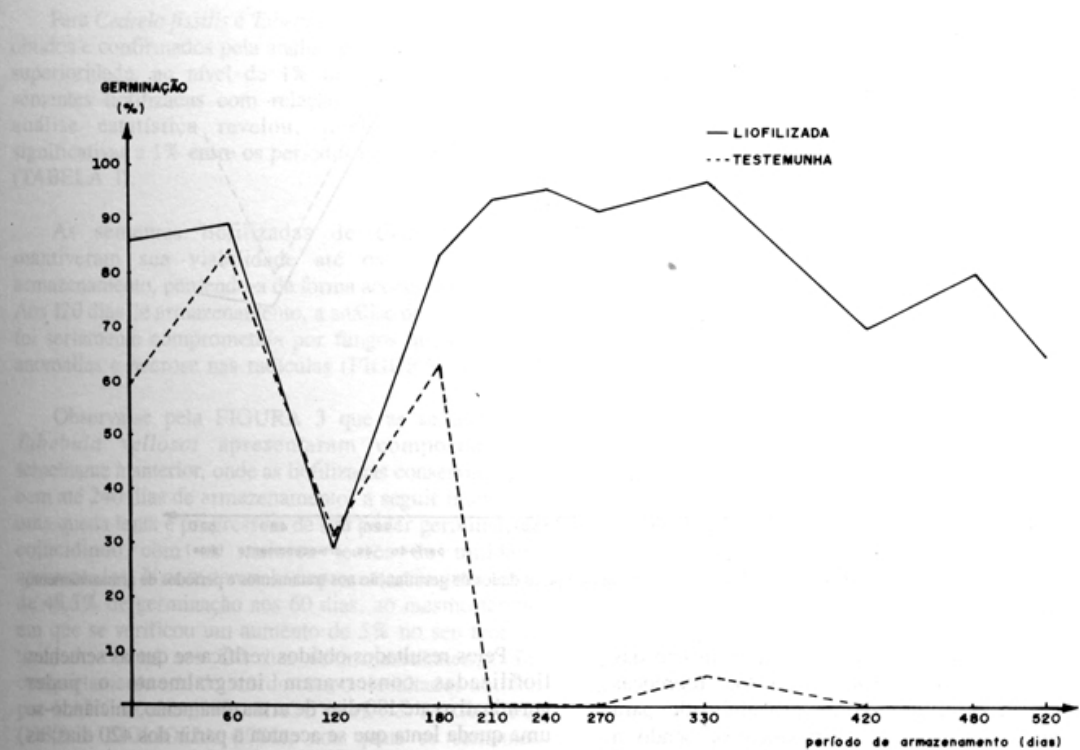


FIGURA 2 — Comportamento das sementes de *Cedrela fissilis* obtido pelos dados de germinação nos tratamentos e períodos de armazenamento.

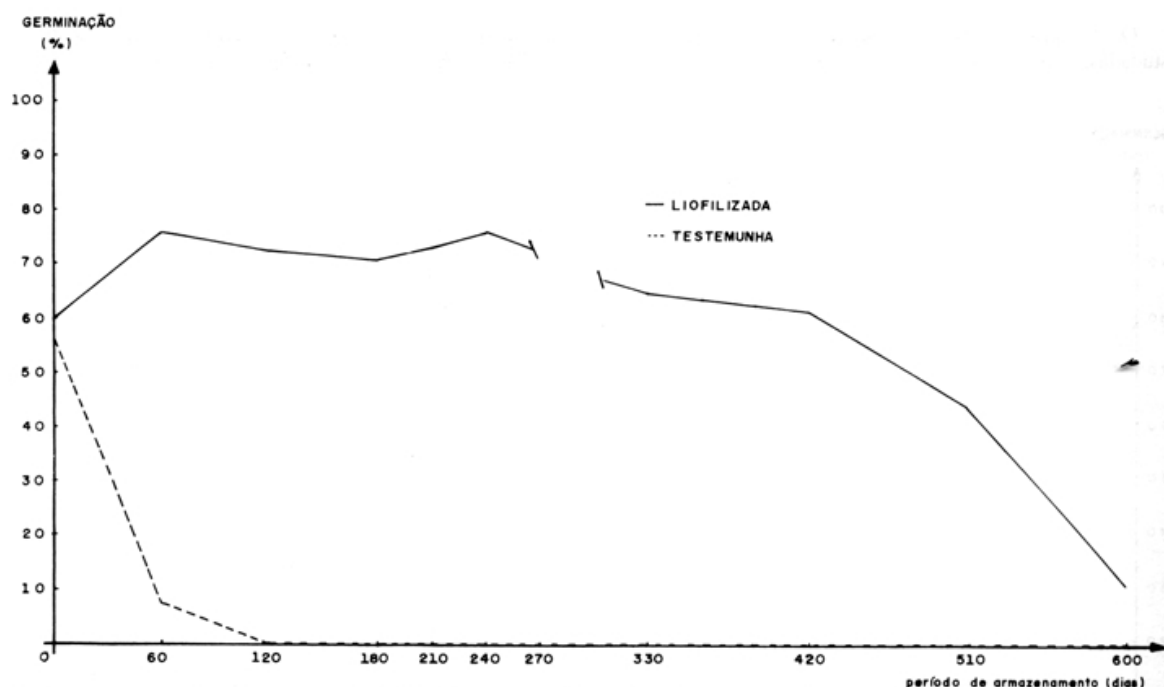


FIGURA 3 — Comportamento das sementes de *Tabebuia vellosi* obtido pelos dados de germinação nos tratamentos e períodos de armazenamento.

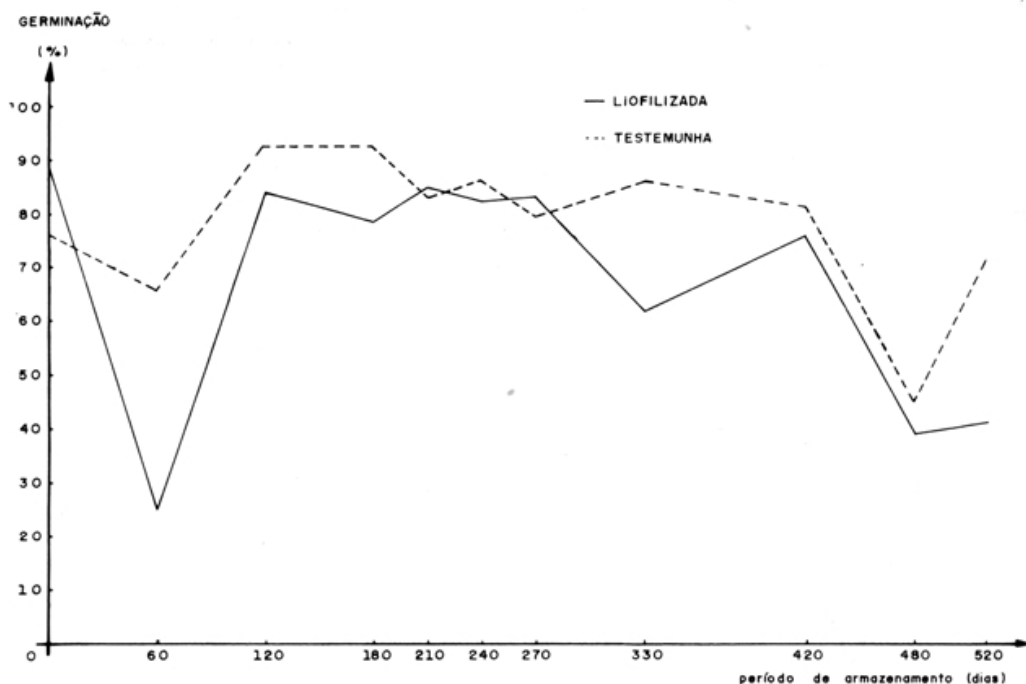


FIGURA 4 — Comportamento das sementes de *Esenbeckia leiocarpa* obtido pelos dados de germinação nos tratamentos e períodos de armazenamento.

