

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA  
CAMPUS DE CURITIBANOS  
DEPARTAMENTO DE AGRICULTURA, BIODIVERSIDADE E FLORESTAS  
CURSO DE ENGENHARIA FLORESTAL

Luan Victor Negri Torres

**Seleção precoce para crescimento inicial de mudas em teste de progênie de *Cupressus lusitanica* Mill.**

Curitibanos, SC

2023

Luan Victor Negri Torres

**Seleção precoce para crescimento inicial de mudas em teste de progênie de *Cupressus lusitanica* Mill.**

Trabalho Conclusão do Curso de Graduação em Engenharia Florestal do Centro de Ciências Rurais da Universidade Federal de Santa Catarina como requisito para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia Florestal.

Orientador: Prof<sup>º</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Kelen Haygert Lencina.

Curitibanos, SC

2023

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,  
através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Universitária da UFSC.

Negri Torres, Luan Victor

Seleção precoce para crescimento inicial de mudas em teste de progênie de *Cupressus lusitanica* Mill. / Luan Victor Negri Torres ; orientadora, Kelen Haygert Lencina, 2023.

46 p.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) - Universidade Federal de Santa Catarina, Campus Curitibanos, Graduação em Engenharia Florestal, Curitibanos, 2023.

Inclui referências.

1. Engenharia Florestal. 2. Melhoramento florestal. 3. *Cupressus lusitanica* Mill. 4. Ganho de seleção. 5. Herdabilidade. I. Haygert Lencina, Kelen . II. Universidade Federal de Santa Catarina. Graduação em Engenharia Florestal. III. Título.

Luan Victor Negri Torres

**Seleção precoce para crescimento inicial de mudas em teste de progênie de *Cupressus lusitanica* Mill.**

Este Trabalho Conclusão de Curso foi julgado adequado para obtenção do Título de “Bacharel em Engenharia Florestal” e aprovado em sua forma final pelo Curso de Engenharia Florestal

Curitiba, 17 de Novembro de 2023.



Documento assinado digitalmente  
**MARCELO BONAZZA**  
Data: 12/12/2023 08:56:56-0300  
CPF: \*\*\*.641.899-\*\*  
Verifique as assinaturas em <https://v.ufsc.br>

**Prof. Dr. Marcelo Bonazza**  
Coordenador do Curso

**Banca Examinadora:**



Documento assinado digitalmente  
**Kelen Haygert Lencina**  
Data: 12/12/2023 13:48:26-0300  
CPF: \*\*\*.476.600-\*\*  
Verifique as assinaturas em <https://v.ufsc.br>

**Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Kelen Haygert Lencina**  
Orientadora

Universidade Federal de Santa Catarina



Documento assinado digitalmente  
**AMANDA GONCALVES GUIMARAES**  
Data: 12/12/2023 08:30:33-0300  
CPF: \*\*\*.578.976-\*\*  
Verifique as assinaturas em <https://v.ufsc.br>

**Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Amanda Gonçalves Guimarães**  
Avaliadora

Universidade Federal de Santa Catarina



Documento assinado digitalmente  
**MARIO DOBNER JUNIOR**  
Data: 12/12/2023 08:33:13-0300  
CPF: \*\*\*.250.659-\*\*  
Verifique as assinaturas em <https://v.ufsc.br>

**Dr. Mário Dobner Júnior**  
Avaliador

Universidade Federal de Santa Catarina

Este trabalho é dedicado a todas as pessoas que de alguma maneira, por palavras ou ações afetuosas, me influenciaram a chegar até aqui, inteiro.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço ao universo, por colocar as pessoas e as experiências certas em meu caminho, me transformando no homem que sou hoje, mesmo que nem sempre saiba lidar com isso no momento.

A Deus e ao meu anjo da guarda, por me protegerem nesse caminho tão complicado e ao mesmo tempo, tão colorido que é a vida.

