



**ADRIADNES MARTINS VIZOTTO**

**TOLERÂNCIA À DESSECAÇÃO EM SEMENTES DE  
JABUTICABA (*Plinia cauliflora*)**

**LAVRAS-MG  
2020**

**ADRIADNES MARTINS VIZOTTO**

**TOLERÂNCIA À DESSECAÇÃO EM SEMENTES DE JABUTICABA (*Plinia cauliflora*)**

Monografia apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Curso de Engenharia Florestal, para a obtenção do título de Bacharel.

Dr<sup>a</sup>. Olivia Alvina Oliveira Tonetti  
Orientadora

**LAVRAS-MG**  
**2020**

**ADRIADNES MARTINS VIZOTTO**

**TOLERÂNCIA À DESSECAÇÃO EM SEMENTES DE JABUTICABA (*Plinia cauliflora*)**

Monografia apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Curso de Engenharia Florestal, para a obtenção do título de Bacharel.

APROVADA em \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_.

Anderson Cleiton José

Olivia Alvina Oliveira Tonetti

Thayane Ferreira Carvalho

---

Dr.<sup>a</sup> Olivia Alvina Oliveira Tonetti

Orientadora

**LAVRAS-MG  
2020**

*A Deus, o qual sempre recorro; aos meus pais, por serem meu alicerce e sempre me apoiarem; ao meu noivo, por sonhar meus sonhos comigo.*

## AGRADECIMENTOS

À Deus e Nossa Senhora, que me guiam e dão forças para eu superar as dificuldades.

À Universidade Federal de Lavras por ter me proporcionado anos maravilhosos, pelas oportunidades e por me ter feito crescer profissional e pessoalmente, além dos amigos que fiz, os quais sempre levarei comigo.

Aos meus professores e servidores, que contribuíram para minha formação, principalmente o professor José Marcio Rocha Faria, por acreditar em mim desde o início.

Agradeço a técnica Dr<sup>a</sup> Olivia Alvina Oliveira Tonetti, minha orientadora, pela orientação, dedicação, paciência e amizade.

Ao Wilson Vicente de Souza, que sempre se dispôs a me ajudar.

A todos do Laboratório de Sementes Florestais.

Aos meus pais e minha irmã, pelo amor, incentivo e por acreditarem em meus sonhos.

Aos meus sobrinhos, pelo amor mais puro.

Ao meu avô, João, por ser minha inspiração e meu exemplo.

Ao meu noivo, pelo apoio, pela paciência e por torcer sempre por mim.

À todos da família Martins e Bordinhon, que torcem pelo meu sucesso e minha felicidade.

Aos meus amigos de infância, que sempre estiveram comigo e que ficam felizes com minhas conquistas e vitórias, e que, independentemente do tempo e distância, nunca se fizeram ausentes.

Aos meus amigos de Lavras, obrigada por terem sido minha família enquanto estive longe da minha de sangue, quero sempre tê-los por perto.

E a todos que direta ou indiretamente fizeram parte da minha formação e me ajudaram a ser quem eu sou hoje, o meu “Muito obrigada!”.

## RESUMO

A tolerância à dessecação é a habilidade de recuperar a atividade metabólica normal após a quase perda total de água no protoplasma e posterior reidratação. As sementes podem ou não tolerar a dessecação, sendo classificadas em ortodoxas, recalcitrantes e intermediárias. A *Plinia cauliflora* é uma árvore frutífera brasileira da família Myrtaceae, nativa da Mata Atlântica. Suas sementes são sensíveis à dessecação, sendo classificadas como recalcitrantes. O presente trabalho teve como objetivo avaliar a tolerância à dessecação das sementes de *Plinia cauliflora*, quando submetidas à secagem. Para isso, foram realizados testes de germinação, testes de umidade, testes de condutividade elétrica e avaliação da integridade do DNA. As umidades alvo foram de 40%, 32%, 22% e 17%, considerando a umidade inicial de 52%. Constatou-se que a germinação foi lenta e que as sementes com umidade de 52% e 40% detêm alto poder germinativo. Constatou-se, também, que, à medida em que as sementes são dessecadas, perdem a viabilidade e conteúdo celular para o meio. A visualização do DNA foi possível na testemunha. Nas sementes do controle, foi possível visualizar uma banda de DNA em uma única repetição.

**PALAVRAS-CHAVE:** Secagem. Recalcitrantes. Integridade do DNA.

## ABSTRACT

Desiccation tolerance is the ability to recover normal metabolic activity after almost total loss of water in the protoplasm and subsequent rehydration. Seeds may or may not tolerate desiccation, classified as orthodox, recalcitrant and intermediate. The *Plinia cauliflora* is a Brazilian fruit tree of the Myrtaceae family, native to the Atlantic Forest. Its seeds are sensitive to desiccation and are classified as recalcitrant. The present work aims to characterize damages caused by the drying process in *Plinia cauliflora* seeds. For that, germination tests, moisture tests, electrical conductivity tests and DNA integrity evaluation were performed. The target moisture was 40%, 32%, 22% and 17%, considering the initial moisture of 52%. It was verified that the germination was slow and that the seeds with humidity of 52% and 40% have high germinative power. It was also found that, as the seeds are desiccated, they lose viability and cellular content to the medium. Visualization of DNA was possible in the control. In the control seeds, it was possible to visualize a DNA band in a single repetition.

