



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO  
INSTITUTO DE FLORESTAS  
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA FLORESTAL

**ESTELA PALHA SPINELLI**

**TECNOLOGIA DE SEMENTES E CONSERVAÇÃO DE *CUPANIA FLUMINENSIS*  
ACEV.-RODR. (SAPINDACEAE), UMA ESPÉCIE ENDÊMICA E AMEAÇADA DA  
MATA ATLÂNTICA**

Dra. Juliana Müller Freire  
Orientadora

SEROPÉDICA, RJ  
JULHO – 2023



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO  
INSTITUTO DE FLORESTAS  
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA FLORESTAL

**ESTELA PALHA SPINELLI**

**TECNOLOGIA DE SEMENTES E CONSERVAÇÃO DE *CUPANIA FLUMINENSIS*  
ACEV.-RODR. (SAPINDACEAE), UMA ESPÉCIE ENDÊMICA E AMEAÇADA DA  
MATA ATLÂNTICA**

Monografia apresentada ao Curso de Engenharia Florestal, como requisito parcial para a obtenção do Título de Engenheiro Florestal, Instituto de Florestas da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro.

Dra. Juliana Müller Freire  
Orientadora

Prof. Dr. Marcelo da Costa Souza  
Coorientador

SEROPÉDICA, RJ  
JULHO – 2023

**TECNOLOGIA DE SEMENTES E CONSERVAÇÃO DE *CUPANIA FLUMINENSIS*  
ACEV.-RODR. (SAPINDACEAE), UMA ESPÉCIE ENDÊMICA E AMEAÇADA DA  
MATA ATLÂNTICA**

**ESTELA PALHA SPINELLI**

APROVADA EM: 18/07/2023

BANCA EXAMINADORA:

---

Prof. Dr. Juliana Müller Freire – Embrapa  
Orientadora

---

Prof. Dr. Marcelo da Costa Souza – UFRRJ  
Coorientador

---

Prof. Dr. Tiago Böer Breier – UFRRJ  
Membro

À minha família de sangue e coração.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiramente, à minha família, Mãe, Pai, Julia e Drica, que são meu maior tesouro e alegria e me ensinam a olhar o mundo com carinho, leveza e sempre amor. Eles que me dão todo o apoio e combustível para trilhar os caminhos.

Agradeço à Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro pela intensa formação como profissional e pessoa e por proporcionar tantas experiências transformadoras que certamente levo comigo para toda vida.

Ao Jardim Botânico da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro pela proveitosa vivência ao longo dos últimos anos. Aos funcionários do Jardim, Fernando, Beto, BA, Angélica, Monica e outros pelo cuidado com essa casa e com os alunos, por trazerem alegria e boas risadas ao dia a dia.

À IPF Soluções Florestais e Paulo Farag pelas oportunidades, conselhos, ensinamentos e por viabilizarem essa pesquisa.

À Embrapa Agrobiologia pelo apoio à pesquisa e pelos aprendizados e vínculos criados ao longo do período de estágio.

À minha orientadora, Juliana Freire, pela relação que criamos, pela orientação presente, pela confiança e pelos múltiplos ensinamentos passados.

Agradeço ao professor Marcelo pela relação cultivada, pelas oportunidades que me deu e pela riqueza de ensinamentos que me passou.

À Denise Santana, Guilherme Chaer e Beatriz Aguiar pela ajuda com as análises estatísticas.

Aos companheiros de estágio, Clara Farag, Karine Vargas, Lucas Araújo, Felipe Dias e Esther Ramalho, pelo companheirismo e por trazerem mais alegria e leveza aos meus dias.

Agradeço ao Leandro Ritter pela parceria, pelo carinho, incentivo, pelas oportunidades e confiança e por compartilhar tanto conhecimento comigo.

Agradeço muito à Beatriz Aguiar e Julia Cavalcante, minhas irmãs que me dão forças, confiança, amor e companheirismo em todos os momentos.

Minha imensa gratidão à minha família ruralina, que me acompanha até aqui com amor e cumplicidade, proporcionando as melhores histórias e risadas. Joyce Alves, Flávio Terra, Fabio Hatab, Dilson Junior, Kadu Mendes, Isabela Sangy, Marcelo Perelló, Ana Penchel, Antonia Frez, Iara Romano, Camila Fernandes, Fred Meyer vocês são tudo.

Por fim, agradeço à diversidade biológica, cultural, humana e espiritual dessa terra, que me dá razão e combustível para prosseguir na busca por conhecimento e mudança.

## RESUMO

*Cupania fluminensis* é uma espécie arbórea da família Sapindaceae, endêmica do estado do Rio de Janeiro, e que se encontra em perigo de extinção (EN). Observado o estado alarmante de conservação das espécies e o longo histórico de degradação da Mata Atlântica, é necessário que medidas sejam tomadas para frear e reverter esse panorama. Com isso, a tecnologia de sementes de espécies nativas é uma ferramenta para obter conhecimento sobre a germinação das espécies e as melhores condições para sua multiplicação. *Cupania fluminensis*, no entanto, carece de estudos dessa área do conhecimento, fazendo com que essas informações sejam desconhecidas para a espécie. Logo, o objetivo desse trabalho é avaliar a germinação de sementes de *Cupania fluminensis* em diferentes temperaturas, substratos, com diferentes teores de água e avaliar se esta tolera o armazenamento, assim como obter os valores de peso de mil sementes e morfometria das sementes coletadas. Também foram obtidos os registros em herbários de ocorrência da espécie, buscando mapear a sua distribuição natural. Foram coletadas sementes de duas matrizes da espécie no município de Macaé (RJ), em outubro de 2021 (matriz 1) e outubro de 2022 (matriz 2). As sementes recém coletadas foram medidas em relação a morfometria (largura, comprimento e peso), peso de mil sementes, teor de água e germinação. Foram realizados experimentos de temperatura, substrato, tolerância à dessecação e armazenamento. O experimento de temperatura analisou a germinação das sementes de *Cupania fluminensis* em 15°C, 20°C, 25°C, 30°C, 35°C e 20-30°C alternados, em substrato de rolo de papel. O experimento de substrato avaliou a germinação das sementes da espécie: entre papel, sobre papel, entre vermiculita, sobre vermiculita, entre areia e sobre areia. No experimento para avaliar a tolerância das sementes ao dessecação, foram utilizadas oito amostras de 100 sementes e colocadas para secar em peneiras dentro de estufa de circulação forçada de ar, a 35°C. O peso das sementes foi sendo aferido ao longo do experimento até alcançarem os seguintes teores de água: T0 = 54.7%, T1 = 51.7%, T2 = 50.8%, T3 = 47.5%, T4 = 43.4%, T5 = 37.7%, T6 = 29.8%, T7 = 22.0% e T8 = 15.5%. No experimento de armazenamento, sementes frescas foram acondicionadas em embalagens plásticas por quatro meses, nas seguintes condições: à vácuo em ambiente de laboratório (29°C; UR 52%); sem vácuo em geladeira (4,31°C; UR 32,2%); com vácuo em geladeira. Os experimentos de temperatura e substrato foram submetidos à análise de variância e teste de Scott-Knott. A análise dos dados de secagem foi feita por regressão linear. As sementes apresentaram comprimento médio de  $12,83 \pm 1,14$  mm, largura de  $9,54 \pm 0,66$  mm e peso de  $0,69 \pm 0,16$  g. O peso de mil sementes correspondeu a  $669,8 \pm 10,5$  g (1493 sementes/kg) e  $688,7 \pm 27,9$  g (1452 sementes/kg), na matriz 1 e 2, respectivamente. O teor de água das sementes foi  $43,80 \pm 1,68\%$  para a matriz 1 e  $54,90 \pm 1,77\%$  para a matriz 2. Os resultados apontaram 25°C e 30°C como as melhores temperaturas para germinação e sobre papel como melhor substrato. A espécie não tolerou o armazenamento. *Cupania fluminensis* germina satisfatoriamente com teor de água nas sementes entre 38% e 43% e apresenta teor de água letal de 20%, classificando-se como uma espécie recalcitrante. A espécie apresentou 23 registros de ocorrência amplamente distribuídos pelo estado, sendo dois em unidades de conservação, o que pode representar uma carência de conservação *in situ* e baixa intensidade de coleta da espécie, podendo subestimar a real distribuição da espécie.

**Palavras-chave:** germinação; recalcitrância; espécies ameaçadas.

## ABSTRACT

*Cupania fluminensis* is a tree species of the Sapindaceae family, endemic to the state of Rio de Janeiro, and which is in danger of extinction (EN). Observing the alarming conservation state of the species and the long history of degradation of the Atlantic Forest, it is necessary that measures be taken to curb and reverse this scenario. Thus, seed technology of native species is a tool to obtain knowledge about the germination of species and the best conditions for their multiplication. *Cupania fluminensis*, however, lacks studies in this area of knowledge, making this information unknown for the species. Therefore, the objective of this work is to evaluate the germination of *Cupania fluminensis* seeds at different temperatures, substrates, with different water contents and to evaluate if it tolerates storage, as well as to obtain the values of weight of a thousand seeds and morphometry of the seeds collected. Records of occurrence of the species were also obtained in herbariums, seeking to map its natural distribution. Seeds were collected from two mother trees (M1 and M2) in the municipality of Macaé (RJ), in October 2021 (M1) and October 2022 (M2). The collected seeds were measured in relation to morphometry (width, length and weight), thousand seed weight, water content and germination. Temperature, substrate, desiccation tolerance and storage experiments were carried out. The temperature experiment analyzed the germination of *Cupania fluminensis* seeds at 15°C, 20°C, 25°C, 30°C, 35°C and 20-30°C alternately, on paper roll substrate. The substrate experiment evaluated the germination of seeds of the species: between paper, on paper, between vermiculite, on vermiculite, between sand and on sand. In the drying experiment, eight samples of 100 seeds were used and placed to dry on sieves, inside a forced air circulation oven at 35°C. The weight of the seeds was measured throughout the experiment until they reached the following water contents: T0 = 54.7%, T1 = 51.7%, T2 = 50.8%, T3 = 47.5%, T4 = 43.4%, T5 = 37.7%, T6 = 29.8%, T7 = 22.0% and T8 = 15.5%. In the storage experiment, fresh seeds were placed in plastic packages for four months, under the following conditions: vacuum in a laboratory environment (29°C; RH 52%); without vacuum in refrigerator (4.31°C; RH 32.2%); with vacuum in refrigerator. The temperature and substrate experiments were submitted to analysis of variance and Scott-Knott test. The analysis of the drying experiment was done by linear regression. The seeds had an average length of  $12.83 \pm 1.14$  mm, width of  $9.54 \pm 0.66$  mm and weight of  $0.69 \pm 0.16$  g. The weight of one thousand seeds corresponded to  $669.8 \pm 10.5$  g (1493 seeds/kg) and  $688.7 \pm 27.9$  g (1452 seeds/kg), in M1 and M2, respectively. The water content of the seeds was  $43.80 \pm 1.68\%$  for M1 and  $54.90 \pm 1.77\%$  for M2. The results showed 25°C and 30°C as the best temperatures for germination and on paper as the best substrate. The species did not tolerate storage. *Cupania fluminensis* seeds germinate satisfactorily with water content between 55% and 38% and has a lethal water content of 20%, classifying it as a recalcitrant species. The species had 23 records of occurrence widely distributed throughout the Rio de Janeiro state, two of which in protected areas, which may represent a lack of *in situ* conservation and low intensity of collection of the species, which may underestimate the real distribution of the species.