A minha família e em especial aos meus pais, José Mandalho Filho e Ionedes Torres de Moraes, por acreditarem em meu potencial e depositarem em mim, todo amor, esperança, fé e incentivo, que desde minha infância não seriam possíveis sem sua influência. Reconheço sua luta e espero deixá-los orgulhosos.

Ao André Lima Zerbinato, pelo companheirismo, cumplicidade, amor e dedicação, que me fizeram olhar o mundo de outra forma e me transformaram em uma pessoa mais humana, fiel a mim e a minha verdade.

A minha orientadora, Kelen Haygert Lencina, pelos conhecimentos adquiridos, força de vontade em construir um projeto único, paciência e por ser e me incentivar a ser um profissional melhor. Também ressalto a parceria do Dr. Mário Dobner Júnior no processo de coleta e partilha das sementes para a realização desse trabalho.

Ao grupo de melhoramento, pela companhia e troca de experiências únicas e proveitosas, seja pelo conhecimento e ajuda para com esta monografia, quanto pelo convívio e parceria. A universidade e professores, pela oportunidade e por testarem meus limites.

Aos meus amigos e em especial à Luiza da Silva Tognon, à Taise Teixeira e à Mariah Rosa Fillipin, por servirem tanto como rede de apoio e de trabalho ao longo da graduação, como também pela amizade e risadas, que ficarão em minha memória para sempre. Obrigado a todos que me deram a mão na graduação.

Muito obrigado a todos!

“Foi o tempo que dedicaste à tua rosa, que a fez  
tão importante...”

*(Antoine de Saint-Exupéry)*

## RESUMO

O *Cupressus lusitanica* Mill, é uma conífera popularmente conhecida como cipreste. Apresenta boa capacidade de adaptação a terrenos rasos e áreas de encosta, e produz madeira leve com densidade de 0,44 g/cm<sup>3</sup>. Além dessas características, atinge produtividade média de até 30 m<sup>3</sup>/ha/ano. Com isso, consiste em uma espécie potencial para produção e diversificação de madeira, atingindo maiores nichos de mercado. Diante disso, o objetivo desse trabalho foi avaliar e selecionar progênies de *C. lusitanica* por crescimento inicial em viveiro. Para isso, cones foram coletados em área de teste clonal instalado na Unidade Experimental Florestal da Universidade Federal de Santa Catarina. Inicialmente, as sementes foram semeadas em bandejas de 10 litros, contendo substrato comercial e vermiculita. Posteriormente, as mudas foram transferidas para tubetes de 280 cm<sup>3</sup>, com 50% de substrato comercial MecPlant e 50% de terra de subsolo. Semanalmente foram realizadas regas manuais de solução nutritiva. O experimento foi avaliado inicialmente a cada 15 dias quanto a sua germinação nas sementeiras para cálculo do Índice de velocidade de Germinação (IVG) e Tempo Médio de Germinação (TMG). Já nos tubetes, as plantas foram avaliadas a cada 30 dias para altura em centímetros, diâmetro de coleto em milímetros e relação altura/diâmetro para estimação dos parâmetros genéticos pelo programa Selegen-Reml/Blup. O delineamento foi inteiramente casualizado com número variável de repetições de uma planta por genótipo. O genótipo JAP4, o mais vigoroso do experimento, com 100% de germinação, IVG de 9,29 dias e TMG de 51,88 dias. A progênie menos vigorosa foi MA2, com 2% de taxa de germinação, IVG de 0,04 e TMG de 70 dias. Para a altura, o diâmetro e a relação altura/diâmetro, valores de verossimilhança superiores aos do Qui-quadrado tabelado (6,63 e 3,84), para os níveis de significância de 1 e 5%. A variável altura apresentou os maiores valores de variância fenotípica individual e repetibilidade individual, acurácia. Em relação as características diâmetro e relação altura/diâmetro, a eficiência é percebida apenas após o quinto mês de medições, com 0,820 e 0,829, respectivamente. Para a característica altura, resultados admissíveis são notados a partir do segundo mês de levantamentos, com 0,874. No desempenho relativo, manteve-se todos os genótipos do estudo com valor acima de 80%. Os valores de ganho de seleção observados para a variável diâmetro foram de 15,60%, para altura, 8,45%, e para relação altura/diâmetro, 2,12%. Sendo assim, percebe-se variabilidade genética entre os genótipos de *Cupressus lusitanica* Mill, possibilitando ganhos genéticos por meio da seleção precoce, sobretudo para a variável altura.