**KEY-WORDS:** Drying. Recalcitrant. DNA integrity.

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	<b>8</b>
<b>2</b>	<b>REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	<b>10</b>
<b>2.1</b>	<b>A espécie <i>Plinia cauliflora</i></b> .....	<b>10</b>
<b>2.2</b>	<b>Tolerância à dessecação das sementes</b> .....	<b>10</b>
<b>2.3</b>	<b>Consequências da secagem</b> .....	<b>11</b>
<b>3</b>	<b>METODOLOGIA</b> .....	<b>13</b>
<b>3.1.</b>	<b>Material vegetal</b> .....	<b>13</b>
<b>3.2.</b>	<b>Caracterização inicial das sementes</b> .....	<b>13</b>
<b>3.2.1.</b>	<b>Germinação</b> .....	<b>13</b>
<b>3.2.2.</b>	<b>Teste de umidade</b> .....	<b>13</b>
<b>3.2.3.</b>	<b>Condutividade elétrica</b> .....	<b>13</b>
<b>3.2.4.</b>	<b>Avaliação da integridade do DNA</b> .....	<b>14</b>
<b>3.3.</b>	<b>Secagem das sementes</b> .....	<b>14</b>
<b>3.4.</b>	<b>Análise estatística</b> .....	<b>15</b>
<b>4</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	<b>16</b>
<b>4.1.</b>	<b>Germinação</b> .....	<b>16</b>
<b>4.2.</b>	<b>Curva de secagem</b> .....	<b>18</b>
<b>4.3.</b>	<b>Condutividade elétrica</b> .....	<b>19</b>
<b>4.4.</b>	<b>Avaliação da integridade do DNA</b> .....	<b>20</b>
<b>5</b>	<b>CONCLUSÃO</b> .....	<b>21</b>
	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>22</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A tolerância à dessecação é caracterizada como a habilidade de recuperar a atividade metabólica normal após a quase total perda de água no protoplasma e posterior reidratação (Oliver et al., 2000; Hoekstra et al., 2001).

Sementes podem ou não tolerar a dessecação, sendo esta, uma característica que pode estar relacionada com o histórico evolutivo, devido à seleção natural das espécies de acordo com o ambiente aos quais elas se desenvolveram (Barbedo, 1998). Assim, as sementes são classificadas em três categorias, de acordo com a capacidade de resistir à secagem e ao armazenamento (Roberts, 1973; Ellis et al., 1990). Sementes que toleram secagem até 7% de teor de água e armazenamento prolongado em baixas temperaturas (sub-zero) são classificadas como ortodoxas. Já as que não suportam essa redução no teor de água, perdendo a viabilidade quando a umidade se aproxima de 20%, são classificadas como recalcitrantes. Sementes recalcitrantes também não suportam baixas temperaturas nem o armazenamento por longos períodos (Roberts, 1973). Algumas sementes apresentam características intermediárias entre essas duas categorias, permitindo a redução do teor de água a níveis abaixo do suportado por sementes recalcitrantes, mas não tão drástico quanto à redução em sementes ortodoxas, permitindo o armazenamento a baixas temperaturas (não suportando temperaturas abaixo de zero), sendo classificadas como intermediárias (Ellis et al., 1990; Ellis et al., 1991).

A secagem é um processo fundamental para a produção de sementes de alta qualidade, pois, quando bem manuseada, permite a redução do teor de água em níveis adequados para o armazenamento, preserva as sementes de alterações físicas e químicas, induzidas pelo excesso de umidade e torna possível a manutenção da qualidade inicial durante o armazenamento, possibilitando colheitas próximas da maturidade fisiológica (Baudet et al., 1999). Carvalho (1994) ressalta que tal processo é uma operação de risco, podendo proporcionar danos irreversíveis se realizada sem os conhecimentos e cuidados necessários à preservação da qualidade inicial das sementes, especialmente as recalcitrantes.

A degeneração de organelas celulares, acompanhada de alterações funcionais está intimamente relacionada à deterioração de membranas (Roberts, 1973). De acordo com Powell et al. (1986), uma vez que a maioria das atividades celulares envolve a participação ativa do sistema de membranas, reduções na síntese de macromoléculas na atividade enzimática e respiratória são consequências da deterioração inicial das membranas.

A causa imediata da desestruturação do sistema de membranas seria a ação de grupos químicos altamente reativos denominados de radicais livres, os quais são formados pela

oxidação de ácidos graxos insaturados. Esta desestruturação, segundo Carvalho (1994), teria reflexos, principalmente, na capacidade da membrana em regular o fluxo de entrada e saída de água e de solutos. A extensão da desorganização das membranas celulares pode ser estimada por testes que medem a variação de solutos lixiviados de sementes embebidas em água, sendo facilmente identificados em testes de condutividade elétrica.

O trabalho teve como objetivo avaliar a tolerância à dessecação das sementes de *Plinia cauliflora*, quando submetidas à secagem, em diferentes taxas de umidade. É uma árvore frutífera brasileira da família Myrtaceae, nativa da Mata Atlântica. A maturação dos frutos ocorre de outubro a dezembro. Além do consumo *in natura*, a jabuticaba presta-se também à produção de sucos, geleias e compotas, além de usos medicinais, que é obtido da casca do fruto. Suas sementes são sensíveis à dessecação, sendo classificadas como recalcitrantes. As mudas possuem um alto custo, devido principalmente à dificuldade de enraizamento de estacas, com isso, as sementes é a principal forma de obtenção de mudas, porém, a planta demora de 8 a 15 anos para entrar em produção.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 A espécie *Plinia cauliflora*