A análise estatística dos dados de germinação das sementes de *Cariniana estrellensis* revelou diferenças significativas ao nível de 1% de probabilidade para períodos de armazenamento e tratamentos, sendo a liofilizada superior à testemunha (TABELA 1).

Pelos resultados obtidos verifica-se que as sementes liofilizadas conservaram integralmente o poder germinativo até 180 dias de armazenamento, iniciando-se uma queda lenta que se acentua a partir dos 420 dias; as testemunhas apresentaram uma perda significativa de sua

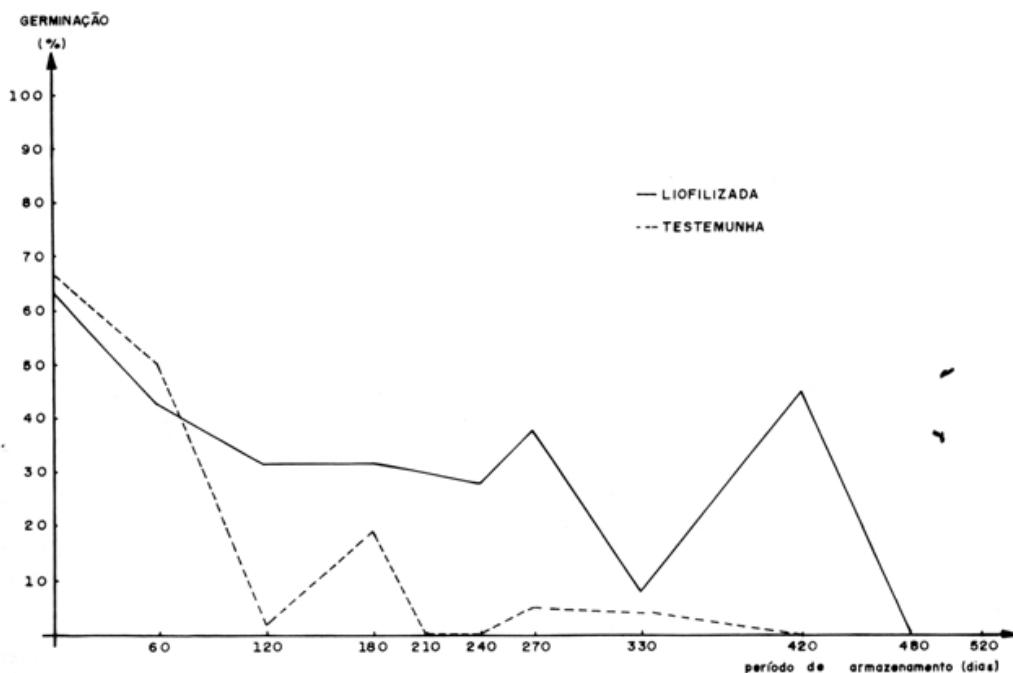


FIGURA 5 — Comportamento das sementes de *Parapiptadenia rigida* obtido pelos dados de germinação nos tratamentos e períodos de armazenamento.

viabilidade aos 60 dias e drástica a partir dos 330 dias de armazenamento (FIGURA 1). Tal comportamento está de acordo com o que preconiza HARRINGTON (1972), TOLEDO & MARCOS FILHO (1977) e WANG (1977).

Para *Cedrela fissilis* e *Tabebuia vellosi* os resultados obtidos e confirmados pela análise estatística mostram a superioridade, ao nível de 1% de probabilidade, das sementes liofilizadas com relação às testemunhas. A análise estatística revelou, também, diferenças significativas a 1% entre os períodos de armazenamento (TABELA 1).

As sementes liofilizadas de *Cedrela fissilis* mantiveram sua viabilidade até os 330 dias de armazenamento, perdendo-a de forma acentuada a seguir. Aos 120 dias de armazenamento, a análise de germinação foi seriamente comprometida por fungos que causaram anomalias e necrose nas radículas (FIGURA 2).

Observa-se pela FIGURA 3 que as sementes de *Tabebuia vellosi* apresentaram comportamento semelhante à anterior, onde as liofilizadas conservaram-se bem até 240 dias de armazenamento; a seguir iniciou-se uma queda lenta e progressiva de seu poder germinativo, coincidindo com os maiores teores de umidade apresentados. Já as testemunhas apresentaram uma perda de 48,5% de germinação aos 60 dias, ao mesmo tempo em que se verificou um aumento de 5% no seu teor de umidade e total aos 120 dias de armazenamento. Tal comportamento está de acordo com os resultados obtidos por KANO et alii (1978), KAGEYAMA & MÁRQUEZ (1980) e FIGLIOLIA (1988), nos quais as sementes armazenadas com baixo teor de umidade conservaram-se

melhor. Por outro lado, contrastam com os obtidos por MIYASAKI & CÂNDIDO (1978) e PINTO et alii (1986). Comparando os processos de secagem verifica-se que a liofilização não afetou as estruturas vitais da semente enquanto que a secagem a 40°C e 45°C danificou-as, comprometendo de forma flagrante sua qualidade.

Essa perda da viabilidade pode ser atribuída, entre outros fatores, à alta taxa respiratória decorrente da elevada temperatura do ambiente associada à alta umidade, o que confirma o citado por DELOUCHE (1968), POPINIGIS (1977) e BRAGANTINI & ROSA (1985).

A análise estatística dos dados de germinação das sementes de *Esenbeckia leiocarpa* revelou diferenças significativas, ao nível de 1% de probabilidade para períodos de armazenamento e tratamentos com superioridade das testemunhas em relação às liofilizadas (TABELA 1).

No entanto, o comportamento das sementes de *Esenbeckia leiocarpa*, no decorrer do período de armazenamento, sugere uma indiferença na manutenção da viabilidade das sementes, uma vez que as testemunhas apresentaram-se superiores às liofilizadas em determinados períodos e inferiores em outros (FIGURA 3). O teor de umidade de equilíbrio das sementes liofilizadas foi atingido aos 240 dias em torno de 6 a 7% e, o das testemunhas, em torno de 12% aos 60 dias de armazenamento. Semelhantes resultados foram obtidos por MIYASAKI & CÂNDIDO (1978) com *Tabebuia serratifolia* e PINTO et alii (1986) com *Tabebuia avellanedae*, constatando uma relação direta entre o tempo de secagem e a diminuição no teor de umidade, com decréscimo na germinação e vigor.