**Palavras-chave:** Cipreste. Selegen-Reml/Blup. Melhoramento florestal. Ganho de seleção.



## ABSTRACT

*Cupressus lusitanica* Mill is a conifer popularly known as cypress. It has good adaptability to shallow land and hillside areas and produces light wood with a density of 0.44 g/cm<sup>3</sup>. In addition to these characteristics, it reaches an average productivity of up to 30 m<sup>3</sup>/ha/year. Therefore, it is a potential species for wood production and diversification, reaching larger market niches. Therefore, the objective of this work was to evaluate and select *C. lusitanica* progenies for initial growth in the nursery. For this, cones were collected in a clonal test area installed at the Experimental Forestry Unit of the Federal University of Santa Catarina. Initially, the seeds were sown in 10-liter trays containing commercial substrate and vermiculite. Subsequently, the seedlings were transferred to 280 cm<sup>3</sup> tubes, with 50% MecPlant commercial substrate and 50% subsoil soil. Manual watering with nutrient solution was carried out weekly. The experiment was initially evaluated every 15 days regarding its germination in the seedbeds to calculate the Germination Speed Index (GSI) and Average Germination Time (AGT). In the tubes, the plants were evaluated every 30 days for height in centimeters, collection diameter in millimeters and height/diameter ratio to estimate genetic parameters using the Selegen-Reml/Blup program. The design was completely randomized with a variable number of replications of one plant per genotype. The JAP4 genotype, the most vigorous in the experiment, with 100% germination, GSI of 9.29 days and AGT of 51.88 days. The least vigorous progeny was MA2, with a 2% germination rate, GSI of 0.04 and AGT of 70 days. For height, diameter and height/diameter ratio, likelihood values were higher than those of the tabulated chi-square (6.63 and 3.84), for significance levels of 1 and 5%. The height variable presented the highest values of individual phenotypic variance and individual repeatability and accuracy. Regarding the characteristics of diameter and height/diameter ratio, efficiency is only perceived after the fifth month of measurements, with 0.820 and 0.829, respectively. For the height characteristic, acceptable results are noted from the second month of surveys onwards, with 0.874. In relative performance, all genotypes in the study maintained a value above 80%. The selection gain values observed for the diameter variable were 15.60%, for height, 8.45%, and for the height/diameter ratio, 2.12%. Therefore, genetic variability can be seen between the genotypes of *Cupressus lusitanica* Mill, enabling genetic gains through early selection, especially for the height variable.

**Keywords:** Cypress. Selegen-Reml/Blup. Forest improvement. Selection gain.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Progenie de <i>Cupressus lusitanica</i> Mill em plantio clonal localizado na Área Experimental Florestal.....	16
Figura 2 - Mapa da Área Experimental Florestal da Universidade Federal de Santa Catarina. .....	23
Figura 3 - A) Ramo de <i>Cupressus lusitânica</i> com cones; B) Beneficiamento dos cones; C) 1º armazenamento dos cones para cada progenie de cupressus; D) Armazenamento após secagem natural total dos cones para cada progenie. ....	24
Figura 4 – A) Materiais para plantio das sementes; B) Disposição final nas bandejas; C) Plantio de 100 sementes de cupressus por bandeja para cada genótipo; D) Organização do transplante de mudas de cupressus em tubetes nas grades.....	25
Figura 5 – Eficiência do uso de m medidas para progênies de <i>Cupressus lusitânica</i> Mill, referentes as variáveis altura, diâmetro e altura/diâmetro. ....	33