A jabuticaba (*Plinia cauliflora*), da família Myrtaceae, é uma espécie nativa, originária do centro-sul brasileiro, podendo ser encontrada desde Minas Gerais até o Rio Grande do Sul. As sementes de *Plinia cauliflora* são poliembriônicas, o que assegura a manutenção das características da planta que forneceu a semente (DONADIO, 2000). Seu nome tem origem na língua tupi e significa “alimento de jabuti”. É uma árvore perenifólia, higrófila e que necessita de sol moderado a pleno, atingindo cerca de 10 metros de altura. O tronco é claro e liso, chegando a atingir 50 centímetros de diâmetro. As folhas são simples, possuindo coloração verde claro a escuro, com 7 centímetros de comprimento em média. Florescem de 2 a 5 vezes no ano, geralmente de julho a agosto e novembro a dezembro, com os frutos amadurecendo de agosto a setembro, e janeiro a fevereiro, respectivamente. Quando a árvore é obtida via sementes, a primeira produção se inicia nas fases entre 8 a 12 anos de idade. Já as árvores enxertadas vivem menos tempo, porém produzem mais cedo, com 3 a 5 anos de idade. As sementes levam, em média, de 7 a 15 dias para germinar. Sua fruta é utilizada para fazer doces, geleias, licores, vinhos e aguardentes. Possui diversos nutrientes, na polpa existe ferro, fósforo, vitamina C e niacina. Na medicina, as antocianinas, encontradas na casca, possuem uma potente ação antioxidante, ajudando a eliminar moléculas instáveis de radicais livres. A casca é adstringente, útil contra diarreia e irritações da pele. (LORENZI, 2006).

### 2.2 Tolerância à dessecação das sementes

A tolerância à dessecação, a qual permite à semente ser armazenada por muitos anos sem perder sua viabilidade, na maior parte das sementes, é adquirida durante a maturação. Num mesmo lote de sementes, a capacidade de armazenamento pode variar entre as espécies (GROOT et al., 2003). Essa tolerância está relacionada à capacidade do organismo em enfrentar o estresse da quase completa perda de água e, posterior reidratação dos tecidos das sementes (HOEKSTRA et al., 2003). As sementes ortodoxas apresentam esta característica, no entanto, nas sementes recalcitrantes, sabe-se pouco a respeito dos principais eventos metabólicos e fisiológicos decorrentes do armazenamento.

De acordo com Roberts (1973), as sementes podem ser classificadas em três categorias em função do seu comportamento durante o armazenamento. As sementes ortodoxas, são

aquelas que toleram a dessecação, podendo ser armazenadas por longos períodos e a baixas temperaturas, mantendo-se viáveis mesmo após a dessecação a níveis reduzidos de umidade. As recalcitrantes, são aquelas sensíveis à dessecação, ou seja, não sobrevivem a baixos níveis de umidade e toleram reduzidos períodos de armazenamento. E as intermediárias, no qual as sementes apresentam um comportamento de armazenamento intermediário ao ortodoxo e ao recalcitrante. Tais sementes toleram a desidratação até 7,0% a 10% de umidade e não toleram baixas temperaturas durante período de tempo prolongado (Ellis et al., 1990).

Durante sua formação, as sementes ortodoxas, apresentam três fases principais, a histodiferenciação, maturação e secagem, conferindo-lhes a tolerância à dessecação, a qual é mantida após a dispersão, reassumindo seu metabolismo assim que são reidratadas e fornecidas condições favoráveis de germinação (BEWLEY & BLACK, 1994). Já as espécies recalcitrantes não apresentam a fase de secagem durante o desenvolvimento, são dispersas com alto conteúdo de água e estão metabolicamente ativas no momento da dispersão, o que as tornam sensíveis à dessecação (BERJAK et al., 1993; BERJAK & PAMMENTER, 2000).

Farrant et al. (1988) propuseram a separação das sementes recalcitrantes em altamente, moderadamente e minimamente recalcitrantes, sendo que estas possuem pequenas, moderadas e elevadas tolerância à dessecação, respectivamente. As sementes altamente e moderadamente recalcitrantes são sensíveis a baixas temperaturas, já as minimamente recalcitrantes apresentam maior tolerância, desde que a temperatura seja superior a 0°C.

As sementes de *Plinia cauliflora* perdem rapidamente a viabilidade quando colhidas, sendo consideradas recalcitrantes (VALIO; FERREIRA, 1992). Os estudos para a melhoria da viabilidade das sementes são escassos, dificultando a definição de estratégias para a conservação das sementes.

### **2.3 Consequências da secagem**

O processo de secagem envolve a retirada parcial de água das sementes através da transferência simultânea de calor do ar para as sementes e de água, por meio de fluxo de vapor, das sementes para o ar.

Durante o processo de secagem, as sementes sofrem mudanças físicas, provocadas por gradientes de temperatura e umidade, ocasionando expansão, contração e alterações na densidade e porosidade. O processo de secagem não aumenta o percentual de sementes quebradas, mas pode provocar fissuras internas ou superficiais, tornando as sementes mais suscetíveis à quebra durante o beneficiamento (VILLELA, 1991).

Segundo Cavariani (1996), a causa primária do dano produzido por altas temperaturas em tecidos vegetais é a desintegração das membranas celulares, possivelmente, por alterações nos lipídios que as constituem. Além da teoria de que a temperatura excessivamente alta pode provocar, entre outras alterações, a desnaturação de proteínas. Os danos fisiológicos provocados pela secagem podem se refletir em alterações nos sistemas subcelulares, incluindo cromossomos e mitocôndrias, na redução do número de grãos de amido no eixo embrionário, em aumentos de lixiviação de eletrólitos e açúcares e de produção de pigmentos carotenóides, redução de permeabilidade de membranas celulares e taxa respiratória.

### **3 METODOLOGIA**

#### **3.1. Material vegetal**

Frutos maduros foram colhidos em Lavras, MG, em novembro de 2018. As sementes utilizadas foram extraídas dos frutos manualmente, sendo a mucilagem retirada, semente por semente.