Foi constatada significância, ao nível de 1%, entre tratamentos e períodos de conservação para *Parapiptadenia rigida*. Apesar de ter ocorrido um decréscimo acentuado no poder germinativo para os dois tratamentos desde o início do armazenamento, conforme verifica-se na FIGURA 5, as sementes liofilizadas conservaram-se melhor que as testemunhas, estando de acordo com a citação de TOLEDO & MARCOS FILHO (1977) e CARVALHO & NAKAGAWA (1980) na qual, estas se conservam melhor quanto menor for o teor de umidade. Completa deterioração também foi observada por BACCHI (1961) em sementes de *Inga edulis* após 28 dias de armazenamento em condições normais, acondicionadas em vidros herméticos e abertos.

A redução no teor de umidade e controle da umidade relativa do ambiente não foram suficientes para manter efetivamente a viabilidade das sementes de *Parapiptadenia rigida*, pois, tanto as liofilizadas — com teor de umidade de equilíbrio em torno de 6,5% — como as testemunhas em torno de 12% deterioraram-se rapidamente. Provavelmente, a temperatura é fundamental para que isso não ocorra e as oscilações diurnas e noturnas ocorridas devem ter influenciado de forma negativa na viabilidade das sementes, o que confirma a importância da temperatura citada por DELOUCHE (1968), POPINIGIS (1977) e BRAGANTINI & ROSA (1985).

Os resultados obtidos no trabalho evidenciam que a liofilização possibilitou manter melhor a viabilidade das sementes de *Cariniana estrellensis*, *Cedrela fissilis*, *Parapiptadenia rigida* e *Tabebuia vellosi*. O mesmo foi constatado por NATALE (1982) com sementes de ipê-roxo e FIGLIOLIA et alii (1986) com sementes de *Pinus elliottii* var. *elliottii* e *Pinus caribaea* var. *hondurensis*, estando

de acordo com o citado por HARPER & TAPPEL (1957) e H.F. BOGGIO apud NATALE (1982).

Verifica-se, portanto, que a liofilização é um processo de secagem altamente promissor na conservação de sementes. Apesar de seu custo relativamente alto, o processo é viável, pois dispensa o uso de ambientes controlados por aparelhos sofisticados e onerosos, o que, muitas vezes, limita a aquisição de sementes de curta longevidade por parte de viveiristas e pequenos produtores.

4 CONCLUSÃO

a) O processo de liofilização mostrou ser um método eficiente de secagem de sementes de *Cariniana estrellensis*, *Cedrela fissilis*, *Parapiptadenia rigida*, *Tabebuia vellosi* e *Esenbeckia leiocarpa*;

b) As sementes liofilizadas de *Cariniana estrellensis*, *Cedrela fissilis*, *Parapiptadenia rigida* e *Tabebuia vellosi* mantiveram sua viabilidade por maior período de tempo, em relação às não liofilizadas que a perdeu mais rapidamente; e

c) quanto à *Esenbeckia leiocarpa*, o processo de liofilização mostrou-se indiferente na manutenção da viabilidade das sementes. Sugere-se novos estudos com envolvimento de outros parâmetros.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Sra. Rita de Cassia Augusto da Silva e Srta. Ana Maria Gabeloni pela realização das análises e cálculo e à Sra. Maria Luci de Toledo Teodoro pelo serviço de datilografia.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BACCHI, O. 1961. Estudos sobre a conservação de sementes. IX. ingá. *Bragantia*, Campinas, 20:805-814.
- BRAGANTINI, C. & ROSA, Claudia M. M. 1985. Armazenamento de sementes de freijó (*Cordia goeldiana* Huber). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SEMENTES, 4, Brasília — DF, out. 21-25, 1985. *Resumos...* Brasília, ABRATES. p. 164
- BRASIL. Ministério da Agricultura. Laboratório Nacional de Referência Vegetal. 1976. *Regras para análise de sementes*. Brasília, Ministério da Agricultura. 188p.
- CARVALHO, N. M.; GOES, M.; AGUIAR, I. B. & FERNANDES, P. D. 1976. Armazenamento de sementes de ipê-amarelo (*Tabebuia chrysotricha*). (*Científica*, Jaboticabal, 4(3):315-319.
- _____. & NAKAGAWA, J. 1980. *Sementes: ciência, tecnologia e produção*. Campinas, Fundação Cargill. 326p.
- DELOUCHE, J. C. 1968. Precepts for seed storage. In: SHORT COURSE FOR SEEDSMEN, State College, 1968. *Proceedings...* Mississippi, Mississippi State University. p. 81-119
- FIGLIOLIA; Márcia B. 1988. Conservação de sementes de essências florestais. *Boletim Técnico IF*, São Paulo, 42(1):1-18.
- _____. SILVA, A. da; JARDIM, Denise C. P. & YWANE, Maria S. S. 1986. Germinação de sementes liofilizadas de *Pinus elliottii* Engelm. var. *elliottii* e *Pinus caribaea* Morelet var. *hondurensis* Barret et Golfari. In: CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 5, Olinda — PE, nov. 23-28, 1986. *Boletim Técnico IF*, São Paulo, 40A:177-187. (Edição Especial, pt. 1)
- GONÇALVES, J. R. 1987. Fundamento sobre o processo de liofilização. In: *MANUAL técnico sobre desidratação de frutas e hortaliças*. Campinas, ITAL. p. 201-223
- HARPER, J. C. & TAPPEL, A. L. 1957. Freeze-drying of food products. *Advances in Food Research*, New York, 7:171.
- HARRINGTON, J. F. 1972. Seed storage and longevity. In: KOZLOWSKI, T. T., ed. *Seed biology*. New York, Academic Press. p. 145-245 v. 3
- KAGEYAMA, P. Y. & MÁRQUEZ, Fátima C. 1980. Comportamento de sementes de curta longevidade armazenadas com diferentes teores de umidade inicial; gênero *Tabebuia*. In: REUNION SOBRE PROBLEMA DE SEMILLAS FORESTALES TROPICALES, México, oct. 1980. México, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales. p. 347-352 (Public. Especial, 35)
- KANO, N. K.; MÁRQUEZ, Fátima C. M. & KAGEYAMA, P. Y. 1978. Armazenamento de sementes de ipê-dourado (*Tabebuia* sp.). *IPEF*, Piracicaba, 17:13-23.
- MIYASAKI, J. M. & CÂNDIDO, I. F. 1978. Secagem de sementes de

ipê-amarelo ((*Tabebuia serratifolia* Vall/Don). Seiva, Viçosa, 39(85):12-17.

NATALE, W. 1982. *A liofilização como um método de secagem de sementes de ipê-roxo (Tabebuia sp) para fins de armazenamento*. Jaboticabal, UNESP. 32p.

NOGUEIRA, J. C. B. 1977. *Reflorestamento heterogêneo com essências indígenas*. São Paulo, Instituto Florestal. 71p. (Boletim Técnico, 24)

PIMENTEL GOMES, F. 1976. *Curso de estatística experimental*. 4.ed. Piracicaba, ESALQ, 430p.

PINTO, M. M.; SADER, R. & BARBOSA, J. M. 1986. Influência do

tempo de secagem e do armazenamento sobre a viabilidade das sementes de ipê-roxo. *Revista Brasileira de Sementes*, Brasília, 8(1):37-47.