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Número de sementes germinadas por avaliação a cada 15 dias, porcentagem de germinação; índice de velocidade de germinação e tempo médio de germinação, por genótipo de <i>Cupressus lusitanica</i> Mill. ....	28
Tabela 2 – Análise de Deviance a partir do programa Selegen-Reml/Blup para mudas de <i>Cupressus lusitanica</i> Mill. ....	30
Tabela 3 – Componentes de variância (REML Individual) e parâmetros genéticos para altura, diâmetro e relação H/D de mudas de <i>Cupressus lusitanica</i> Mill. ....	30
Tabela 4 – Ganho genético (GS), nova média e desempenho relativo em porcentagem (DR), para variável altura, estimado em relação ao número de mudas germinadas dos dezessete genótipos selecionados de <i>Cupressus lusitanica</i> Mill, com seis coletas consecutivas em casa de vegetação climatizada. ....	35
Tabela 5 – Ganho de seleção para as variáveis altura, diâmetro e relação altura/diâmetro, considerando uma intensidade de 50% de seleção entre progênies de <i>Cupressus lusitanica</i> Mill. ....	36

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>13</b>
1.1	OBJETIVOS .....	14
<b>1.1.1</b>	<b>Objetivo Geral.....</b>	<b>14</b>
<b>1.1.2</b>	<b>Objetivos específicos.....</b>	<b>15</b>
<b>2</b>	<b>REFERENCIAL TEÓRICO .....</b>	<b>16</b>
2.1	<i>Cupressus lusitanica</i> MILL .....	16
2.2	TESTE DE PROGÊNIE .....	18
2.3	TESTE CLONAL .....	19
2.4	SELEGEN REML/BLUP .....	21
<b>3</b>	<b>METODOLOGIA.....</b>	<b>22</b>
3.1	LOCAL DO ESTUDO, COLETA E BENEFICIAMENTO DAS SEMENTES ..	22
3.2	INSTALAÇÃO DO TESTE DE PROGÊNIE.....	25
3.3	ANÁLISE DE DADOS .....	26
<b>4</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>28</b>
<b>5</b>	<b>CONCLUSÃO.....</b>	<b>38</b>
	<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>39</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Entende-se que o setor florestal brasileiro muito contribui com o desenvolvimento econômico e social do país. Entretanto, em virtude da crescente demanda mundial por produtos de origem florestal, o setor não reflete o potencial apresentado, podendo alcançar posições muito mais elevadas e fazendo jus à sua real capacidade de produção. Para isso, necessita-se de eficiência técnica, bem como modernizar e aprimorar os processos de produção, otimizando inclusive o rendimento dos plantios florestais (PETRAUSKI *et al.* 2012; HEINRICH, 2010).

Estima-se que o comércio mundial de produtos florestais movimente por volta de 100 bilhões de dólares, com um aumento da demanda por matéria-prima anual de cerca de 2% ao ano e, especificamente, o sudeste asiático, com aumento de 5% ao ano. Entretanto, a disponibilidade de madeira para o setor apresenta constantes quedas, em função da restrição das áreas de florestas disponíveis, bem como à sua acessibilidade, resultado do aumento da pertinácia das organizações de proteção ambiental (OSORIO, 2007).

Segundo a Lei Federal nº 11.428 de 2006, regulamentada no Decreto Federal nº 6.660 de 2008, que trata da utilização e proteção da Mata Atlântica, embora o plantio de espécies nativas seja autorizado, os períodos de extração de fontes madeireiras exploráveis, bem como o manejo de vegetação primária e secundária em estados médios e avançados de regeneração, ficam restritos apenas ao limite máximo de 50% dos exemplares plantados, previamente cadastrados junto ao órgão ambiental competente, desincentivando a exploração econômica madeireira (BRASIL, 2006; BRASIL, 2008).