#### **3.2. Caracterização inicial das sementes**

##### **3.2.1. Germinação**

Foram utilizadas quatro repetições de 25 sementes lavadas em hipoclorito de sódio (1%), semeadas sobre areia, em caixas gerbox, sendo mantidas em germinadores do tipo Mangelsdorf a 25°C, por 67 dias.

Com o intuito de avaliar se a perda da viabilidade tinha relação com os danos causados pela rápida embebição, uma amostra de 4 repetições de 12 sementes, em cada ponto de secagem, passou por pré-embebição, por 24 horas, em atmosfera saturada de vapor de água, a 25°C. Após esse período, as sementes foram levadas para as condições de germinação citadas acima.

##### **3.2.2. Teste de umidade**

O grau de umidade das sementes foi determinado pelo método de estufa a 105°C por 24 horas. Foram utilizadas quatro repetições de cinco sementes por tratamento.

##### **3.2.3. Condutividade elétrica**

Foram utilizadas quatro repetições de cinco sementes. As sementes foram pesadas e mantidas em 50 mL de água deionizada, por 24 horas, a 25°C. Após esse tempo, a condutividade foi medida pelo condutivímetro Digimed® e o valor encontrado foi calculada sobre a massa seca de sementes, em razão de se tratar de material em curva de secagem, logo, com proporções de massas secas diferentes, seguiu-se a fórmula:

$$CE = (CE_{amostra} - CE_{\text{água}}) / \text{massa seca.}$$

### 3.2.4. Avaliação da integridade do DNA

Três repetições de 20 sementes de cada tratamento foram maceradas separadamente em nitrogênio líquido até a obtenção de um pó bem fino e colocadas em microtubos, com 700µL de tampão de extração CTAB 2x. Após, os microtubos foram incubados em banho-maria a 65°C por 60 minutos, agitando-os a cada 10 minutos, ao retirar os microtubos do banho-maria, foi adicionado 600 µL de CIA (Clorofórmio- álcool isoamílico 24:1), agitando os microtubos cuidadosamente por 5 minutos, até formar uma emulsão homogênea. Em seguida, os microtubos foram centrifugados por 10 min a 12000 rpm a 20°C, com isso a primeira extração foi realizada. O volume da fase aquosa foi determinado adicionando-se, em seguida, 450 µL de isopropanol gelado e deixando precipitar a -20°C, por 24 horas. Decorrido esse tempo, foram centrifugados por 10 min a 12000 rpm a 4°C. O sobrenadante foi descartado e o pélete lavado duas vezes, em 1 mL com etanol 70%, e o pélete foi lavado uma vez em 1 mL de etanol 95%, durante 3 minutos. Após, foi dissolvido em 50 µL TE pH 8,0 (10 mM TRIS-HCl e 1 mM EDTA) e armazenado a 4°C.

A avaliação da integridade do DNA foi feita por meio de eletroforese em gel de agarose 1%. Foram aplicados 5µL do extrato em tampão de carregamento, adicionado de Gel Red, na proporção de 0,5% do volume aplicado. Foi utilizado, como padrão o marcador, 1Kb Plus DNA Ladder, sendo o gel fotografado após a corrida em equipamento EDAS 290 (Kodak®).

A integridade do DNA foi atestada quando a amostra originou uma banda íntegra na parte superior do gel, sem sinais de degradação (arraste ou formação de diversas bandas com fragmentos menores).

### 3.3. Secagem das sementes

Após o beneficiamento, as sementes foram colocadas em caixa hermética, contendo sílica gel (com média de 30% de umidade relativa) a 25°C, até atingirem a umidade alvo de 40%, 32%, 22% e 17%, calculada pela fórmula  $Umidade = (Massa\ úmida - Massa\ seca) / (Massa\ úmida)$ , considerando a umidade inicial de 52%. Paralelamente, durante todo o período em que as sementes sofreram secagem, uma amostra (controle) foi mantida na umidade inicial, ao lado da caixa de secagem e protegida de perda de água. Essa amostra foi retirada após quatro dias, quando as sementes que secavam atingiram o último ponto de interesse.

No ponto inicial e em cada um desses pontos, foram retiradas amostras de sementes para a realização dos testes conforme nos itens 3.2.1. ao 3.2.4.

### **3.4. Análise estatística**

Os experimentos foram conduzidos em delineamento inteiramente casualizado. Para as sementes que não passaram por embebição, foram utilizados cinco tratamentos, com 4 repetições de 25 sementes cada, para avaliar a germinação. Para a realização do teste de condutividade elétrica, nas sementes que não passaram por embebição, foram utilizados 5 tratamentos, com 4 repetições de 5 sementes cada. Nas sementes que passaram por pré-embebição, foram utilizados 5 tratamentos, com 4 repetições de 12 sementes cada, para avaliar a germinação.