POPINIGIS, F. 1977. *Fisiologia da semente*. Brasília, AGIPLAN. 289p.

STEEL, R. G. D. & TORRIE, J. H. 1960. *Principles and procedures of statistic*. London, McGraw Hill. 481p.

TOLEDO, F. F. & MARCOS FILHO, J. 1977. *Manual das sementes; tecnologia da produção*. São Paulo, Ed. Agronômica Ceres. 224p.

WANG, B. S. P. 1977. Procurement, handling and storage of three seed for genetic research. In: WORD CONSULTATION ON TREE BREEDING, 3. Canberra. 10p.

- ipê-amarelo (*Tabebuia serratifolia* Vall/Don). Seiva, Viçosa, 39(85):12-17.
- NATALE, W. 1982. *A liofilização como um método de secagem de sementes de ipê-roxo (Tabebuia sp) para fins de armazenamento*. Jaboticabal, UNESP. 32p.
- NOGUEIRA, J. C. B. 1977. *Reflorestamento heterogêneo com essências indígenas*. São Paulo, Instituto Florestal. 71p. (Boletim Técnico, 24)
- PIMENTEL GOMES, F. 1976. *Curso de estatística experimental*. 4.ed. Piracicaba, ESALQ. 430p.
- PINTO, M. M.; SADER, R. & BARBOSA, J. M. 1986. Influência do tempo de secagem e do armazenamento sobre a viabilidade das sementes de ipê-roxo. *Revista Brasileira de Sementes*, Brasília, 8(1):37-47.
- POPINIGIS, F. 1977. *Fisiologia da semente*. Brasília, AGIPLAN. 289p.
- STEEL, R. G. D. & TORRIE, J. H. 1960. *Principles and procedures of statistic*. London, McGraw Hill. 481p.
- TOLEDO, F. F. & MARCOS FILHO, J. 1977. *Manual das sementes: tecnologia da produção*. São Paulo, Ed. Agronômica Ceres. 224p.
- WANG, B. S. P. 1977. Procurement, handling and storage of tree seed for genetic research. In: WORD CONSULTATION ON TREE BREEDING, 3. Canberra. 10p.

Márcia Balistiero FIGLIOLIA²
Antonio da SILVA²
Denise Calil Pereira JARDIM³
Maria Shizue Shin-Ike IWANE⁴

RESUMO

Liofilizou-se sementes de *Cariniana estrellensis* (Radd.) O.Ktze (quebrão-branco), *Cedrela fissilis* Vell. (cedro-roxo), *Esenbeckia leiocarpa* Engelm. (garatúba), *Parapiptadenia rigida* (Benth.) Brenan e *Tabebuia vellosii* Vell. (ipê-amarelo) a níveis de umidade de 4,0%, 6,5%, 6,0%, 5,5% e 4,5% respectivamente. Posteriormente, as sementes liofilizadas e as não liofilizadas (testemunhas) foram acondicionadas em vidros hermeticamente fechados, envolvidos em papel alumínio e armazenadas em condições normais nos seguintes períodos: *Cedrela fissilis*, *Esenbeckia leiocarpa* e *Parapiptadenia rigida* por 520 dias e *Cariniana estrellensis* e *Tabebuia vellosii* por 600 dias. Os testes de germinação realizados periodicamente, detectaram que as sementes liofilizadas de *Cariniana estrellensis* conservaram-se melhor; a queda do poder germinativo das testemunhas foi mais acentuada até 330 dias de armazenamento e drástica a seguir. As sementes de *Parapiptadenia rigida* conservaram-se muito bem quando liofilizadas sendo que aos 20 dias de armazenamento apresentaram 93,5% de germinação enquanto que as testemunhas perderam totalmente o poder germinativo. Para *Esenbeckia leiocarpa* tanto as sementes liofilizadas como as testemunhas conservaram-se bem até 440 dias de armazenamento, a partir do qual detectou-se um decréscimo considerável na germinação para as sementes liofilizadas. Para *Parapiptadenia rigida* houve um decréscimo acentuado do poder germinativo em ambos os casos, sendo que para as testemunhas este foi mais acentuado. Para *Tabebuia vellosii* as testemunhas perderam totalmente o poder germinativo aos 120 dias de armazenamento, enquanto que as liofilizadas conservaram-no integralmente até 240 dias. Após esse período iniciou-se uma queda lenta e progressiva de seu poder germinativo.

Palavras-chave: sementes florestais, espécies brasileiras, liofilização, germinação, conservação.

ABSTRACT

Seeds of *Cariniana estrellensis* (Radd.) O.Ktze, *Tabebuia vellosii* Vell., *Esenbeckia leiocarpa* Engelm., *Parapiptadenia rigida* (Benth.) Brenan and *Cedrela fissilis* Vell. were dehydrated by freeze-drying to humidity levels of 4.0%, 4.5%, 6.0%, 5.5% and 6.5%, respectively and they were placed in hermetically sealed glass containers, wrapped in aluminum sheet and stored at room temperature during 600 days for *Cariniana estrellensis* and *Tabebuia vellosii* and 520 days for the others.

The germination tests were made periodically and showed that the freeze-dried seeds of *Cariniana estrellensis* have kept better than the seeds that were not freeze-dried. For *Esenbeckia leiocarpa* the seeds were better conserved while those not freeze-dried lost the germination rapidly and the freeze-dried seeds lost the germination slowly. For the *Tabebuia vellosii* the seeds that were not freeze-dried lost the germination after 120 days of the storage, while the freeze-dried seeds kept it during 240 days. After this period the seeds lost the germination amounting 11% at the end of considered period.

Key words: forestry seeds, brazilian species, freeze-drying, germination, conservation.

1 INTRODUÇÃO

Com a finalidade de aprimorar as técnicas de conservação de sementes, muitas pesquisas têm sido realizadas com o objetivo de determinar as condições ambientais e as espécies possuem grande valor econômico, como é o caso de *Cariniana estrellensis*, *Cedrela fissilis* e *Tabebuia vellosii*, principalmente.

De acordo com NOGUEIRA (1977), as espécies estudadas têm as seguintes descrições: a) *Cariniana estrellensis* é uma árvore de grande porte, fusão reto e altura variando de 12,0 — 15,0m, podendo atingir 1,0m de diâmetro. A frutificação ocorre por volta de 10 anos, nos

meses de junho/agosto e após a deiscência dos frutos, as sementes são disseminadas pelo vento. A madeira é pouco durável, mas muito usada para tabuados, indústrias de tamanhos e saltos de sapatos; b) *Cedrela fissilis* é árvore de porte médio com fusão reto, altura superior a 10,0m e diâmetro de 0,60 — 0,80m. A frutificação inicia-se por volta dos 10 anos, nos meses de julho/agosto e as sementes aladas são disseminadas pelo vento após a deiscência dos frutos. A madeira é de ótima qualidade e empregada em obras internas nas construções e mobiliário em geral; c) a árvore de *Esenbeckia leiocarpa* atinge uma altura útil de mais ou menos 10,0m e diâmetro de 0,40 — 0,50m. Apresenta frutos deiscíveis e a dispersão das sementes ocorre de agosto/setembro. A madeira é muito durável e

(1) Trabalho apresentado parcialmente no IV Congresso Brasileiro de Sementes, Brasília — DF, Outubro/85, e parcialmente no V Congresso Brasileiro de Sementes, Gramado — RS, Outubro/87 e a aceito para publicação em maio de 1988; (2) Instituto Florestal, Cx. Postal 1322 — CEP 05051 — São Paulo — SP; (3) Bolista do CNPq; (4) Instituto de Tecnologia de Alimentos, Cx. Postal, 9 — CEP 13400 — Campinas — SP; (5) Fundação Brasileira para a Conservação da Natureza, Cx. Postal 1322 — CEP 05051 — São Paulo — SP.