Em 2022, o Brasil representou a maior receita já registrada para o setor florestal, chegando a R\$ 244,6 bilhões. Também possui os menores custos para produção de celulose no mercado internacional, ocupando o segundo lugar no ranking mundial de produção e o primeiro lugar para exportação mundial de celulose. Isso se deve entre outros fatores, especialmente aos avanços do melhoramento genético de espécies florestais, aumentando sua produtividade à medida que diminui a relação árvores por hectare. Em 2021, a produção de celulose atingiu 25 milhões de toneladas, um aumento de 10,9% em relação ao ano anterior (IBÁ, 2022).

Ainda em 2022, a área total de árvores plantadas apontou 9,93 milhões de hectares de áreas para produção no país, tendo a demanda comumente suprida por madeira das espécies do gênero *Eucalyptus* e *Pinus*, com 75,8% e 19,4% do cultivo, respectivamente. Considerando as melhores condições climáticas para produção de celulose, lenha, carvão vegetal, postes,

moirões e madeira de construção ou serraria, uma plantação de *Eucalipto* spp. temporiza em média sete anos para corte, enquanto a de *Pinus* spp. de 15 a 20 anos (BATISTA, 2018).

Inúmeras outras espécies florestais, como *Cupressus lusitanica* Mill e *Cryptomeria japonica* (Thunb. ex L.f.) D. Don, também apresentam grande potencial para manejo florestal em relação ao *Pinus taeda*, devido características com relevância positiva em sua madeira, com menor perda de massa por decomposição e melhores índices de deterioração biológica e durabilidade natural em contato com o solo e em ambientes abertos (VIVIAN *et al.*, 2020).

Contudo, por falta de acesso e garantia a um material genético confiável destaca-se a importância do investimento em pesquisas voltadas ao melhoramento genético dessas espécies. Segundo Shimizu *et al.* (2006), existe variabilidade genética em progênies de *Cupressus lusitanica*, bem como é possível a realização de seleção precoce em mudas de cupressus para o crescimento em viveiro. Conforme ressalta Dobner Jr. (2021), a espécie *Cupressus lusitanica* também representa alto potencial de cultivo no Sul do Brasil e oportunidades de nichos de mercado, podendo ainda atingir produtividades de  $6 - 31 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$  em idades entre 16 e 18 anos.

Dessa forma, em virtude da necessidade de aumento da produtividade das espécies florestais para suprimento do mercado em crescimento, da diversificação das espécies de importância econômica, do enriquecimento da qualidade da madeira e seus derivados, bem como da maior resistência e adaptação às perturbações ambientais, fica evidente a necessidade de estudos envolvendo o melhoramento genético de espécies coníferas. Assim, o cipreste representa uma opção viável, visto o potencial de variabilidade genética entre progênies de *Cupressus lusitanica*, sendo possível a realização de seleção precoce para crescimento de mudas, resultando em ganhos de seleção.

## 1.1 OBJETIVOS

### 1.1.1 Objetivo Geral

Avaliar e selecionar progênies de *Cupressus lusitanica* para crescimento inicial em viveiro.

### 1.1.2 Objetivos específicos

Estabelecer teste de progênie de *Cupressus lusitanica* em viveiro;

Estimar parâmetros genéticos e ganho de seleção para altura, diâmetro do coleto e relação altura/diâmetro em viveiro.

Selecionar entre e dentro de progênies de *Cupressus lusitanica* Mill para crescimento em viveiro.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 *Cupressus lusitanica* MILL

*C. lusitanica* é uma espécie perene arbórea e conífera pertencente à família Cupressaceae, popularmente conhecida como cipreste, cipreste-lusitano, cerca-viva, cipreste-de-Portugal ou cipreste-mexicano (Figura 1). A teoria mais aceita em relação à sua origem menciona que a espécie seja uma derivação de *C. lindleyi* e *C. benthamii*, oriundos do México e Guatemala, devido suas características híbridas (MARCHIORI, 1996; CAVELIER; TOBLER, 1998).