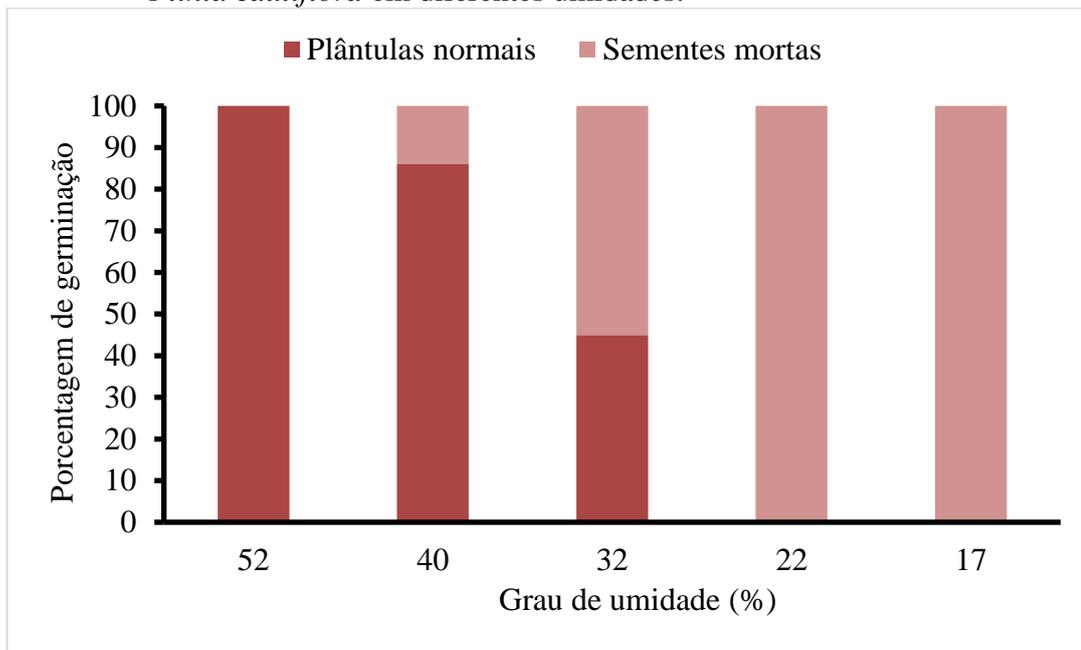
As variáveis mensuradas foram a taxa de germinação e a condutividade elétrica. As avaliações de germinação foram realizadas diariamente, durante 67 dias.

Todas as variáveis foram submetidas através do teste Kruskal-Wallis, posteriormente procedeu-se com o teste SNK a 5% de significância. E foi utilizado o teste t de student para comparar as médias entre as sementes com 0,05% de significância. Todos os testes foram realizados utilizando o programa estatístico Rstudio.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

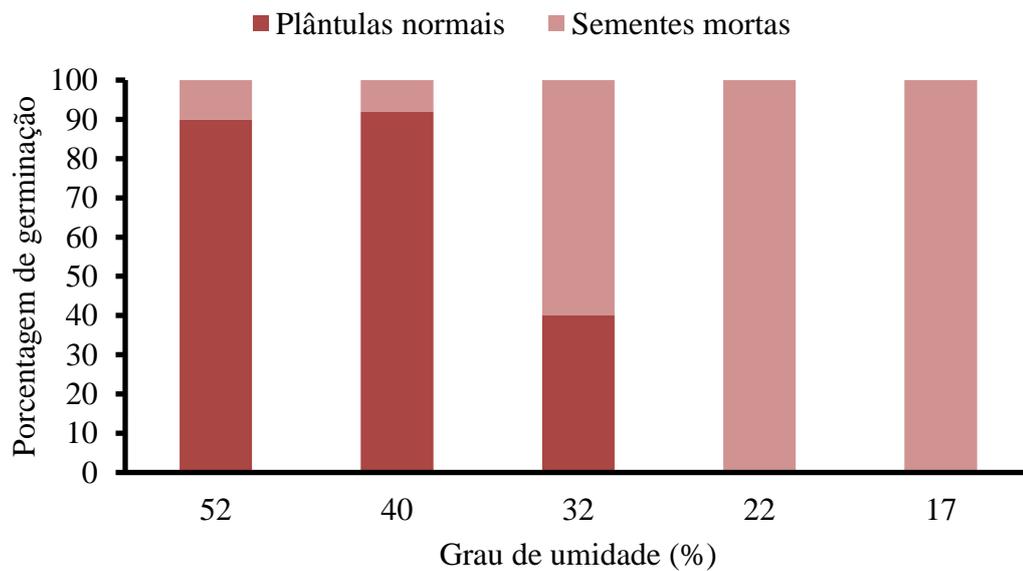
### 4.1. Germinação

**Figura 1.** Percentual de germinação de plântulas normais e sementes mortas de *Plinia cauliflora* em diferentes umidades.



Fonte: Do autor (2019).

**Figura 2.** Percentual de germinação de plântulas normais e sementes mortas de *Plinia cauliflora* em diferentes umidades para sementes com pré-embecção.



Fonte: Do autor (2019).

**Tabela 1.** Taxa de plântulas normais germinadas.

Umidade (%)	T1	T2	T3	T4	T5
<b>Sem embebição</b>	100 <sup>a S</sup>	86 <sup>b NS</sup>	45 <sup>c NS</sup>	0 <sup>d NS</sup>	0 <sup>d NS</sup>
<b>Pré- embebição</b>	90 <sup>S</sup>	92 <sup>NS</sup>	40 <sup>NS</sup>	0 <sup>NS</sup>	0 <sup>NS</sup>

Fonte: Do autor (2019).

Legenda: T1= umidade de 52%; T2= umidade de 40%; T3= Umidade de 32%; T4= Umidade de 22%; T5= Umidade de 17%.

Os resultados dos testes de germinação (Figura 1) indicam que as sementes com umidade de 52% e 40% detém alto poder germinativo. À medida que a secagem avança, a germinação é reduzida, sendo que a partir de 22% já não há germinação, evidenciando que as sementes morreram após essa taxa de secagem.

A pré- embebição (Figura 2) lenta, faria com que a semente tivesse condições para o sistema voltar a funcionar. Se houvesse diferença, a taxa de germinação seria maior, pois a semente teria tido tempo para se recompor. Com isso, a pré-embebição não teve efeito sobre a germinação das sementes que foram submetidas à secagem. Ou seja, danos por embebição não são causas da perda da viabilidade para estas sementes

De acordo com a análise estatística realizada, verifica-se que a germinação na umidade de 52% foi alta, com interação significativa entre os tratamentos onde houve embebição e os que não houveram. O tratamento onde a umidade foi de 40% também obteve um alto poder germinativo, não diferindo estatisticamente do tratamento onde a umidade foi de 52%, sendo que as sementes que passaram por pré-embebição, germinaram mais, com interação não significativa. Na umidade de 32% já houve uma queda na viabilidade da semente.