Silvíc. S. Paulo, S. Paulo 20/22:47-55, 1986/88.

FIGLIOLIA, Márcia B. et alii. Viabilidade de sementes liofilizadas de essências florestais nativas.

usada para cercas, postes e cabos de ferramentas; d) *Tabebuia vellosii* é uma árvore de primeira magnitude e resistente às geadas. Possui fuste reto e facilmente atingindo 15,0m de altura e até 1,0m de diâmetro quando adulta. Floresce nos meses de agosto/setembro com início após 10 anos de idade; a frutificação ocorre aproximadamente dois meses após o florescimento e a dispersão das sementes é feita pelo vento. Os usos mais comuns de sua madeira são em obras civis para construções pesadas, vigas, carrocerias, dormentes, mourões e assoalhos. Fornece, também, lenha de boa qualidade.

A grande variedade das espécies consideradas atualmente de lei está em crescente risco de extinção causando uma certa preocupação e necessidade de se estabelecer planos e exploração racionais de modo a atender a demanda madeireira para os mais diversos fins. Paralelamente, o estudo de conservação de sementes de essências florestais é de suma importância, tendo em vista que a produção de sementes de determinadas espécies ocorre de forma muito irregular.

Por outro lado, grande número destas espécies possuem sementes com curta longevidade natural.

Para que não ocorra a interrupção no fornecimento de sementes no período improdutivo, é necessário o estabelecimento de condições apropriadas de armazenamento que mantenham sua viabilidade por maior período de tempo possível.

Após a teratologia do ponto de maturação fisiológica, ocasião em que a semente atinge o máximo nível de qualidade, inicia-se o processo de deterioração, o qual pode ser retardado ou minimizado através de um armazenamento em condições adequadas (HARRINGTON, 1972 e WANG, 1977).

Antecedendo a essas considerações, BACCHI (1961) desenvolveu estudos sobre a conservação de sementes de *Inga edulis* Mart., constatando que estas se conservaram melhor quando acondicionadas em recipientes herméticos e armazenadas a 0°C. Após 28 dias de armazenamento nessas condições as sementes apresentaram 39% de germinação, enquanto que as testemunhas perderam totalmente o poder germinativo; o mesmo ocorreu em condições normais para ambos os recipientes. Entretanto, o autor restringe o uso de embalagens herméticas devido ao acúmulo de gás carbônico, resultante do processo respiratório das sementes e que influi negativamente no seu vigor.

São parâmetros fundamentais na conservação de sementes o seu teor de umidade inicial, o tipo de embalagem, temperatura e umidade relativa do ar do local de armazenamento (DELOUCHE, 1968; HARRINGTON, 1972; POPINIGIS, 1977 e BRAGANTINI & ROSA, 1985).

O alto teor de umidade, de acordo com POPINIGIS (1977), é a principal causa na perda da qualidade fisiológica da semente. CARVALHO & NAKAGAWA (1980) re-

MIYASAKI & CÂNDIDO (1978) estudaram a germinação de sementes de ipê-amarelo (*Tabebuia serratifolia*) em função do tempo de secagem (45°C) e constataram que o aumento do período de secagem causou uma redução no poder germinativo nas seguintes condições: 1,20h de secagem, teor de umidade 9,68% (recomendado para o armazenamento) e germinação média de 77,39%, 6h-40h, teor de umidade 4,93% e germinação média de 69,76%

Silvíc. S. Paulo, S. Paulo 20/22:47-55, 1986/88.

FIGLIOLIA, Márcia B. et alii. Viabilidade de sementes liofilizadas de essências florestais nativas.

PINTO et alii (1986) estudando a influência do tempo de secagem em estufa e do armazenamento sobre a viabilidade das sementes de *Tabebuia avellanedae* constataram que a secagem a 40°C por mais de 5 minutos causou um decréscimo na germinação e vigor, reduzindo o percentual médio de germinação de 100% para 55% aos 30 dias de armazenamento.

No processo de secagem por liofilização as sementes são desidratadas a baixos teores de umidade sem alteração de sua composição química. Segundo HARPER & TAPPEL (1957) esse processo de secagem há muito tempo tem sido usado para a preservação de substâncias biológicas. Citam, também, que o produto liofilizado possui as vantagens de ter o peso bastante reduzido e reidratar quase que instantaneamente, conservando melhor do que qualquer outro processo, as características organolépticas do produto liofilizado. GONÇALVES & IZES (1987) citam que a liofilização proporciona produtos de alta qualidade quando comparado com outros processos de desidratação e que o produto desidratado apresenta uma estrutura porosa que facilita sua reidratação, mantendo as formas e dimensões originais. Outro aspecto positivo é que o produto desidratado pode ser armazenado em condições ambientais por considerável período de tempo sem que se deteriore. H. BOGGIO apud NATALE, (1982) o que dispensa o uso de modificadores de ambiente, uma vez que os equipamentos muito onerosos, tornando limitado seu uso.

NATALE (1982), estudando o efeito da liofilização em sementes de ipê-roxo (*Tabebuia sp.*), verificou que, após um ano de armazenamento em condições ambientais e em vidros hermeticamente fechados, as sementes liofilizadas apresentaram uma diminuição de seu poder germinativo, enquanto que as testemunhas o perderam drasticamente aos 90 dias de armazenamento.

FIGLIOLIA et alii (1986) analisando o comportamento de sementes liofilizadas de *Pinus caribaea* var. *hondurensis* e *Pinus elliptii* var. *elliottii*, armazenadas em condições normais por 520 dias, constataram que quando liofilizadas as sementes conservaram-se melhor, enquanto que as testemunhas perderam mais rapidamente sua viabilidade.

Os poucos estudos existentes mostram a eficácia da liofilização na conservação de determinadas sementes. É aconselhável testá-las em outras sementes, principalmente para aquelas que apresentam baixa longevidade natural. Dessa forma pode ser fornecido ao pequeno e médio produtor alternativas de armazenamento em condições normais, dispensando o uso de aparelhos modificadores de ambiente.

Este trabalho foi desenvolvido com o propósito de verificar a longevidade de sementes liofilizadas de *Cariniana estrellensis*, *Cedrela fissilis*, *Esenbeckia leiocarpa*, *Parapiptadenia rigida* e *Tabebuia vellosii*, acondicionadas em vidros hermeticamente fechados e armazenadas em condições ambientais.

Silvíc. S. Paulo, S. Paulo 20/22:47-55, 1986/88.