Ambas as espécies ocorrem em regiões tropicais montanhosas de até 3.000 metros de altitude, com chuvas estacionais e inverno seco, porém sem déficit hídrico (CARPANEZZI; CARVALHO, 1988). No século XV foi relatada sua existência em Portugal como possível híbrido de material mexicano, onde apresentou grande difusão mostrando rápida e convenientemente adaptação às condições de clima e solo, podendo ainda ser cultivado em terrenos rasos (PEREIRA; HIGA, 2003).

Figura 1 - Indivíduo de *C. lusitanica* localizado na Área Experimental Florestal.



Fonte: O autor (2023).



Suas sementes são pequenas (230 mil sementes  $\text{kg}^{-1}$ ), de coloração castanha, com glândulas de resina e apresentam asa marginal estreita, mantendo sua viabilidade por 1 ano em ambiente fresco e seco, prorrogando se armazenadas em câmara fria a 5° C. Possuem dispersão anemocórica e barocórica e são produzidas no interior de estruturas reprodutivas globosas nomeadas cones, deiscentes quando maduros. (XAVIER *et al.*, 2012; RAUSCHKOLB, 2017).

Sua importância para a produção madeireira se dá por conta da espécie *C. lusitanica* apresentar boa capacidade de adaptação a terrenos rasos, ligeiramente ácidos e áreas de encosta, produzir madeira leve e de fácil manipulação (ORWA *et al.*, 2009). Possui densidade de 0,44g/cm<sup>3</sup> e apresenta produtividade média de até 30 m<sup>3</sup>/ha/ano, com crescimento acelerado podendo superar o de *Pinus elliottii*. A madeira desta espécie apresenta ampla aplicabilidade na produção de celulose e papel, fabricação de móveis finos, construção naval, revestimento de interiores, postes, mourões e caixotaria. As árvores também são usadas como cerca viva e quebra-vento, o qual, devido o grande porte que atinge e a característica compacta de suas copas é comum o seu uso para formar abrigos e na arborização urbana (PEREIRA; HIGA, 2003; SHIMIZU *et al.* 2006).

Quanto a sua aplicabilidade, recentemente a madeira de *C. lusitanica* foi objeto de estudo para alguns trabalhos na região Sul do Brasil, onde autores como Vivian *et al.* (2020) e Corrêa *et al.* (2022) apresentaram resultados com performance equivalente ou superior em comparação a madeira de *Pinus taeda*, tendo respeito as características morfológicas dos traqueídeos para produção de polpa celulósica e estabilidade dimensional da madeira visando a produção de produtos de madeira sólida, respectivamente.

Segundo Rauschkolb (2017), o *C. lusitanica* com 15 anos de idade apresenta elevado potencial de crescimento em DAP no Sul do Brasil, com média de 26 centímetros e indivíduos com 33 centímetros, se assemelhando ao desempenho de *Pinus taeda* e *Eucalyptus dunnii* e representando possível potencial produtivo para estudos de melhoramento genético. Ainda, de acordo com Shimizu (2001), em decorrência da grande diversidade de situações de plantio e dos usos múltiplos do componente florestal, como a formação de sistemas agroflorestais e plantios homogêneos, há viabilidade em projetos de melhoramento para outras espécies, como *Grevillea robusta*, *Liquidambar styraciflua*, *Acacia mellanoxylon* e *Cupressus lusitanica*.

As pesquisas voltadas ao melhoramento genético de coníferas tiveram início em 1988 pela Embrapa Florestas com a instalação de vários testes de introdução de espécies, procedências e progênies de *Pinus* e *Eucalyptus*, com o objetivo de selecionar as com maior

valor genético e transformar as áreas em Pomares de Sementes por Mudas (PSM) (AGUIAR *et al.* 2011; STURION *et al.* 2000).