**Keywords:** germination; recalcitrancy; threatened species.

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>1</b>
<b>2. REVISÃO DE LITERATURA .....</b>	<b>2</b>
<b>2.1. Ortodoxia .....</b>	<b>2</b>
<b>2.2. Temperatura na germinação .....</b>	<b>2</b>
<b>2.3. Substrato para germinação .....</b>	<b>3</b>
<b>2.4. Dessecamento de sementes .....</b>	<b>3</b>
<b>2.5. Armazenamento de sementes.....</b>	<b>3</b>
<b>3. MATERIAL E MÉTODOS.....</b>	<b>4</b>
<b>3.1. Ocorrência da espécie e ameaça de extinção .....</b>	<b>4</b>
<b>3.2. Morfologia e fenologia .....</b>	<b>4</b>
<b>3.3. Coleta de frutos, beneficiamento e avaliação das sementes .....</b>	<b>4</b>
<b>3.4. Experimento de temperatura.....</b>	<b>8</b>
<b>3.5. Experimento de substrato .....</b>	<b>9</b>
<b>3.6. Experimento de secagem .....</b>	<b>9</b>
<b>3.7. Experimento de armazenamento.....</b>	<b>11</b>
<b>4. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>11</b>
<b>4.1. Ocorrência da espécie .....</b>	<b>11</b>
<b>4.2. Morfologia e fenologia .....</b>	<b>12</b>
<b>4.5. Experimento de temperatura.....</b>	<b>15</b>
<b>4.4 Experimento de substrato .....</b>	<b>16</b>
<b>4.6. Experimento de secagem .....</b>	<b>17</b>
<b>4.7. Experimento de armazenamento.....</b>	<b>19</b>
<b>4.8. Produção de mudas.....</b>	<b>19</b>
<b>5. CONCLUSÃO .....</b>	<b>20</b>
<b>6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>21</b>



## 1. INTRODUÇÃO

A história da degradação da Mata Atlântica se inicia com o atracar dos navios portugueses em território Pindorama e se perpetua intensamente até os dias de hoje. Estima-se que apenas 12,4% do bioma exista em sua cobertura original, estando boa parte contida em pequenos fragmentos (S.O.S. MATA ATLÂNTICA, 2021). Com seu território extremamente ocupado e seus remanescentes fragmentados, o cenário de ameaça das espécies da Mata Atlântica é também alarmante, apresentando o maior número de espécies ameaçadas dentre todos os biomas. Cerca de 2887 espécies da flora da Mata Atlântica possuem algum grau de ameaça de extinção, o que corresponde a 49% das espécies avaliadas para o bioma (CNCFlora, 2022).

A família Sapindaceae é uma família bastante representativa da flora do Brasil. Ela apresenta 436 espécies pertencentes a 32 gêneros no país e está distribuída em todo o território nacional. Seus hábitos são variados, contendo espécies de lianas, arbustos e árvores. Na Mata Atlântica têm-se registro de ocorrência de 23 gêneros e 203 espécies (FLORA E FUNGA DO BRASIL, 2023), e 24 espécies com algum grau de ameaça de extinção (CNCFlora, 2022).

*Cupania fluminensis* Acev.-Rodr. é uma espécie arbórea da família Sapindaceae que ocorre nas fisionomias de Floresta Ombrófila, Floresta Estacional e Restinga da Mata Atlântica. Essa espécie é classificada como Em Perigo (EN) de extinção (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 2022), sofrendo com a perda da qualidade de habitat e com a expansão urbana sobre as Restingas do estado (MARTINELLI *et al.*, 2018). Seus frutos são cápsulas loculicidas, triangular-ovadas, com sementes elípticas e apresentam avantajados arilos que são atrativos à fauna.

Diante da necessidade de uso e conservação de espécies ameaçadas de extinção, é necessário que mais informações sobre tecnologia de sementes sejam geradas, visando traçar estratégias de multiplicação e conservação mais adequadas. Dessa forma, busca-se determinar a qualidade fisiológica de lotes de sementes, através da análise da germinação e do vigor, (PEREIRA E NICOLAU, 2021), estimulando a pesquisa de novas técnicas e espécies nessa área que, anteriormente, era dominada por estudos voltados ao agronegócio (OLIVEIRA *et al.*, 1996).

Estudos sobre as condições ideais de análise de sementes, como temperatura, umidade e substrato de germinação, assim como a compreensão do comportamento da semente à secagem e ao armazenamento podem ser decisivos para aumentar o seu potencial germinativo e assim viabilizar o seu uso para recuperação de áreas degradadas. No caso da *Cupania fluminensis*, observa-se a total carência de estudos nessa área do conhecimento, e qualquer estudo bem conduzido pode contribuir para o avanço do conhecimento para a conservação da espécie.

O objetivo desse trabalho é avaliar a germinação de sementes da espécie *Cupania fluminensis* em diferentes temperaturas, substratos, com diferentes tempos de secagem, assim como obter os valores de peso de mil sementes e morfometria das sementes das matrizes coletadas. Além disso, a pesquisa busca mapear a área de ocorrência da espécie, avaliando se há registros de conservação *in situ* em Unidades de Conservação e apresentar uma caracterização morfológica para ela.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1. Ortodoxia

As sementes, segundo Roberts (1973), se dividem em dois grupos: as que podem ter sua viabilidade estendida a partir da redução do seu teor de água (entre 2 e 5%) e armazenamento em baixas temperaturas, essas assim consideradas ortodoxas e as que têm sua viabilidade comprometida pela redução do teor de água nas sementes, as recalcitrantes. Para Hong e Ellis (1996), sementes que não toleram o dessecamento a uma faixa entre 10% e 12% de teor de água na semente são, provavelmente, recalcitrantes, enquanto aquelas que toleram o dessecamento a 5%, provavelmente são ortodoxas e aquelas que mantêm sua viabilidade entre 10% e 12%, porém não toleram a secagem a 5%, podem ser chamadas de intermediárias, um novo grupo introduzido pelo autor.

Por outro lado, publicações mais recentes como Barbedo *et al.* (2018), questionam essa definição dicotômica e propõem um amplo espectro, no qual cada espécie apresenta suas especificidades. Dessa forma ele procura aprofundar a discussão feita em Barbedo *et al.* (2013), onde esse gradiente pode ser interpretado como uma variação na maturação das sementes, considerando que quanto mais imatura é uma semente, maior seu comportamento recalcitrante. Por fim, apresentam essas variações dependentes de fatores genotípicos, onde a evolução adaptou as características das sementes em prol de um estabelecimento mais rápido da espécie, antecipando sua dispersão e fatores fenotípicos, considerando uma influência de fatores ambientais em um período e local específicos.

### 2.2. Temperatura na germinação

A temperatura é um fator de grande influência para as reações bioquímicas da germinação, sendo o seu aumento um catalisador (até um certo limite) dessas reações. Ela influencia na absorção de água pela semente e é determinante para o seu vigor (CARVALHO E NAKAGAWA, 2012). As espécies apresentam diferentes temperaturas de preferência para sua germinação. Há aquelas em que essa preferência é por temperaturas alternadas, correspondendo a flutuações naturais do ambiente (FIGLIOLIA *et al.* 1993), como a *Cassia leptophylla* Vogel (Fabaceae), por exemplo, a qual Padilha *et al.* (2020) obtiveram o tratamento com temperaturas de 20°C-30°C alternadas como o mais recomendado para a germinação de suas sementes em substrato de rolo de papel. Há ainda aquelas que germinam indiferentemente em temperaturas constantes ou alternadas, como *Esenbeckia leiocarpa* Engl. (Rutaceae), que germinou estatisticamente igual em 25°C, 30°C e 25°C-30°C alternadas (SILVA *et al.*, 1997)

As temperaturas mais aplicadas em testes de germinação de sementes florestais tropicais são 25°C e 30°C (PIÑA-RODRIGUES *et al.*, 2015), sendo que Brancalion *et al.* (2011) ao reunirem estudos de 272 espécies, chegaram ao resultado de que a faixa que melhor contempla a diversidade brasileira é de 25°C para espécies da Caatinga e Mata Atlântica e 30°C para espécies da Amazônia.

Oliveira *et al.* (2009) avaliaram a germinação de *Talisia subalbans* (Mart.) Radlk. (Sapindaceae) em diferentes regimes térmicos: 15°C a 35°C e 25°C-35°C (alternadas). O estudo mostrou que as sementes germinadas a 25°C, 35°C e 25°C-35°C apresentaram maiores porcentagens de germinação, não diferindo entre si, com maior vigor observado à 35°C, sendo esta considerada a temperatura ótima de germinação da espécie.

Oliveira *et al.* (2017) testaram a germinação de *Sapindus saponaria* L. (Sapindaceae) em condições de 20°C, 25°C, 30°C e 35°C e alternadas de 20°C-30°C e 25°C-35°C em substrato de rolo de papel e constataram que as sementes da espécie germinam melhor nas temperaturas

alternadas de 20-30 e 25-35 °C, estatisticamente superiores às demais com germinação de aproximadamente 95%.