FIGLIOLIA, Márcia B. et alii. Viabilidade de sementes liofilizadas de essências florestais nativas.

em condições de laboratório. Tais análises seguiram as prescrições da Regras para Análise de Sementes (BRASIL, MINISTÉRIO, 1976), sendo que, para o teste de germinação utilizou-se as seguintes testemunhas e substratos: *Cariniana estrellensis* 20° — 30°C e vermiculita; *Cedrela fissilis* 25°C e papel filtro; *Esenbeckia leiocarpa* 20° — 30°C e vermiculita; *Parapiptadenia rigida* e papel filtro e *Tabebuia vellosii* 30°C e papel filtro.

2.5 Delineamento Estatístico

Os percentuais de germinação obtidos nos tratamentos e períodos de armazenamento foram transformados em

TABELA 1 — Percentuais de germinação e umidade das sementes de *Cariniana estrellensis*, *Cedrela fissilis*, *Esenbeckia leiocarpa*, *Parapiptadenia rigida* e *Tabebuia vellosii* obtidos nos tratamentos e períodos de armazenamento.

Espécies/ Período de Armazenamento (Dias)	GERMINAÇÃO (%)									
	Cariniana estrellensis		Cedrela fissilis		Esenbeckia leiocarpa		Parapiptadenia rigida		Tabebuia vellosii	
	LIOF.	TEST.	LIOF.	TEST.	LIOF.	TEST.	LIOF.	TEST.	LIOF.	TEST.
0	70,0 bc	79,0 cde	86,0 cde	59,0 g	89,5 ab	76,0 defg	64,0 a	67,0 b	60,0 d	56,0 d
60	74,0 ab	54,0 fgh	89,0 bcde	34,0 cde	25,0 i	65,5 gh	43,0 cd	50,0 b	75,5 a	7,5 f
120	72,0 ab	57,5 ef	29,0 h	31,5 h	84,0 cdef	92,5 a	31,5 e	2,0 h	72,5 a	0,0 g
180	74,0 ab	71,5 bc	83,5 de	63,0 h	78,5 def	92,5 a	31,5 e	19,0 f	71,0 ab	0,0 g
210	65,0 cde	49,0 ghi	93,5 abc	0,0 j	85,0 bcd	83,0 cd	29,5 e	0,0 i	73,0 a	0,0 g
240	66,5 bcd	65,0 cde	95,5 ab	0,0 j	82,5 bcd	86,0 bc	27,5 e	0,0 i	76,0 a	0,0 g
270	67,5 bc	58,5 def	91,5 abcd	0,0 j	83,0 bcd	79,5 cdef	37,5 d	5,0 g	—	0,0 g
300	68,0 bc	57,0 efg	97,0 a	5,5 i	61,5 h	86,0 bc	7,5 d	4,0 g	65,0 bc	0,0 g
420	69,0 bc	9,0 ef	70,0 fgh	0,0 j	76,0 defg	81,5 cde	45,0 bc	0,0 i	62,0 c	0,0 g
480	—	—	80,0 ef	0,0 j	39,0 j	45,0 i	0,0 i	0,0 hi	—	—
510	45,0 i	12,0 j	—	—	—	—	—	—	44,0 e	0,0 g
520	—	—	65,0 g	0,0 j	41,5	71,5 fgh	0,0 j	0,0	—	—
600	46,0 hi	0,0 i	—	—	—	—	—	—	11,0 f	0,0 g
UMIDADE (%)										
0	4,4	9,1	7,5	8,6	2,3	7,0	5,8	8,5	3,6	7,0
60	4,0	10,4	7,5	11,7	2,4	6,1	4,6	8,2	5,2	12,0
120	3,9	10,5	5,9	11,5	2,4	5,1	5,3	13,5	6,6	11,8
180	5,1	10,8	6,2	12,0	3,2	6,0	5,6	12,1	7,8	12,1
210	5,8	10,1	6,5	12,4	3,0	5,9	5,3	13,6	7,4	12,5
240	5,9	10,8	6,8	11,2	3,3	5,6	5,5	14,9	6,3	12,5
270	5,5	10,0	5,6	11,7	3,2	5,7	4,4	12,1	6,5	12,8
300	5,3	11,0	7,0	12,1	2,3	5,5	5,1	11,9	6,5	13,9
420	4,7	11,3	7,2	12,3	3,4	5,9	5,3	12,5	6,3	11,8
480	—	—	6,5	11,4	3,0	5,3	5,4	14,6	—	—
510	5,4	9,2	—	—	—	—	—	—	7,9	11,4
520	—	—	6,6	11,6	3,1	5,2	5,6	11,4	—	—
600	5,4	10,9	—	—	—	—	—	—	8,2	12,5
F	34,898**	—	17,818**	—	17,528**	—	106,349**	—	44,920**	—
C.V.(%)	11,895	—	23,105	—	12,759	—	20,863	—	18,266	—
D.M.S.(5%)	0,085	—	0,14	—	0,113	—	0,066	—	0,076	—

OBS.: Para cada espécie, valores de germinação seguidos pela mesma letra, não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade.

(**) Significativo ao nível de 1% de probabilidade.

Silvíc. S. Paulo, S. Paulo 20/22:47-55, 1986/88.

FIGLIOLIA, Márcia B. et alii. Viabilidade de sementes liofilizadas de essências florestais nativas.

O comportamento das sementes das espécies estudadas, obtido pelos dados de germinação nos