Contudo, somente a partir dos anos 80, estudos vêm sendo realizados com a madeira de *C. lusitanica*, quer seja para a produção de polpa e celulose, aspectos tecnológicos, produção de chapas aglomeradas, cimento-madeira, bem como ao melhoramento genético (FOELKEL e ZVINAKEVICIUS, 1978; HASLETT, 1986; NG'ANG'A, 1992; OKINO *et al.* 2004; OKINO *et al.* 2005; KOTHIYAL *et al.* 1997). Os plantios iniciais de cipreste no Brasil foram realizados em Minas Gerais, entretanto a baixa variabilidade de árvores para coleta de sementes na época, resultou em um estreitamento na base genética da população e consequentemente baixa produtividade (SHIMIZU *et al.*, 1995).

Assim, a escassez de estudos relacionados ao *C. lusitanica*, leva a uma subestimação do potencial da espécie, tendo em vista a baixa de pesquisas referentes ao seu manejo e material genético confiável, mesmo sendo uma espécie com potencial de produção florestal e boas taxas de crescimento, já em estágios iniciais de melhoramento genético (CARVALHO, 2001; PEREIRA; HIGA, 2003; SHIIMIZU *et al.*, 2006).

## 2.2 TESTE DE PROGÊNIE

De acordo com Kageyama (1981), inúmeros fatores foram responsáveis pela intensificação de métodos de melhoramento aplicados às espécies florestais. Um dos mais relevantes fatores foi a necessidade de ampliação de florestas devido à exploração irracional das florestas nativas e seus baixos rendimentos, bem como à necessidade de produção de matéria-prima de origem florestal e o crescimento exponencial da silvicultura, necessitando de plantações produtivas.

Segundo Berti (2010), as etapas iniciais do programa de melhoramento florestal são os testes de introdução de espécies, teste de procedência das espécies de maior potencial e teste de progênies das melhores procedências e hibridação, ou seleção em teste de progênies de irmãos-completos, respectivamente.

O teste de progênie é uma prova vegetativa com objetivo para identificar valores genéticos das espécies e predizer a aptidão do indivíduo florestal em repassar às suas gerações sucessoras, suas qualidades. Nessas áreas, as plantas não selecionadas são retiradas por desbaste antes do ciclo de recombinação, ficando somente os melhores indivíduos identificados com base nos valores fenotípicos e genotípicos no teste de progênie. Essa área então, pode ser

transformada em Pomares de Sementes por Mudas (PSM), proporcionando a produção de sementes com melhor qualidade genética e com ganhos genéticos importantes (KAGEYAMA, 1981).

Para Canuto *et al.* (2015), os efeitos alcançados do teste de progênie refletem sua importância para a conservação das espécies, visto que se consegue conservar a variabilidade genética de uma população natural, sobretudo às com risco de extinção. Além disso, promove a caracterização genética da espécie, em razão do uso de delineamentos experimentais apropriados e possibilita-se a criação de raças locais, em decorrência da formação de pomares de sementes por mudas, em sítios variados, propiciando o aumento da taxa de sobrevivência das espécies.

Assim, o teste de progênie consegue reunir grupos de diferentes entidades genéticas (espécies, raças, famílias ou clones) na forma experimental, em um ou mais ambientes, por meio de um plantio sistematizado, com cada árvore devidamente referenciada quanto sua origem e dispostas em repetições aptas a estimar parâmetros genéticos, como os coeficientes de variação genética, as herdabilidades, a acurácia e ganhos de seleção (ODA *et al.* 2007; CANUTO *et al.* 2015).

Como exemplo disso, percebe-se os materiais genéticos de *Cupressus lusitanica* plantados inicialmente no Brasil, em testes de progênie localizados em Minas Gerais e no Paraná, os quais conseguiram notório aumento da produtividade, conforme houve uma ampliação na base genética disponível, responsável por alavancar a produtividade da espécie em plantios comerciais e possibilitar a obtenção de ganhos genéticos às gerações futuras (SHIMIZU, 2001). Contudo, Duarte *et al.* (2012) afirma que as iniciativas de conservação *in situ* e *ex situ*, relacionadas a garantia da manutenção da variabilidade genética das populações remanescentes, ainda são escassas.