### **2.3.Substrato para germinação**

O substrato é um elemento importante e determinante para a germinação das sementes. Ele é responsável por proporcionar as condições adequadas de umidade e porosidade para o desenvolvimento das plântulas, sendo papel e vermiculita os mais empregados em testes de germinação, havendo, porém, outras possibilidades como areia (PIÑA-RODRIGUES *et al.*, 2015). Para a escolha do substrato deve ser considerado o tamanho das sementes e suas demandas ambientais de luz, umidade e desenvolvimento (FIGLIOLIA *et al.* 1993). Dessa maneira, o substrato torna-se um componente decisivo, para uma germinação efetiva e de qualidade, bem como para a obtenção de mudas vigorosas e aptas para o plantio (BOVOLINI *et al.*, 2015).

Gasparin *et al.* (2012) avaliaram a germinação de *Allophylus edulis* (A. St.-Hil., A. Juss. & Cambess.) Radlk.(Sapindaceae) sobre papel mata-borrão, sobre papel filtro, sobre e entre areia, sobre e entre vermiculita e rolo de papel, sendo conduzidos em câmara de germinação Mangelsdorf (25 °C). Os substratos sobre areia e entre vermiculita obtiveram os melhores resultados com 95% e 91% de germinação.

Para *Sapindus saponaria*, Oliveira *et al.* (2017) testaram sua germinação com sementes colocadas sobre areia esterilizada, sobre vermiculita e em rolo de papel Germitest. Areia e rolo de papel apresentaram os melhores resultados a 30°C, não diferindo estatisticamente entre si, com 95% e 90% de germinação, respectivamente.

### **2.4.Dessecamento de sementes**

A secagem é um processo realizado nas sementes para adequar seu teor de água ao armazenamento e para facilitar sua retirada de determinados frutos (PIÑA-RODRIGUES *et al.*, 2015). É também um indicativo da classificação quanto a ortodoxia da semente e sua predisposição ao armazenamento (ROBERTS, 1973)

Jose *et al.* (2007) avaliaram a tolerância de sementes de *Allophylus edulis* ao dessecamento em sala de secagem (20 ± 1°C/60 ± 10%UR) até alcançarem 12,6% de conteúdo de água. Os autores classificaram as sementes como recalcitrantes pois não mantiveram a viabilidade a teor de água abaixo de 12,6%.

Vieira (2005) avaliou a tolerância de sementes de *Cupania vernalis* Cambess. (Sapindaceae) ao dessecamento a 45%, 40%, 35%, 30%, 25% 20%, 15% e 10%. A espécie apresentou teor de água crítico aos 30%, onde a germinação começa a decair, e teor de água letal aos 11,5%. A espécie levou 33 dias para chegar a 18% de umidade.

### **2.5.Armazenamento de sementes**

O armazenamento de sementes é uma técnica amplamente aplicada em sistemas agrícolas e florestais que busca ampliar o tempo de viabilidade das sementes e sua longevidade. O tempo de armazenamento de sementes é específico para cada espécie e pode variar de acordo com o genótipo em indivíduos da mesma espécie (HONG e ELLIS, 1996).

Visto isso, Vieira *et al.* (2008) testaram a tolerância de sementes de *Cupania vernalis* ao armazenamento, com teores de umidade de 40%, 35% e 30%, em sacos plásticos sob temperatura controlada de 10°C e 25°C, com umidade relativa de 60%. Passados 240 dias, a

condição de armazenamento em câmara a 10°C e o uso de sementes com teor de água de 40%, favoreceu o armazenamento das sementes, obtendo germinação igual a 85%.

Senna *et al.* (2016) avaliaram o armazenamento de sementes de *Talisia esculenta* (A. St. Hil) Radlk – (Sapindaceae) em sacos de polietileno, de papel Kraft e garrafa PET transparente, nos ambientes de câmara (18 °C; 50% UR do ar), freezer (-21 ± 2 °C; 95% UR do ar) e natural de laboratório (28 ± 5 °C; 65% UR do ar). Os autores obtiveram os maiores teores de germinação (89%) de sementes armazenadas em sacos de polietileno por até 25 dias em câmara, sendo esse o tratamento mais indicado para a espécie.

Ao avaliar o armazenamento de *Sapindus saponaria* em embalagens de papel e vidro em ambiente natural de laboratório, Melo Junior *et al.* (2021) obtiveram satisfatório percentual de germinação (40%) até os 15 meses de armazenamento em embalagens de vidro a um teor de umidade de 12,1%.

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1.Ocorrência da espécie e ameaça de extinção

A fim de conhecer a distribuição de *Cupania fluminensis* no território, os ambientes onde ocorre e a intensidade de registros, fez-se uso das bases de dados virtuais de herbários pelas plataformas Specieslink (<https://specieslink.net/search/>) e Reflora (<https://reflora.jbrj.gov.br/reflora/PrincipalUC/PrincipalUC.do>), obtendo os registros de coletas para a espécie e retirando duplicatas. Ao longo do estudo outro espécime foi coletado, o qual ainda está em processo de registro no RBR (herbário da UFRRJ), e ainda não está disponível para consulta, porém foi considerado na contagem. A partir desses dados, foi utilizado o software Qgis para elaboração do mapa de registros de *Cupania fluminensis* em herbários, fazendo uso das coordenadas de coletas presentes nas plataformas acima citadas e da malha municipal do estado do Rio de Janeiro, disponível na plataforma do IBGE (2021).

O status de conservação da espécie foi consultado no Livro Vermelho da Flora Endêmica do Rio de Janeiro (MARTINELLI *et al.*, 2018), onde constam os critérios utilizados para avaliar o grau de ameaça da espécie, e quais são as ameaças, de acordo com o Red List Categories and Criteria da União Internacional para a Conservação da Natureza (IUCN).

#### 3.2.Morfologia e fenologia

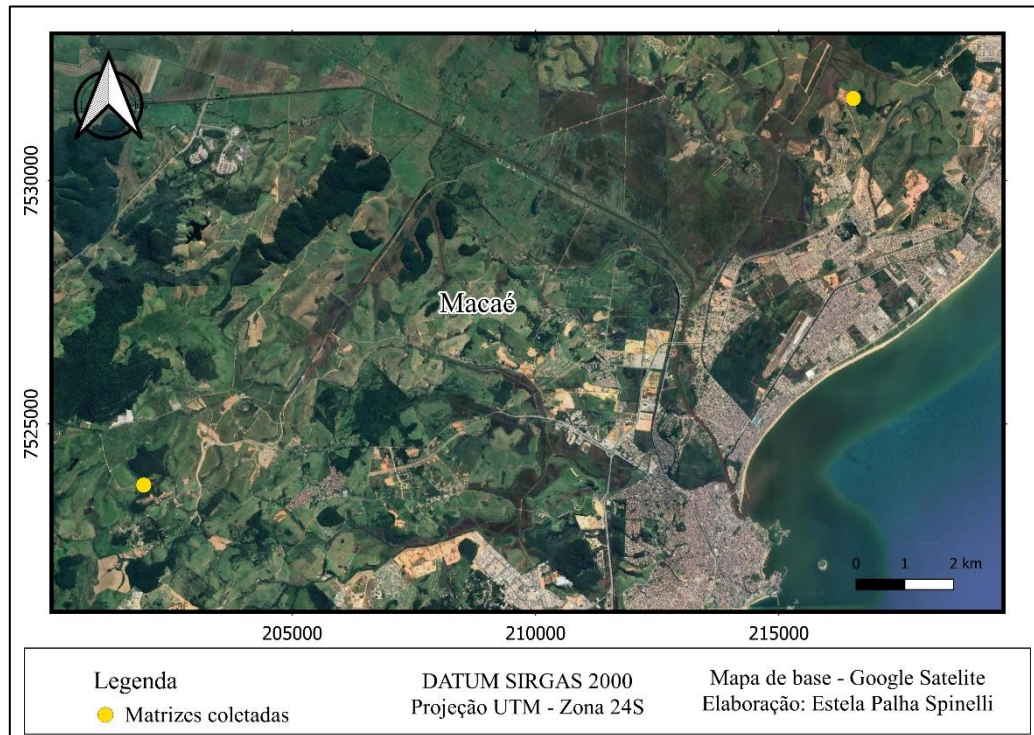
A descrição morfológica da espécie foi obtida através de pesquisa realizada no site da Flora do Brasil, através da observação de exsicatas e a partir de informações obtidas das matrizes estudadas em campo. Para a morfologia da germinação, foram utilizados os conceitos em Carvalho e Nakagawa (2012).

Ao longo de um ano foi acompanhada a fenologia da espécie nas matrizes marcadas no município de Macaé, com intervalo de três meses. O estágio reprodutivo das matrizes foi registrado em uma planilha e a partir dela foi montado um calendário fenológico para o período de coleta (Tabela 1). Tal estudo possibilitou o retorno ao campo na época mais adequada para a coleta dos frutos.

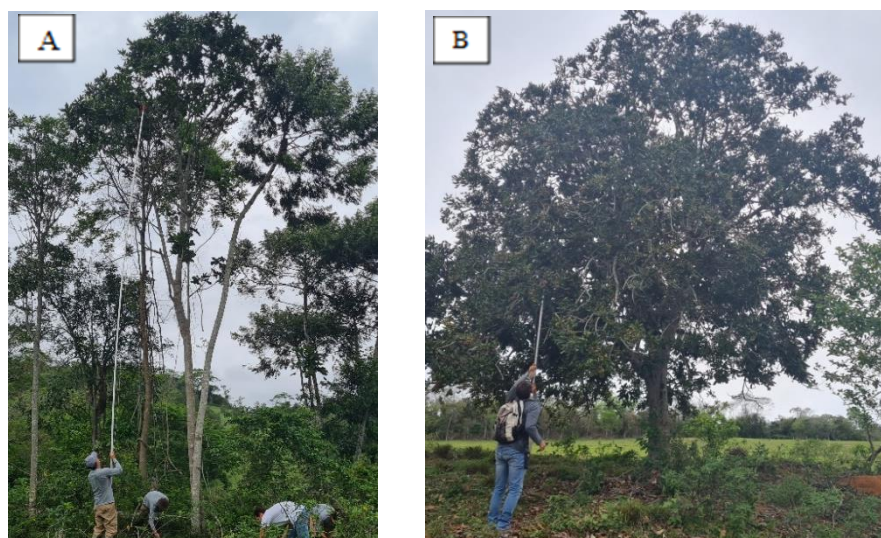
#### 3.3.Coleta de frutos, beneficiamento e avaliação das sementes

A coleta de frutos foi realizada nas matrizes localizadas no município de Macaé (RJ), nas coordenadas -22.3664520, -41.8941420 (matriz 1) e -22.2979479, -41.7531247 (matriz 2) – Figura 1. Ambas as matrizes se encontram em área antropizada, predominantemente

pastagens, em região de vegetação do tipo Floresta Estacional Semidecidual. As coordenadas foram inseridas no software Qgis para elaboração do mapa de localização das matrizes e utilizou-se a malha municipal do estado do Rio de Janeiro, disponível na plataforma do IBGE (2021). Os frutos da matriz 1 foram coletados maduros e secos em out/21, e os da matriz 2 foram coletados ainda verdes em out/22, com o auxílio de uma tesoura de poda alta (Figura 2, Figura 3).