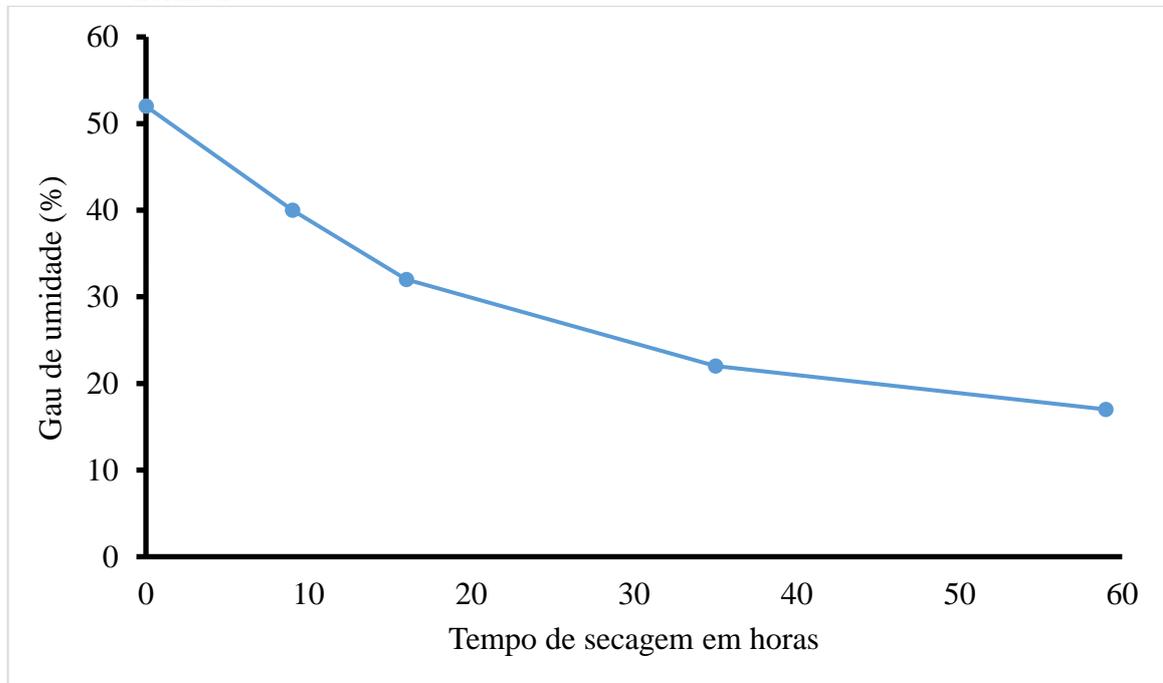
Perdas significativas na germinação também foram observadas nas sementes mantidas úmidas pelo tempo correspondente à secagem, o que indica que além do efeito da secagem, há o efeito do armazenamento e da temperatura ambiente na viabilidade das sementes.

A germinação foi lenta, sendo que a contagem final dos testes, com sementes nas umidades de 52%, 40%, 32, ocorreu aos 49, 67 e 67 dias, respectivamente.

Conforme trabalho realizado por Pirola et al, 2014, no qual as sementes de *Plinia cauliflora* foram armazenadas sob duas condições, em ambiente natural e ambiente controlado sob temperatura de 6° C, não houve germinação das sementes, uma vez que houve perda de água. Da mesma forma que o presente trabalho, as sementes perderam sua viabilidade quando houve secagem, e quando ficaram armazenadas em ambiente natural.

## 4.2. Curva de secagem

**Figura 3.** Secagem das sementes de *Plinia cauliflora* em sílica gel a 25°C em caixa hermética.



Fonte: Do autor (2019).

No teste de umidade inicial, obteve-se uma umidade média de 52% para a testemunha e a umidade alvo de 17% foi atingida em 58 horas e 35 minutos.

Nota-se que de início, as sementes perdem umidade muito rapidamente, mas com o passar das horas, a secagem das sementes vai ficando mais lenta

A umidade inicial das sementes de *Plinia cauliflora* é de 52%, valor igual ao encontrado em sementes de *Inga laurina*, que são recalcitrantes, no experimento realizado Barrozo (2014). A redução do grau de umidade influenciou negativamente o percentual de sementes germinadas (Figura 1). Comportamento observado para a espécie recalcitrante *Eugenia Uniflora L.* por Comin et al. (2014). Além do que, no experimento de Comin, o grau de umidade crítico das sementes foi superior a 31%, próximo ao grau crítico encontrado neste trabalho, que foi superior a 32%.