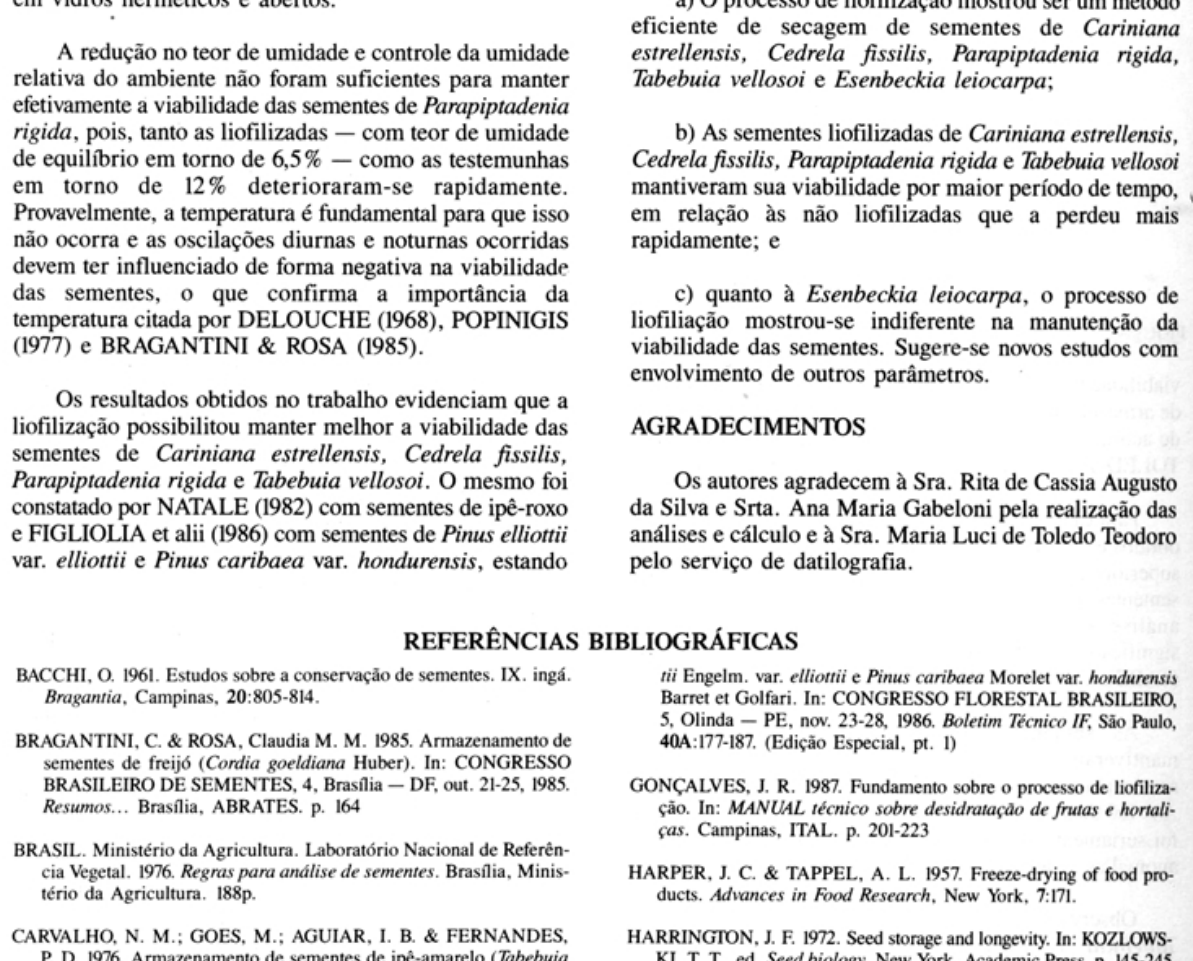


FIGURA 1 — Comportamento das sementes de *Cariniana estrellensis* obtido pelos dados de germinação nos tratamentos e períodos de armazenamento.

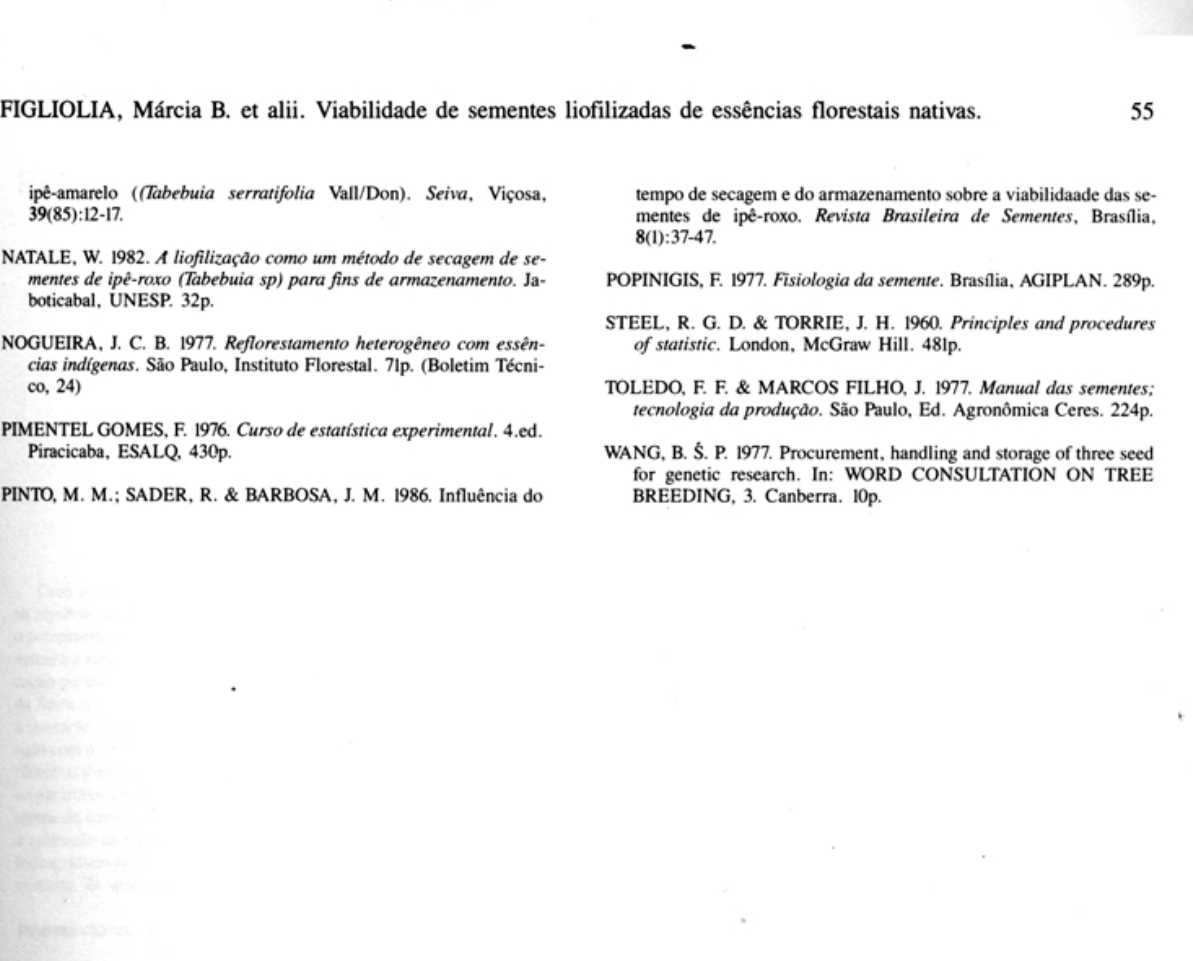


FIGURA 2 — Comportamento das sementes de *Cedrela fissilis* obtido pelos dados de germinação nos tratamentos e períodos de armazenamento.

Silvíc. S. Paulo, S. Paulo 20/22:47-55, 1986/88.

FIGLIOLIA, Márcia B. et alii. Viabilidade de sementes liofilizadas de essências florestais nativas.



FIGURA 3 — Comportamento das sementes de *Tabebuia vellosii* obtido pelos dados de germinação nos tratamentos e períodos de armazenamento.

A análise estatística dos dados de germinação das sementes de *Cariniana estrellensis* revelou diferenças significativas ao nível de 1% de probabilidade para períodos de armazenamento e tratamentos, sendo a liofilizada superior à testemunha (TABELA 1).

Silvíc. S. Paulo, S. Paulo 20/22:47-55, 1986/88.

FIGLIOLIA, Márcia B. et alii. Viabilidade de sementes liofilizadas de essências florestais nativas.

viabilidade aos 60 dias e drástica a partir dos 330 dias de armazenamento (FIGURA 1). Tal comportamento está de acordo com o que preconiza HARRINGTON (1972), TOLEDO & MARCOS FILHO (1977) e WANG (1977).

Para *Cedrela fissilis* e *Esenbeckia leiocarpa* os resultados obtidos e confirmados pela análise estatística mostraram a superioridade, ao nível de 1% de probabilidade, das sementes liofilizadas com relação às testemunhas. A análise estatística revelou, também, diferenças significativas a 1% entre os períodos de armazenamento (TABELA 1).