**Figura 1.** Mapa com a localização das matrizes de *Cupania fluminensis* no município de Macaé (RJ) onde as sementes foram coletadas para a pesquisa.



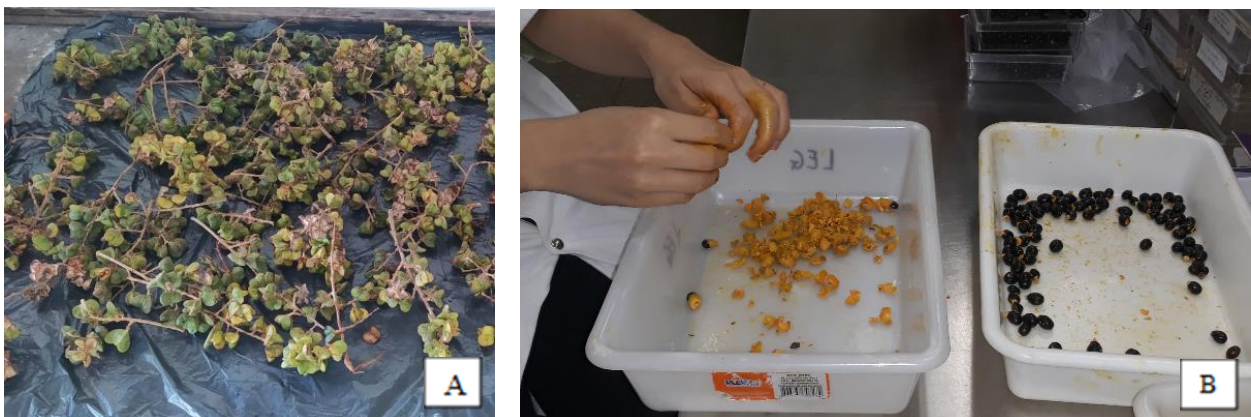
**Figura 2.** Coleta de frutos de *Cupania fluminensis* com auxílio de tesoura de poda alta. A: Matriz 1; B: Matriz 2. Autoria das imagens: Clara Farag.



**Figura 3.** A: frutos da matriz 1 coletados mais maduros; B: frutos da matriz 2 coletados imaturos. Autoria das imagens: Clara Farag.

Os frutos foram beneficiados no Jardim Botânico da UFRRJ e as sementes foram encaminhadas para serem beneficiadas e pesquisadas no Laboratório de Leguminosas da Embrapa Agrobiologia. Posteriormente foi realizado o plantio e a sementeira no viveiro do Jardim Botânico da UFRRJ visando a produção de mudas para conservação *ex situ*.

Para o beneficiamento, os frutos foram dispostos em uma lona na sombra até completarem a sua abertura e as sementes ficarem à mostra (Figura 4). O arilo de cada semente foi retirado para evitar contaminação com microrganismos decompositores nos testes de germinação.



**Figura 4.** A: Disposição dos frutos em lona para aguardar a abertura; B: separação dos arilos (cor amarela) das sementes de *Cupania fluminensis*. Autoria das imagens: Estela Spinelli.

Após o beneficiamento das sementes, foi realizada assepsia, com imersão das sementes em álcool 70% por 30 segundos, seguido da imersão em solução aquosa de hipoclorito de sódio 1% por 5 minutos, seguido de lavagem em água destilada para retirar a solução das sementes (Figura 5).



**Figura 5.** Processo de assepsia das sementes de *Cupania fluminensis*, com itens dispostos na sequência de uso, sendo: 1 – Álcool 70°, 2 – Hipoclorito de sódio, 3,4,5 e 6 – Água destilada. Autoria da imagem: Estela Spinelli.

Após o beneficiamento das sementes, foram realizadas as seguintes medições/avaliações, que são ilustradas na Figura 6:

**MORFOMETRIA:** Para obter a morfometria das sementes foi colhida uma amostra aleatória de 32 sementes da matriz 1, e 30 sementes da matriz 2. Cada semente foi medida transversal e longitudinalmente com um paquímetro digital e pesada em balança de precisão com quatro casas decimais.

**TEOR DE ÁGUA NAS SEMENTES:** Os testes de umidade foram conduzidos segundo as Regras para Análise de Sementes - RAS (BRASIL, 2009), com três amostras de 5g de sementes, colocadas em cadinhos de alumínio com tampa, em estufa a 105°C por 24h. O teor de água foi obtido a partir da diferença entre o peso das amostras antes e após a secagem em estufa.

**PESO DE MIL SEMENTES:** O peso de mil sementes foi obtido a partir de oito amostras aleatórias de 100 sementes, como consta nas Regras para Análise de Sementes - RAS (BRASIL, 2009) e pesadas em balança de precisão com 3 casas decimais.



**Figura 6.** Avaliações das sementes de *Cupania fluminensis*. A: medição longitudinal da semente com paquímetro digital; B: determinação do teor de água da semente, em estufa a 105°C por 24 horas; C: pesagem individual de semente em balança de precisão; D: amostras de 100 sementes para obtenção do peso de mil sementes. Autoria das imagens: A, B e C - Juliana Freire; D - Estela Spinelli.

### 3.4. Experimento de temperatura

Para esse experimento foram utilizadas sementes coletadas em outubro de 2021 (Matriz 1), com as quais foi avaliada a germinação em diferentes temperaturas (15°C, 20°C, 25°C, 30°C, 35°C e 20-30°C alternados), em substrato de rolo de papel. O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, com quatro repetições de 23 sementes para cada tratamento. Previamente ao teste de germinação, foi realizada assepsia conforme descrito acima, e adicionando o fungicida Rancona (0,5 ml de solução para 50 g de sementes).

Foi realizada a análise de variância a 5% de significância e então o teste de Scott-Knott através do software S-Plus. Foram analisadas semanalmente até 111 dias o número de sementes germinadas, o número de sementes mortas e duras e o Índice de Velocidade de Germinação, de a partir da seguinte fórmula, proposta por Maguire (1962):

$$IVG = \frac{N1}{D1} + \frac{N2}{D2} + \dots + \frac{Nn}{Dn}$$

Em que:

IVG = índice de velocidade de germinação;

N = números de plântulas verificadas no dia da contagem;

D = números de dias após a semeadura em que foi realizada a contagem.



### 3.5. Experimento de substrato

Nesse experimento, foram utilizadas as sementes coletadas da matriz 2 em out/22. Foram testados os seguintes substratos como tratamentos: entre papel (T1), sobre papel (T2), entre vermiculita (T3), sobre vermiculita (T4), entre areia (T5) e sobre areia (T6) - Figura 7. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com 4 repetições de 25 sementes por tratamento. Os tratamentos foram avaliados semanalmente, por até 183 dias, contabilizando-se o percentual de germinação e de sementes mortas. Foi feita análise de variância e teste de Scott-Knott com os dados a nível de 5% de significância através do software R.



**Figura 7.** A: Sementes sobre areia. B: Sementes sobre vermiculita. Autoria das imagens: Estela Spinelli.

### 3.6. Experimento de secagem

Para esse experimento foram utilizadas as sementes coletadas da matriz 2 em out/22. Para avaliar a tolerância das sementes ao dessecamento, foi utilizado o método do Teor de Água Desejado (Hong & Ellis, 1996), para se obter como tratamentos as sementes com diferentes teores de água. Aplicou-se a seguinte fórmula:

$$DMC = \frac{(100 - T_{Ai}) \times P_i}{(100 - T_{Af})}$$

Sendo: DMC = Peso final no teor de água desejado

T<sub>Ai</sub> = teor de água inicial da semente;

T<sub>Af</sub> = teor de água final da semente;

P<sub>i</sub> = peso inicial da semente

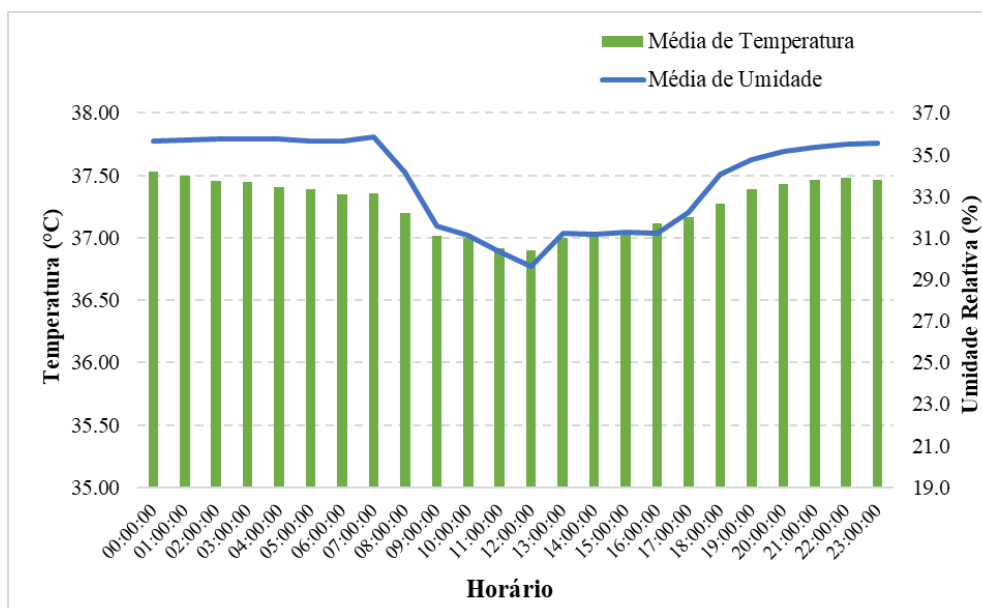
Conhecendo o teor de água inicial das sementes, buscou-se alcançar os seguintes teores: T<sub>0</sub> = teor de água inicial, T<sub>1</sub> = 45%, T<sub>2</sub> = 42%, T<sub>3</sub> = 40%, T<sub>4</sub> = 35%, T<sub>5</sub> = 30%, T<sub>6</sub> = 20%, T<sub>7</sub> = 10% e T<sub>8</sub> = 5% de teor de água na semente.