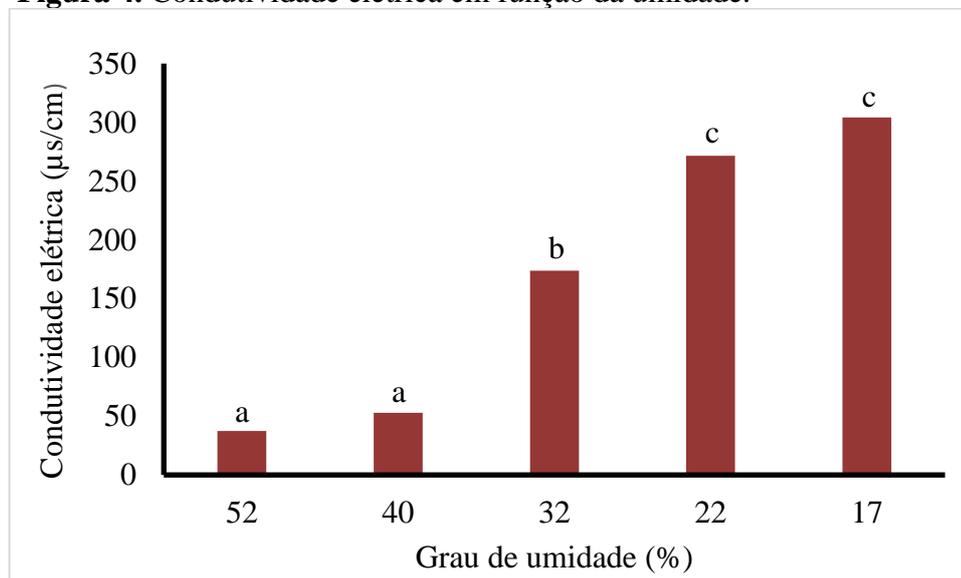
Segundo Marcos Filho, 2015, as sementes recalcitrantes podem perder a viabilidade com a secagem, quando alcançam teor de água de 20 a 33%, devido às alterações no metabolismo e a menor eficiência nos mecanismos de reparo, afirmação esta encontrada neste trabalho, uma vez que as sementes de *Plinia cauliflora* perderam a viabilidade na umidade de

22%, podendo esta umidade ser superior.

O alto teor de água observado nas sementes de *Plinia cauliflora* é característico das sementes recalcitrantes, que não sofrem dessecação acentuada no período final da maturação e, portanto, são dispersas com elevado teor de água com manutenção do metabolismo ativo, podendo germinar logo após sua dispersão (ROBERTS; KING, 1980; PAMMENTER; BERJAK, 2000; FARIA et al., 2004).

### 4.3. Condutividade elétrica

**Figura 4.** Condutividade elétrica em função da umidade.



Fonte: Do autor (2019).

Análises de condutividade elétrica (Figura 4) sugerem que, a medida em que as sementes são dessecadas e perdem a viabilidade, há perda da integridade da membrana. Isso sugere que o sistema de membranas celular perdeu, pouco a pouco, a capacidade de se reorganizar, nos primeiros momentos da reidratação, e a pré-embebição utilizada não foi eficiente para ativar sistemas de mecanismo de proteção das membranas. Porém, não é possível afirmar se algum mecanismo de proteção está presente ou não nestas sementes. A técnica parece promissora para auxiliar na avaliação da viabilidade em sementes de *Plinia cauliflora*.

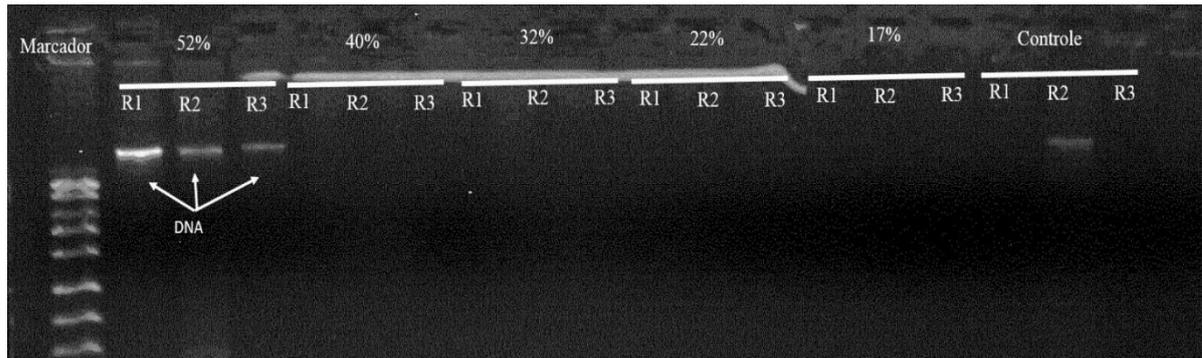
Observou-se que o maior valor de condutividade elétrica coincidiu com a menor porcentagem de germinação das sementes (Figuras 1 e 2), e valores mais baixos foram observados quando as sementes apresentavam maior vigor.

De acordo com a análise estatística pode-se verificar que as umidades de 52% e 40% são semelhantes, as umidades de 22% e 17% são semelhantes entre si, já a umidade de 32% se

difere de todas as outras.

#### 4.4. Avaliação da integridade do DNA

**Figura 5.** Eletroforese em gel de agarose de extratos de DNA de sementes de *Plinia cauliflora*. Controle: sementes que não foram submetidas à secagem, permanecendo na mesma temperatura durante todo o processo de secagem dos demais tratamentos.



Fonte: Do autor (2019).

A visualização do DNA foi possível na testemunha, onde as sementes não sofreram com a ação da secagem. Nas sementes do controle, foi possível visualizar uma banda de DNA em uma única repetição (Figura 5).

Embora as sementes com umidade de 42% apresentaram um alto poder germinativo, não foi possível a visualização do DNA nestas. O que nos mostra um resultado inconclusivo. Pode ser que as sementes que sofreram secagem necessitem de outro protocolo para a extração de DNA.

## 5 CONCLUSÃO

Através dos testes realizados conclui-se que, até a umidade de 40%, as sementes de *Plinia cauliflora* ainda mantém um alto poder germinativo. Abaixo desse ponto, a secagem reduz drasticamente a viabilidade e com 22% de umidade a perda da viabilidade é total.

A condutividade elétrica obteve um resultado esperado, uma vez que quanto maior a condutividade elétrica, maior a perda de umidade nas sementes. Mostrando que a condutividade fornece uma estimativa do potencial germinativo das sementes.