As sementes liofilizadas de *Cedrela fissilis* mantiveram sua viabilidade até os 330 dias de armazenamento, perdendo-a de forma acentuada a seguir. Aos 120 dias de armazenamento, a análise de germinação foi seriamente comprometida por fungos que causaram anomalias e necrose nas radículas (FIGURA 2).

Observa-se pela FIGURA 3 que as sementes de *Tabebuia vellosii* apresentaram comportamento semelhante à anterior, onde as liofilizadas conservaram-se bem até 240 dias de armazenamento, a seguir iniciou-se uma queda lenta e progressiva de seu poder germinativo, coincidindo com os maiores teores de umidade apresentados. Já as testemunhas apresentaram uma perda de 48,5% de germinação aos 60 dias, ao mesmo tempo em que se verificou um aumento de 5% no seu teor de umidade e total aos 120 dias de armazenamento. Tal comportamento está de acordo com os resultados obtidos por KANO et alii (1978), KAGEYAMA & MÁRQUEZ (1980) e FIGLIOLIA (1988), nos quais as sementes armazenadas com baixo teor de umidade conservaram-se

melhor. Por outro lado, contrastam com os obtidos por MIYASAKI & CÂNDIDO (1978) e PINTO et alii (1986). Comparando o processo de secagem verifica-se que a liofilização não afetou as estruturas vitais da semente enquanto que a secagem a 40°C e 45°C danificou-as, comprometendo de forma flagrantemente sua qualidade.

Essa perda da viabilidade pode ser atribuída, entre outros fatores, à alta taxa respiratória decorrente da elevada temperatura do ambiente associada à alta umidade, o que confirma o citado por DELOUCHE (1968), POPINIGIS (1977) e BRAGANTINI & ROSA (1985).

A análise estatística dos dados de germinação das sementes de *Esenbeckia leiocarpa* revelou diferenças significativas, ao nível de 1% de probabilidade para períodos de armazenamento e tratamentos com superioridade das testemunhas em relação às liofilizadas (TABELA 1).

No entanto, o comportamento das sementes de *Esenbeckia leiocarpa*, no decorrer do período de armazenamento, sofreu uma indiferença na manutenção da viabilidade das sementes, emvolto em papel alumínio para apresentarem-se superiores às liofilizadas em determinados períodos e inferiores em outros (FIGURA 3). O teor de umidade de equilíbrio das sementes liofilizadas foi atingido aos 240 dias em torno de 6 a 7% e, o das testemunhas, em torno de 12% aos 60 dias de armazenamento. Semelhantes resultados foram obtidos por MIYASAKI & CÂNDIDO (1978) com *Tabebuia serratifolia* e PINTO et alii (1986) com *Tabebuia avellanedae*, constatando uma relação direta entre o tempo de secagem e a diminuição no teor de umidade, com decréscimo na germinação e vigor.

Silvíc. S. Paulo, S. Paulo 20/22:47-55, 1986/88.

FIGLIOLIA, Márcia B. et alii. Viabilidade de sementes liofilizadas de essências florestais nativas.

Foi constatada significância, ao nível de 1%, entre tratamentos e períodos de conservação para *Parapiptadenia rigida*. Apesar de ter ocorrido um decréscimo acentuado no poder germinativo para os dois tratamentos desde o início do armazenamento, conforme verifica-se na FIGURA 5, as sementes liofilizadas conservaram-se melhor que as testemunhas, estando de acordo com a citação de TOLEDO & MARCOS FILHO (1977) e CARVALHO & NAKAGAWA (1980) na qual, estas se conservaram melhor quanto menor for o teor de umidade. Completa deterioração também foi observada por BACCHI (1961) em sementes de *Inga edulis* após 28 dias de armazenamento em condições normais, acondicionadas em vidros herméticos e abertos.

A redução no teor de umidade e controle da umidade relativa do ambiente não foram suficientes para manter efetivamente a viabilidade das sementes de *Parapiptadenia rigida*, pois, tanto as liofilizadas — com teor de umidade de equilíbrio em torno de 6,5% — como as testemunhas em torno de 12% deterioraram-se rapidamente. Provavelmente, a temperatura é fundamental para que isso não ocorra e as oscilações diurnas e noturnas ocorridas devem ter influenciado de forma negativa na viabilidade das sementes, o que confirma a importância da temperatura citada por DELOUCHE (1968), POPINIGIS (1977) e BRAGANTINI & ROSA (1985).

Os resultados obtidos no trabalho evidenciam que a liofilização possibilitou manter melhor a viabilidade das sementes de *Cariniana estrellensis*, *Cedrela fissilis*, *Parapiptadenia rigida* e *Tabebuia vellosii*. O mesmo foi constatado por NATALE (1982) com sementes de ipê-roxo e FIGLIOLIA et alii (1986) com sementes de *Pinus elliptii* var. *elliottii* e *Pinus caribaea* var. *hondurensis*, estando

de acordo com o citado por HARPER & TAPPEL (1957) e H. F. BOGGIO apud NATALE (1982).

Verifica-se, portanto, que a liofilização é um processo de secagem altamente promissor na conservação de sementes. Apesar de seu custo relativamente alto, o processo é viável, pois dispensa o uso de ambientes controlados por aparelhos sofisticados e onerosos, o que, muitas vezes, limita a aquisição de sementes de curta longevidade por parte de viveiristas e pequenos produtores.

4 CONCLUSÃO

a) O processo de liofilização mostrou ser um método eficiente de secagem de sementes de *Cariniana estrellensis*, *Cedrela fissilis*, *Parapiptadenia rigida*, *Tabebuia vellosii* e *Esenbeckia leiocarpa*;

b) As sementes liofilizadas de *Cariniana estrellensis*, *Cedrela fissilis*, *Parapiptadenia rigida* e *Tabebuia vellosii* mantiveram sua viabilidade por maior período de tempo, em relação às não liofilizadas que a perdeu mais rapidamente; e

c) Quanto à *Esenbeckia leiocarpa*, o processo de liofilização mostrou-se indiferente na manutenção da viabilidade das sementes. Sugere-se novos estudos com envolvimento de outros parâmetros.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Sra. Rita de Cassia Augusto da Silva e Sra. Ana Maria Tabetoni pela realização das análises e cálculos e à Sra. Maria Luci de Toledo Teodoro pelo serviço de datilografia.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BACCHI, O. 1961. Estudos sobre a conservação de sementes. IX. Inq. Bragantina, Campinas, 20:805-814.

BRAGANTINI, C. & ROSA, Cláudia M. M. 1985. Armazenamento de sementes de feijão (*Vicia goiabiifolia* Hubert). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SEMENTES, 4. Brasília — DF, out. 21-25, 1985. Resumos... Brasília, ABRATES, p. 164.

BRASIL. Ministério da Agricultura. Laboratório Nacional de Referência Vegetal. 1976. Regras para análise de sementes. Brasília, Ministério da Agricultura, 188p.

CARVALHO, N. M.; GOES, M.; AGUIAR, I. B. & FERNANDES, P. D. 1