Foram pesadas oito amostras de 100 sementes e colocadas para secar em peneiras dentro de estufa de circulação forçada de ar, a 35°C. O peso das sementes foi sendo aferido ao longo do experimento até alcançarem os valores desejados (Figura 8). A temperatura e umidade

relativa do ar foram monitoradas com um termohigrógrafo com registro a cada hora, ao longo do período de secagem (Figura 9).



**Figura 8.** A: pesagem das sementes de *Cupania fluminensis* submetidas à secagem; B: estufa de circulação forçada de ar. Autoria das imagens: A – Estela Spinelli; B – Juliana Freire.



**Figura 9.** Valores médios de temperatura e umidade obtidos com o termohigrógrafo no período de secagem das sementes na estufa de circulação forçada de ar.

Para analisar a viabilidade das sementes de *Cupania fluminensis* com diferentes teores de água, foi realizado o teste de germinação, utilizando rolo de papel, em germinador do tipo B.O.D. a temperatura constante de 25°C, com fotoperíodo de 12 horas, sendo avaliado até 196 dias após a montagem dos testes. O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, com quatro repetições de 25 sementes para cada tratamento. Os dados foram analisados através do software S-Plus, por análise de regressão linear, tendo a germinação como variável dependente e o teor de água como variável independente.

### 3.7. Experimento de armazenamento

As sementes de *Cupania fluminensis* coletadas na matriz 2 em out/22 foram armazenadas 15 dias após a coleta, em embalagens plásticas nas seguintes condições: T1 - armazenadas à vácuo em temperatura ambiente no laboratório ( $28,9 \pm 3,6^\circ\text{C}$ ; UR  $51,9 \pm 9,4\%$ ); T2 - sementes armazenadas sem vácuo na geladeira ( $4,31 \pm 1,8^\circ\text{C}$ ; UR  $32,2 \pm 6,5\%$ ); T3 - à vácuo na geladeira. As sementes foram tratadas com fungicida Rancona, utilizando solução de 0,5 ml de fungicida para 50 g de semente.

Após 4 e 8 meses de armazenamento, a viabilidade das sementes foi avaliada através de teste de germinação e teste de umidade. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com quatro repetições de 11 sementes para cada tratamento e o teste foi avaliado até 107 dias após sua montagem.

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

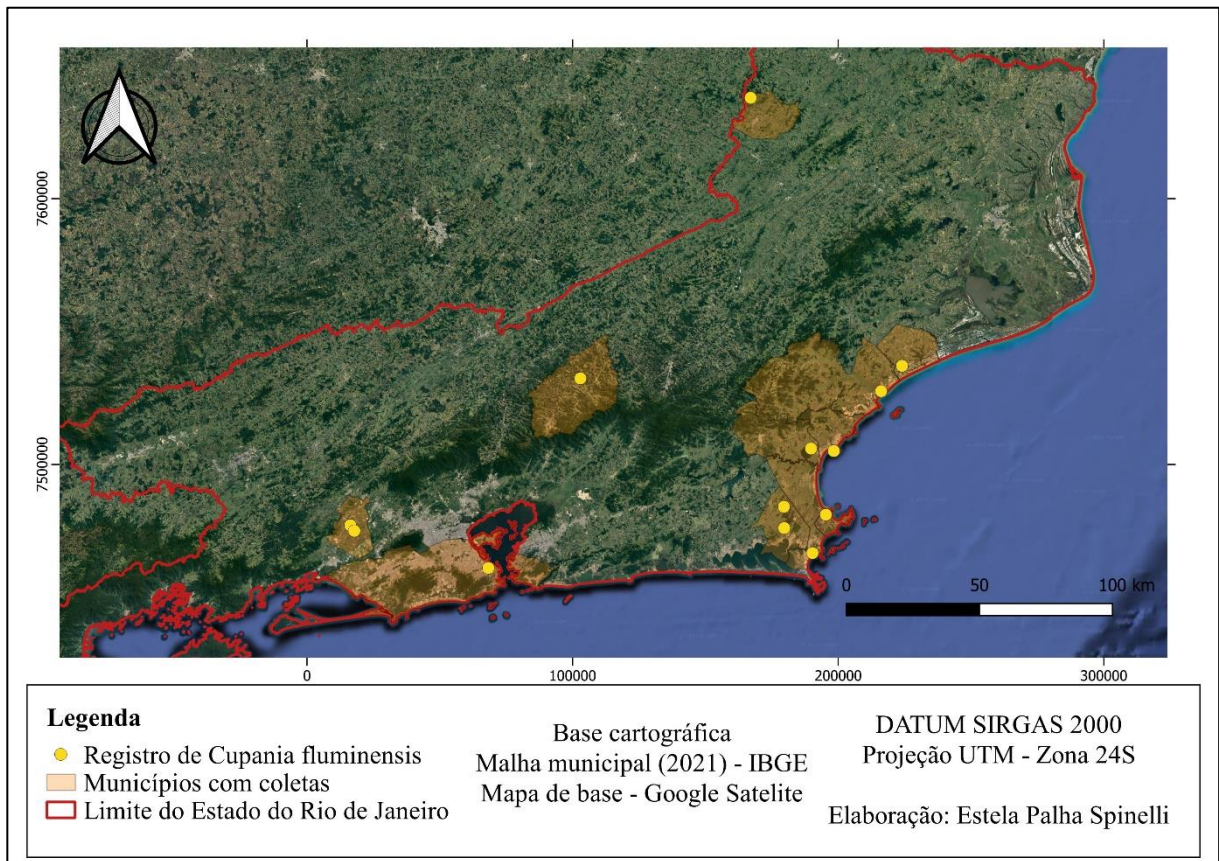
### 4.1. Ocorrência da espécie

*Cupania fluminensis* foi considerada em perigo de extinção, pela Resolução CONEMA Nº 80 de 24 de maio de 2018, apenas para o estado do Rio de Janeiro até 2022, local restrito de sua ocorrência. Após a publicação da Portaria MMA nº 148, de 7 de Junho de 2022, a espécie é ameaçada em todo território nacional, uma vez que esta considerou as espécies endêmicas de cada estado.

Segundo Martinelli *et al.* (2018), a espécie apresenta extensão de ocorrência (EOO) correspondente a  $4607 \text{ km}^2$  e área de ocupação (AOO) de  $28 \text{ km}^2$ , sendo suas maiores ameaças a perda de qualidade de habitat e a ocupação antrópica desordenada das Restingas do estado. Dessa forma, *Cupania fluminensis* enquadra-se como em perigo de extinção (EN), uma vez que apresenta EOO inferior a  $5000 \text{ km}^2$  e AOO inferior a  $500 \text{ km}^2$ . A espécie recebeu o critério B de avaliação da International Union for Nature Conservation (IUCN), que indica ameaça ao seu habitat de ocorrência. Dentro do critério, apresentou extensão de ocorrência e área de ocupação em declínio e sujeitas a fragmentação severa e perda de qualidade (IUCN, 2001; IUCN 2004).

As plataformas SpeciesLink e Re flora apresentaram 22 coletas para *Cupania fluminensis* (Figura 10). Além dos registros presentes na plataforma, há mais uma coleta da espécie realizada no município de São Francisco de Itabapoana, na Estação Ecológica Estadual Guaxindiba, que ainda está em processo de herborização no RBR, totalizando 23 registros para a espécie. Do total de coletas, quatro estão localizadas em Unidades de Conservação, sendo duas da categoria Proteção Integral (Estação Ecológica Estadual Guaxindiba e Reserva Ecológica Darcy Ribeiro) e duas de Uso Sustentável (APA da Bacia do Rio São João/Mico-Leão-Dourado e APA de Grumari). Esse fato acende um alerta para a conservação *in situ* e para a baixa intensidade de coleta da espécie, que pode subestimar a real distribuição da espécie, visto que algumas coletas foram realizadas próximas a Unidades de conservação, podendo indicar uma maior ocorrência em áreas protegidas.

Há registros da espécie, portanto, para os municípios de Armação dos Búzios (3), Cabo Frio (1), Carapebus (1), Macaé (1), Miracema (1), Niterói (2), Rio das Ostras (5), Rio de Janeiro (2), São Pedro da Aldeia (2), Seropédica (4), sendo Rio das Ostras o município com maior número de registros. Do total de coletas, 7 foram realizadas nos últimos 10 anos, o que indica poucos registros recentes de indivíduos, podendo ser incerta a existência dos espécimes mais antigos coletados.



**Figura 10.** Mapa de registros de *Cupania fluminensis* em herbários. Registros sem coordenadas não estão representados, porém os municípios em que ocorreram estão destacados no mapa como os demais.

#### 4.2. Morfologia e fenologia

São árvores com copa estreita e bastante permeável à luz. Casca estriada, alva-acinzentada, apresentando ramos e folhas pubescentes quando jovens. Face abaxial castanho-esverdeada, pubescente nas nervuras. Os frutos são cápsulas loculicidas, com três alas, sublenhosos quando maduros, cobertos por indumento ferrugíneo-tomentoso, contendo até 3 sementes cada. As sementes apresentam formato elipsoide com dimensões de 10 mm a 17 mm de comprimento e 7,4 mm a 11 mm de largura. Apresentam arilo de cor alaranjada recobrendo 2/3 da semente (Figura 11). A fenologia registrada ao longo do estudo para as matrizes da região está apresentada na Tabela 1.