A avaliação da integridade do DNA ficou inconclusiva, pois não foi possível visualizar nenhuma banda de DNA naquelas sementes que passaram pela secagem, mostrando que o protocolo utilizado não foi ideal para sementes que sofreram secagem, sendo necessário a utilização de outro protocolo para a visualização destas.

De acordo com a classificação de Hong e Ellis, 1999, onde a maioria das sementes morrem quando são submetidas à umidades abaixo de 10%, e a sua temperatura ideal para armazenamento é classificada em duas categorias, a de origem temperada, na qual sua temperatura ideal é provavelmente abaixo de 5° C, e a de origem tropical, onde sua temperatura ideal é igual ou maior a 10°C, podemos classificar as sementes de *Plinia cauliflora* em recalcitrantes de origem tropical, uma vez que perderam a viabilidade abaixo da umidade de 22%.

## REFERÊNCIAS

- BARBEDO, C. J.; MARCOS FILHO, J. **Tolerância à dessecação em sementes.** Acta Botanica Brasilica, Porto Alegre, v. 12, n. 2, p. 145-164, 1998.
- BAUDET, L.M.L.; VILLELA, F.A.; CAVARIANI, C. **Princípios de secagem.** Seed News, Pelotas, RS, n.10, p.20-27,1999.
- BEWLEY, J. D.; BLACK, M. **Seeds: physiology of development and germination.** Plenum, 445 p. 1994.
- CARVALHO, N.M. **A secagem de sementes.** Jaboticabal: FUNEP, 1994. 165p.
- CAVARIANI, C. **Secagem estacionária de sementes de milho com distribuição radial do fluxo de ar.** 1996. 85f. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) - Esalq-USP.
- DONADIO, L. C. **Jaboticaba (Myrciaria jaboticaba (Vell.) Berg).** Jaboticabal: Funep, 2000. 55p. (Série Frutas Nativas, 3).
- ELLIS, R. H.; HONG, T.D.; ROBERTS, E. H. **An intermediate category of seed storage behavior? I. Coffee.** Journal of Experimental Botany, v. 41, n. 9, p. 1167-1174, 1990.
- ELLIS, R. H.; HONG, T.D.; ROBERTS, E. H. **An intermediate category of seed storage behavior? II. Effects of provenance, immaturity, and imbibition on desiccation-tolerance in coffee.** Journal of Experimental Botany, Oxford, v. 42, n. 5, p. 653-657, 1991.
- FARIA, J.M.R.; LAMMEREN, A.A.M.; HILHORST, H.W.M. **Desiccation sensitivity and cell cycle aspects in seeds of Inga vera subsp. affinis.** Seed Science Research, v.14, n.2, p.165-178, 2004.
- FARRANT, J.M.; PAMMENTER, N.W.; BERJAK, P. **Recalcitrance: a current assessment.** Seed Science and Technology, Zurich, v.16, p.155-166, 1988.
- FLORA. **Jabuticabeira.** Disponível em:  
<<http://www.flora.avph.com.br/jabuticabeira.php>>. Acesso em: 25 abr. 2019.
- GROOT, S.P.C.; SOEDA, Y.; STOOPEN, G.; KONINGS, M.C.J.M.; GEEST, A.H.M. van der. Gene expression during loss and regaining of stress tolerance at seed priming and drying. In: NICOLÁS, G.; BRADFORD, K.J.; CÔME, D.; PRITCHARD, H.D. (Ed.). **The biology of seeds: recent research advances.** Cambridge: CAB International, 2003. p.279-287.
- HOEKSTRA, F. A.; GOLOVINA, E. A.; BUITINK, J. **Mechanisms of plant desiccation tolerance.** Trends in Plant Science, Oxford, v. 6, n.9, p. 431-438, 2001.
- LORENZI, H; et al. **Frutas brasileiras e exóticas cultivadas (de consumo in natura).** Instituto Plantarum de Estudos da Flora, Nova Odessa, SP, 2006. ISBN 85867174232.
- MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas.** Piracicaba: FEALQ, 2015. 495p.

OLIVER, M.J.; TUBA, Z.; MISHLER, B. D. **The evolution of vegetative desiccation tolerance in land plants**. *Plant Ecology*, Dordrecht, v. 151, n. 1, p.85-100, 2000.

PAMMENTER, N.W.; BERJAK, P. **Aspects of recalcitrant seed physiology**. *Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal*, v.12, p.56-69, 2000.

POWELL, A.A.; MATTHEWS, S. Deteriorative changes in pea seeds (*Pisum sativum* L.) stored in humid or dry conditions. **Journal of Experimental Botany**, Oxford, v. 28, p.227-236, 1986

ROBERTS, E. H. **Predicting the storage life of seeds**. *Seed Science and Technology*, Zurich, v. 1, n. 3, p. 499-514, 1973.

ROBERTS, E.H.; KING, M.W. **The characteristics of recalcitrant seeds**. In:

ROBERTS, E.H. **Recalcitrant crop seeds**. Kuala Lumpur: Tropical Press, 1980. p.1-5.

TEMAS EM FISILOGIA VEGETAL – LUIZ EDSON MOTA DE OLIVEIRA. **Dessecação de sementes**. Disponível em: <http://www.ledson.ufla.br/metabolismo-da-germinacao/etapas-da-germinacao/dessecao-de-sementes/>.

VALIO, I.F.M.; FERREIRA, Z.L. Germination of seeds of *Myrciaria cauliflora* (Mart.) Berg. (Myrtaceae). **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, Lavras, v.4, n.2, p.95-98, 1992.

VILLELA, F.A. **Efeitos da secagem intermitente sobre a qualidade de sementes de milho**. 1991. 104f. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) - Esalq-USP.