**Figura 11.** Morfologia de *Cupania fluminensis* Acev.-Rodr. A: indivíduo adulto; B: casca; C: frutos; D: folhas com destaque para a face adaxial; E: folhas destacando a face abaxial; F: frutos abertos; G: sementes com arilo; H: sementes sem o arilo. Autoria das imagens: A, F - Clara Farag; B, C, D, E, G, H: Estela Spinelli.

**Tabela 1.** Calendário fenológico contendo dados para *Cupania fluminensis*, no período de outubro de 2022 a outubro de 2023.

	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
Flores						X	X	X				
Frutos										X	X	X

As sementes de *Cupania fluminensis* apresentam germinação do tipo hipogea (CARVALHO E NAKAGAWA, 2012), de forma que o epicótilo apresenta desenvolvimento mais veloz que o hipocótilo e forma uma curvatura para perfurar o solo. A germinação é criptocotiledonar (BRASIL, 2009), ou seja, os cotilédones permanecem dentro do tegumento durante a germinação (Figura 12).



**Figura 12.** Desenvolvimento da germinação de *Cupania fluminensis*, podendo-se observar na última plântula (da esquerda para a direita) a curvatura do epicótilo destinada a romper o solo. Autoria da imagem: Estela Spinelli.

#### 4.3. Caracterização dos lotes de sementes

As sementes do primeiro lote (matriz 1) de *Cupania fluminensis* apresentaram comprimento de  $13,20 \text{ mm} \pm 1,34$ , largura de  $9,59 \text{ mm} \pm 0,75$  e peso de  $0,73 \text{ g} \pm 0,20$ . Já as do segundo lote (matriz 2) apresentaram valor médio de comprimento igual  $12,45 \text{ mm} \pm 0,70$ , largura de  $9,50 \text{ mm} \pm 0,55$  e peso de  $0,66 \text{ g} \pm 0,11$ . O peso de mil sementes correspondeu a  $669,88 \pm 10,49 \text{ g}$  ( $1.493 \text{ sementes/kg}$ ) e  $688,700 \pm 27,987 \text{ g}$  ( $1.452 \text{ sementes/kg}$ ), na matriz 1 e 2, respectivamente.

Ao avaliar o teor de água das sementes recém-chegadas no laboratório obteve-se  $43,80 \pm 1,68$  para o lote 1 e  $54,90 \% \pm 1,77$  para o lote 2. O que pode explicar a melhor germinação do primeiro lote, visto que, através do experimento de secagem observou-se que o maior percentual de germinação foi encontrado nos tratamentos com teor de água entre  $37,74\%$  e  $43,41\%$  (Tabela 2).

**Tabela 2.** Morfometria, peso de mil sementes, teor de água e germinação das sementes de cada matriz de *Cupania fluminensis*.

	Matriz 1	Matriz 2
Comprimento (mm)	13,20	12,45
Largura (mm)	9,59	9,50
Peso (g)	0,73	0,66
Peso de mil sementes (g)	669.88	688.70
Teor de água (%)	43,80	54,90
Germinação (%)	77%	28%

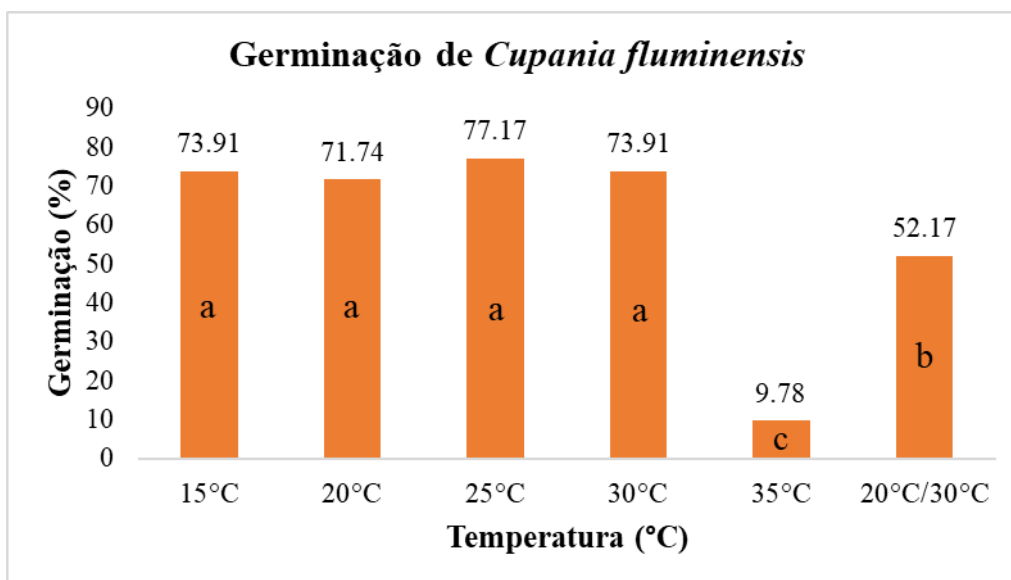
#### 4.5. Experimento de temperatura

As sementes de *Cupania fluminensis* podem germinar em uma ampla faixa de temperatura, porém a velocidade de germinação pode ser mais afetada pela sua variação. Os melhores resultados, considerando a análise de germinação e IVG, foram obtidos a 25°C e 30°C, que não diferiram estatisticamente. Estas temperaturas se assemelharam estatisticamente de 15°C e 20°C para a variável germinação, porém foram superiores estatisticamente quando se considerou o IVG (Tabela 3 e Figuras 13 e 14). Por apresentar o maior percentual de germinação e IVG, a temperatura de 25°C pode ser considerada a temperatura ótima para a espécie, como indicado por Carvalho e Nakagawa (2012). Esse valor é compatível com o valor esperado para espécies da Mata Atlântica, como exposto por Brancalion *et al.* (2011).

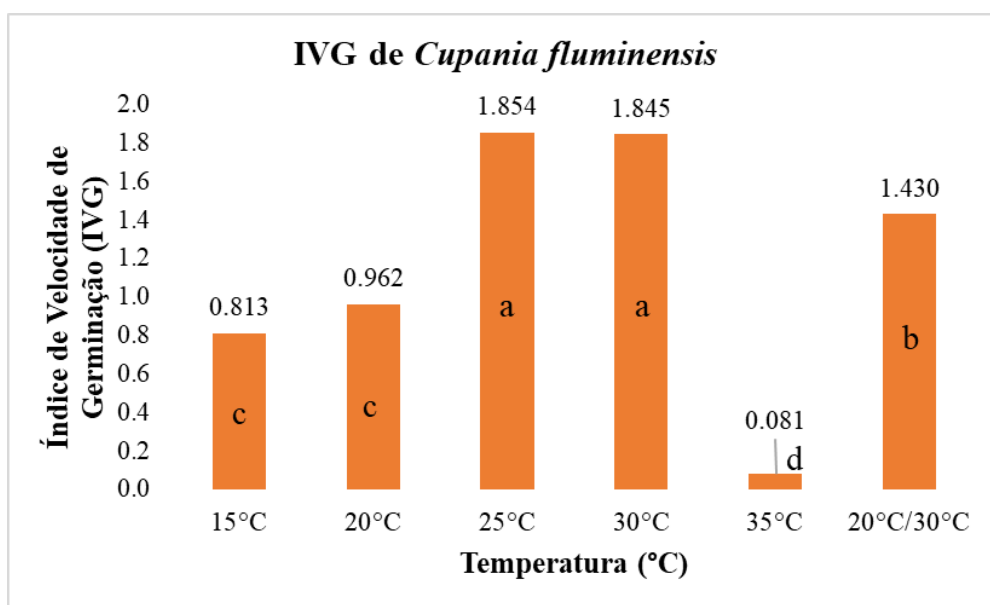
As sementes começaram a germinar a partir da primeira semana de avaliação e até o final do teste (111 dias) ainda havia sementes germinando. A temperatura alternada (20°C/30°C), assim como a constante de 35°C reduziram significativamente a sua capacidade germinativa, indicando uma sensibilidade da espécie a amplitude térmica e a possíveis mudanças climáticas.

**Tabela 3.** Germinação (G%) e Índice de Velocidade de Germinação (IVG), Mortalidade de sementes (M%) e sementes não germinadas (D%) para as sementes de *Cupania fluminensis* submetidas a diferentes temperaturas em condições de laboratório. Valores com letras iguais não se diferem estatisticamente pelo Teste de Scott-Knott.

Tratamento	Temperatura	G%	IVG	M%	D%
T1	15°C	73.91 <sup>a</sup>	0.81 <sup>c</sup>	16.30	10.87
T2	20°C	71.74 <sup>a</sup>	0.96 <sup>c</sup>	22.83	6.52
T3	25°C	77.17 <sup>a</sup>	1.85 <sup>a</sup>	21.74	1.09
T4	30°C	73.91 <sup>a</sup>	1.85 <sup>a</sup>	27.17	1.09
T5	35°C	9.78 <sup>c</sup>	0.08 <sup>d</sup>	82.61	7.61
T6	20°C/30°C	52.17 <sup>b</sup>	1.43 <sup>b</sup>	39.13	8.70



**Figura 13.** Germinação (%) de sementes de *Cupania fluminensis* em diferentes temperaturas em condições de laboratório. Valores com letras iguais não se diferem estatisticamente pelo Teste de Scott-Knott.

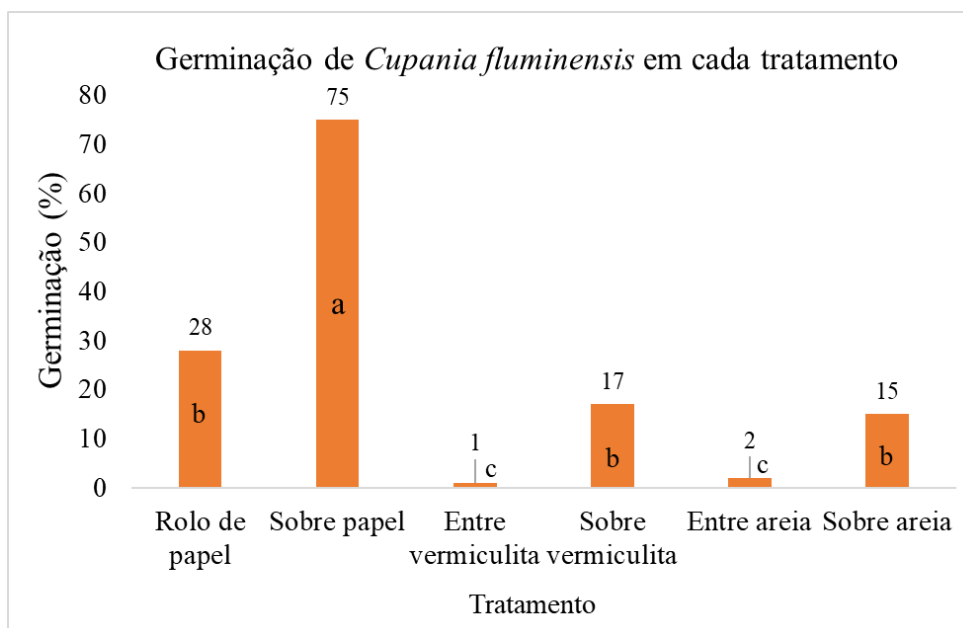


**Figura 14.** Índice de Velocidade de Germinação para sementes de *Cupania fluminensis* em cada temperatura avaliada. Valores com letras iguais não se diferem estatisticamente pelo Teste de Scott-Knott.

#### 4.4 Experimento de substrato

A maior germinação ocorreu sobre papel, com 75% das sementes germinadas, seguida de rolo de papel, com 28%, que não diferiu estatisticamente de sobre vermiculita (17%) e sobre areia (15%). Tal resultado pode sugerir um comportamento fotoblástico da espécie, respondendo positivamente à luz no processo germinativo. Areia e vermiculita não diferem entre si, em ambas as posições das sementes. O resultado da germinação nos diferentes substratos é representado graficamente na Figura 15.





**Figura 15.** Germinação (%) de *Cupania fluminensis* nos diferentes substratos em condições de laboratório. Valores com letras iguais não se diferem estatisticamente pelo Teste de Scott-Knott.

#### 4.6. Experimento de secagem

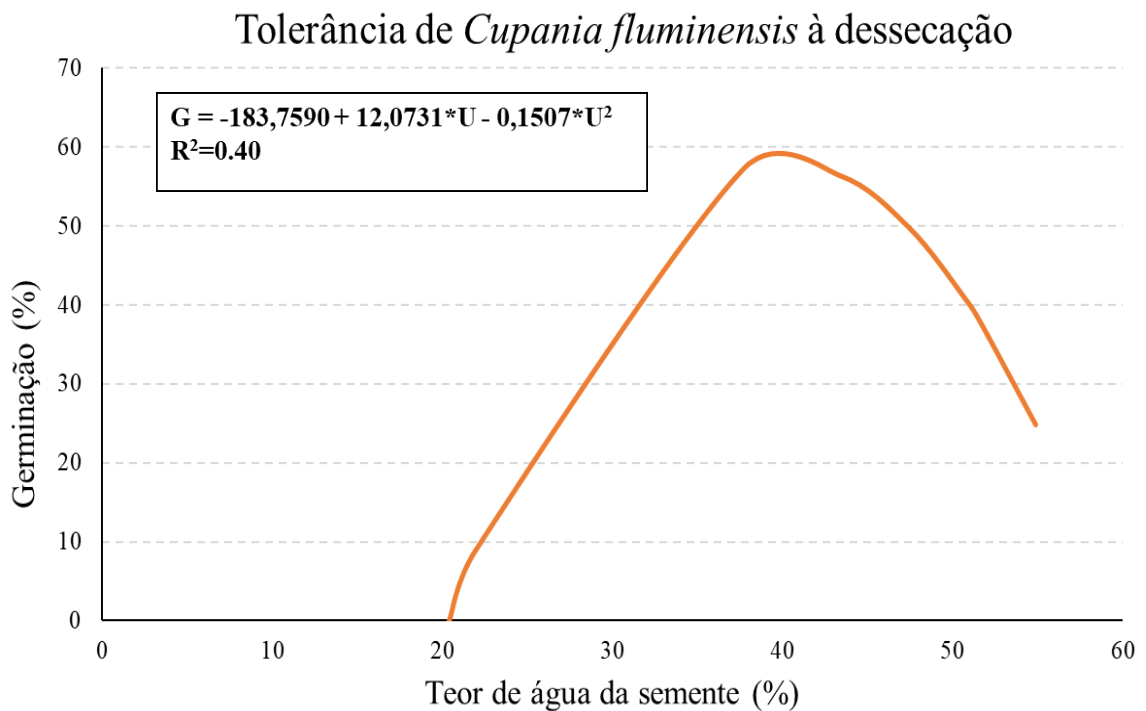
As sementes de *Cupania fluminensis* apresentaram germinação e teor de água iniciais de 28% e 54,9%, respectivamente. Após serem secas, alcançaram os seguintes valores de teor de água: T1 = 51.69% (1 dia de secagem), T2 = 50.78% (2 dias de secagem), T3 = 47.46% (2 dias de secagem), T4 = 43.41% (6 dias de secagem), T5 = 37.73% (8 dias de secagem), T6 = 29.82% (15 dias de secagem), T7 = 22.03% (22 dias de secagem) e T8 = 15.49% (26 dias de secagem).

A relação entre germinação (G) e teor de água (U) se ajustou ao modelo quadrático a seguir, que apresentou valor de Coeficiente de Determinação ( $R^2$ ) igual a 0,40:

$$G = -183,7590 + 12,0731 * U - 0,1507 * U^2$$

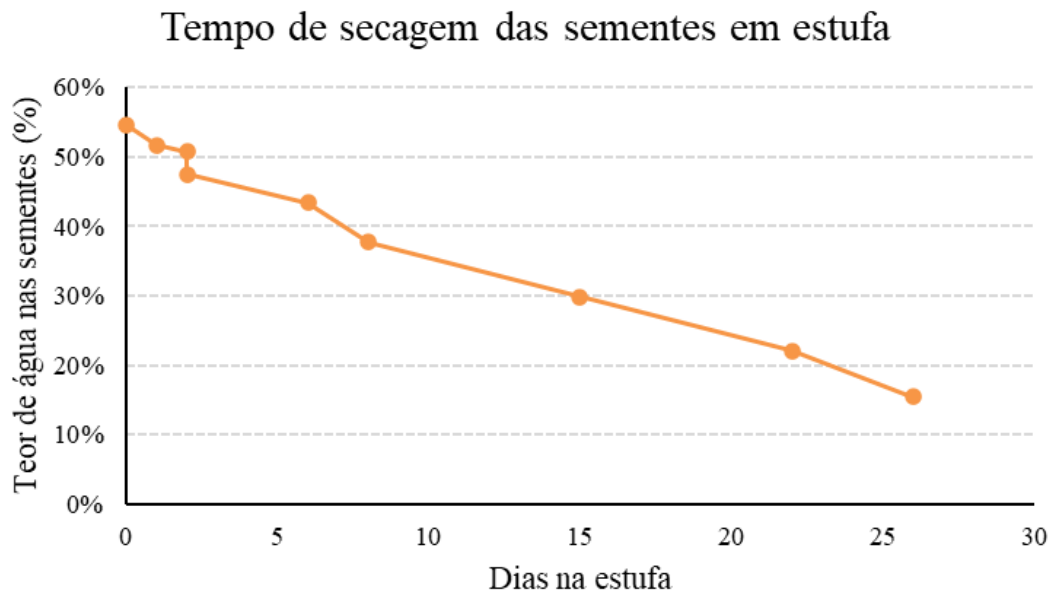
O modelo indicou um aumento da germinação das sementes de 28% para 57% após secagem por 6 dias. A partir de 38% de teor de água, as sementes começam a reduzir a capacidade germinativa a uma taxa de 12% a cada 1% de umidade reduzido. A partir de 20% de umidade as sementes de *Cupania fluminensis* não germinaram mais, sendo esse o teor letal de umidade para a espécie (Figura 18).

A baixa germinação inicial da espécie pode ser resultante do estágio de maturação mais verdes que os frutos foram colhidos. Isso porque, no ano anterior, quando os frutos foram coletados mais marrons, as sementes apresentaram germinação muito mais elevada. Sabe-se que o ponto de maturação dos frutos influencia na germinação e vigor das sementes. A colheita de frutos mais verdes também pode justificar o favorecimento da germinação com a secagem, até um certo ponto. A secagem, nesse caso, pode ter contribuído no processo de maturação das sementes.



**Figura 16.** Tendência de germinação de *Cupania fluminensis* em função do teor de água nas sementes, seguindo o modelo de regressão linear obtido.

As sementes levaram 26 dias na estufa de circulação forçada de ar para alcançarem até 15% de teor de água, o que pode ser visto como uma resistência estratégica contra a perda de água para preservar a vida do embrião em condições hídricas mais escassas, como pode-se observar em fisionomias de Restinga e Floresta Estacional, ambientes onde ocorre a espécie (Figura 19). Outra espécie que apresentou a mesma estratégia foi *Cupania vernalis*, onde Vieira (2005) levanta hipótese de a resistência à perda de água estar relacionada com a presença de uma camada de células em forma de paliçada, com característica hidrofóbica, no tegumento das sementes da espécie. Esta pode ser uma possível explicação para a ocorrência do fenômeno em *Cupania fluminensis*. *Eugenia villaenovae* Kiaersk. e *Eugenia involucrata* DC., espécies da família Myrtaceae, também apresentam ocorrência em tipologias vegetais com períodos hídricos mais escassos, como Restinga (*Eugenia villaenovae*), Floresta Estacional, Cerrado e Campo Rupestre (*Eugenia involucrata*), levaram 32 e 40 dias para secar até 5% e 24,6% de teor de água nas sementes, respectivamente (RAMALHO, E. M. M., 2022 e BARBEDO *et al.*, 1998).



**Figura 17.** Tempo que as sementes de *Cupania fluminensis* permaneceram na estufa de circulação forçada a 35°C até alcançarem teor de água de 15%.

#### **4.7. Experimento de armazenamento**

Para esse experimento com *Cupania fluminensis*, obteve-se 0% de germinação para T1 (à vácuo em temperatura ambiente no laboratório) e T2 (sem vácuo na geladeira) e 5% para T3 (à vácuo na geladeira), o que foi de encontro com o que foi observado por Vieira *et al.* (2008) para *Cupania vernalis*, levando a questionar se é uma característica da espécie ou do lote que foi coletado. Como falou-se em Barbedo *et al.* (2018), a recalcitrância pode estar relacionada ao grau de maturação da semente, reduzindo a recalcitrância à medida que a semente amadurece. Como parte dos frutos coletados em out/22 ainda estavam verdes e foram deixados expostos até sua abertura, a maturação das sementes pode ter sido prejudicada no processo, afetando sua tolerância ao armazenamento.

#### **4.8. Produção de mudas**

As plântulas resultantes dos testes de germinação foram encaminhadas para o Jardim Botânico da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro e lá foram produzidas mudas de *Cupania fluminensis*, no Viveiro Eliseu Félix da Costa (Figura 20). As mudas serão destinadas ao enriquecimento de fragmentos florestais e arborização urbana em Macaé, além de serem plantadas no próprio Jardim Botânico da UFRRJ, compondo sua coleção viva e fazendo conservação *ex situ* da espécie.



**Figura 18.** Mudanças de *Cupania fluminensis* no viveiro do Jardim Botânico da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Autoria das imagens: Estela Spinelli.

## 5. CONCLUSÃO

Com base nos resultados encontrados podemos concluir que *Cupania fluminensis* pode ser considerada uma espécie recalcitrante, apresentando os maiores valores de germinação com teor de água nas sementes entre 33% e 47%, e apresentou teor de água letal de 20%. O substrato indicado para a germinação da espécie é sobre papel. As melhores temperaturas para germinação foram de 15°C, 20°C, 25°C e 30°C e para vigor foram 25°C e 30°C. Nas condições do presente estudo, e com o lote coletado, a espécie não tolerou o armazenamento.

Foram observados apenas quatro registros de *Cupania fluminensis* em unidades de conservação, o que aumenta a preocupação com a conservação *in situ* da espécie. A espécie não está presente nas coleções vivas do Jardim Botânico do Rio de Janeiro e no Jardim Botânico da UFRRJ, representando baixa perspectiva de conservação *ex situ*. Dessa forma, esse trabalho se finaliza com o objetivo da produção de mudas da espécie e de dar início a sua conservação *ex situ* no Jardim Botânico da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BARBEDO, C.J. 2018. A new approach towards the so-called recalcitrant seeds. **Journal of Seed Science** v. 40, p. 221-236, 2018.

BARBEDO C.J.; CENTENO D.C.; FIGUEIREDO-RIBEIRO R.C.L. 2013. Do recalcitrant seeds really exist? **Hoehnea**, v. 40, p. 583-593, 2013.

BARBEDO, C. J. *et al.* Germinação e armazenamento de diásporos de cerejeira (*Eugenia involucrata* DC - Myrtaceae) em função do teor de água. **Revista Brasileira de Sementes**, v.20, n.1, p.184-188, 1998.

BOVOLINI, M. P. *et al.* Influência da temperatura e substrato na germinação e vigor de sementes de Jacaranda micrantha Cham. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, Lages, v.14, n.3, p. 203-209, 2015.

BRANCALION, P. H. S. *et al.* Temperatura ótima de germinação de sementes de espécies arbóreas brasileiras. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 33, n. 4, p. 616-623, 2011.

BRASIL, **Glossário ilustrado de morfologia**. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. – Brasília: Mapa/ACS, 2009.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Portaria MMA nº 148, de 7 de Junho de 2022**. Atualização da Lista Nacional de Espécies Ameaçadas de Extinção. Diário Oficial da União, Brasil, v. 108, sec. 1, p. 74. 2022. Disponível em: <<https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/portaria-mma-n-148-de-7-de-junho-de-2022-406272733>>. Acesso em: 01 de junho de 2023.

BRASIL. **Regras para análise de sementes**. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, Brasília: Mapa/ACS, 2009. 398 p.

CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 5. ed. Jaboticabal: FUNEP, 2012.

CENTRO NACIONAL DE CONSERVAÇÃO DA FLORA. Conserva Flora. Disponível em: <<https://proflora.jbrj.gov.br/conserva-flora/>>. Acesso em: 22 jun. 2023

CONSELHO ESTADUAL DE MEIO AMBIENTE DO RIO DE JANEIRO. **Resolução CONEMA Nº 80 de 24 de maio de 2018**. Lista oficial de espécies endêmicas ameaçadas de extinção da flora do estado do Rio de Janeiro. Secretaria de Estado do Ambiente, 2018.

Cupania in **Flora e Funga do Brasil**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <<https://floradobrasil.jbrj.gov.br/FB111623>>. Acesso em: 02 jul. 2023

FIGLIOLIA, M.B.; OLIVEIRA, E.C.; PIÑA-RODRIGUES, F.C.M. **Sementes florestais tropicais**. Brasília: ABRATES, 1993.

**Flora e Funga do Brasil**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/>>. Acesso em: 02 jul. 2023

FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. Atlas dos remanescentes florestais da Mata Atlântica. **Relatório Técnico**. São Paulo, 2015. Disponível

em:<<http://www.inea.rj.gov.br/cs/groups/public/documents/document/zwew/mte0/~edisp/inea0114389.pdf>>. Acesso em: 20 maio 2023.

GASPARIN, E. *et al.* Identificação de substrato adequado para germinação de sementes de *Allophylus edulis* (A. St.-Hil., A. Juss. & Cambess.) Radlk. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 22, n. 3, p. 625-630, 2012

HONG, T.D.; ELLIS, R.H. **A protocol to determine seed storage behaviour**. Rome: International Plant Genetic Resources Institute, 1996. 55p.

IBGE, INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Malha Municipal Digital da Divisão Político-Administrativa Brasileira**. 2022. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/geociencias/organizacao-do-territorio/malhas-territoriais/15774-malhas.html?=&t=sobre>> Acesso em: 02 jul. 2023

IUCN, INTERNATIONAL UNION FOR NATURE CONSERVATION. **Guidelines for using the IUCN Red List Categories and Criteria**. Gland, Switzerland: Standards and Petitions Subcommittee of the IUCN SSC Red List Programme Committee, 2004.

IUCN, INTERNATIONAL UNION FOR NATURE CONSERVATION. **IUCN Red List Categories and Criteria: Version 3.1**. Gland, Switzerland and Cambridge, UK: IUCN Species Survival Commission, 2001.

JOSÉ, A. C.; DA SILVA, E. A.; DAVIDE, A.C. Classificação fisiológica de sementes de cinco espécies arbóreas de mata ciliar quanto a tolerância à dessecação e ao armazenamento. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 29, n. 2, p. 171-178, 2007.

KRZYŻANOWSKI, F. C.; VIEIRA, R. D.; FRANÇA NETO, J. B. **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999.

MAGUIRE, J. D. Speed of germination aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. **Crop Science**, Madison, v. 2, n. 2, p. 176-77, 1962.

MARTINELLI G. *et al.* **Livro vermelho da flora endêmica do estado do Rio de Janeiro**. Rio de Janeiro: Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro, 2018.

MELO JUNIOR, J. L. A. *et al.* Viability of seeds of some tropical tree species during storage. **Australian Journal of Crop Science**. V. 15, n. 6, p. 960-964, 2021.

OLIVEIRA, A. K. M. *et al.* Temperatura e substrato na germinação de sementes e no crescimento inicial de plântulas de *Sapindus Saponaria* (Sapindaceae). **Gaia Scientia**, v. 11, n. 2, p. 131-143, 2017.

OLIVEIRA, E. C.; PIÑA-RODRIGUES, F. C. M.; e FIGLIOLIA, B. M. Propostas para a padronização de metodologias em análise de sementes florestais. **Revista Brasileira de Sementes**, vol. 11, n°s 1,2,3, p. 1-42, 1996

OLIVEIRA, H. M. *et al.* Comportamento germinativo de sementes de *Talisia subalbans* (Mart.) Radlk. (Sapindaceae) submetidas a diferentes temperaturas e condições de secagem. **Ciênc. agrotec.**, Lavras, v. 33, n. 2, p. 391-396, 2009.

- PADILHA, M. S. *et al.* Temperaturas e substratos para o teste de germinação de sementes de *Cassia leptophylla* Vogel. **Revista Agri-Environmental Sciences**, Palmas, v. 6, 2020.
- PIÑA-RODRIGUES, F. C. M.; FIGLIOLIA, M.B.; DA SILVA (ORGS.). **Sementes florestais tropicais: da ecologia à produção**. Londrina: ABRATES, 2015b, 477 p.
- PEREIRA, M. D.; NICOLAU, J. P. B. **Inovações aplicadas à tecnologia de sementes florestais**. Iguatu, CE : Quipá Editora, 2021. 95 p.
- RAMALHO, E. M. M. **Tecnologia de sementes para a conservação de espécies ameaçadas: o caso da *Eugenia villaenovae* Kiaersk (Myrtaceae)**. 2022. 40p. Trabalho de Conclusão de Curso – Curso de Engenharia Florestal - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2022.
- ROBERTS, E.H. Predicting the Storage Life of Seeds. **Seed Science and Technology**, v. 1, p. 499-514, 1973.
- SENA, L. H. DE M. *et al.* Storage of pitombeira seeds [*Talisia esculenta* (A. St. Hil) Radlk - Sapindaceae] in diferente enviroments and packagings. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v. 40, n. 3, p. 435-445, 2016
- SILVA, A. *et al.* Interação de luz e temperatura na germinação de sementes de *Esenbeckia leiocarpa* Engl. (guarantã). **Revista Instituto Florestal**, São Paulo, v. 9, n. 1, p. 57-64, 1997.
- VIEIRA, C. V. **Sensibilidade à dessecação, armazenamento, germinação e morfologia de sementes de *Cupania vernalis* Camb.** 2005. 65 p. Dissertação (Mestrado) – Pós-graduação em Agronomia – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2005.
- VIEIRA, C. V. *et al.* Germinação e armazenamento de sementes de camboatã (*Cupania vernalis* Cambess.) Sapindaceae. **Ciênc. agrotec.**, Lavras, v. 32, n. 2, p. 444-449, 2008.