### 2.3 TESTE CLONAL

O termo “clone”, é descrito por Xavier *et al.* (2012) como um conjunto de plantas geneticamente idênticas, provenientes de reprodução assexuada de um antecessor comum. Na silvicultura clonal, a palavra refere-se às culturas originadas de propágulos vegetativos de outra planta, compreendido como a estrutura do vegetal, o qual não envolve recombinação genética, garantindo a fidelidade do genótipo da planta, às sucessoras.

A propagação vegetativa corresponde a multiplicação assexuada de parte das plantas (células, tecidos, órgãos ou propágulos), culminando em indivíduos idênticos à planta-mãe, técnica cada vez mais rotineira devido a sua maior efetividade em capturar os ganhos genéticos oriundos do programa de melhoramento. Dentre as vantagens da opção pela propagação vegetativa, podemos citar plantios clonais mais produtivos e uniformes, enriquecimento da qualidade da madeira e seus derivados, ampliação dos indivíduos mais resistentes e adaptados a perturbações ambientais e a possibilidade de posteridade dos componentes genéticos aditivos e não aditivos, aumentando os ganhos na mesma geração de seleção (WENDLING, 2003).

O melhoramento florestal por via assexuada, em sua maior parte, ocorre por meio de enraizamento de propágulos das árvores selecionadas, majoritariamente híbridas (FERREIRA, 1992), para fixação dos genótipos superiores. Além dessa, a escolha das árvores superiores pelo teste de progênie, a sua clonagem e avaliação em testes clonais vem sendo apontada como a mais adequada e eficiente estratégia de melhoramento genético, sobretudo onde ocorre um programa clonal baseado em características de baixa herdabilidade (ASSIS; MAFIA, 2005; XAVIER *et al.* 2009).

Assim, o teste clonal visa identificar e selecionar o indivíduo mais produtivo, em delineamento e locais pré-estipulados, por comparação, além de reconhecer o efeito “C” (efeito clonagem) e o comportamento para as gerações posteriores (FLAMPTON JR.; FOSTER, 1993). Com o intuito de validar a superioridade do material genético, seus plantios são realizados em diferentes condições, como em ambientes com temperatura e fertilidade do solo distintos (FERREIRA, 1992).

As árvores com genótipos superiores a partir do teste clonal são então selecionadas e posterior eliminação das plantas não selecionadas, possibilita-se a formação de Pomares de Sementes Clonal (PSC). Esses pomares são instalados com casualização restritiva para desagrupar os indivíduos de mesmo clone, impedindo a autofecundação e em muitos casos são utilizadas técnicas de polinização controlada para realização de cruzamentos específicos. Para viabilizar uma floração abundante e juvenil, recomenda-se um espaçamento de plantio amplo (DE ASSIS *et al.* 1996).

Em decorrência de fatores adversos, como a heterogeneidade dos plantios e o aparecimento de doenças, a partir da década de 70, a procura pela produção de plantações clonais aumentou, sobretudo de *Eucalyptus spp.*, seringueira (*Hevea brasiliensis* (Willd. ex A. Juss.) Müll. Arg.), erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hill.), cacau (*Theobroma cacao* L.) e pupunha (*Bactris gasipae* Kunth) (XAVIER; DA SILVA, 2010; FREITAS *et al.* 2018).

Dessa forma, pesquisas com propagação por estaquia, técnicas de micropropagação e microestaquia, na procura pela árvore superior, como unidade de propagação clonal, transpuseram as pesquisas mais básicas (ODA *et al.* 2007). Em relação à propagação assexuada de *C. lusitanica*, as pesquisas são escassas.

#### 2.4 SELEGEN REML/BLUP

Uma das principais intenções em programas de melhoramento é identificar os genótipos mais estáveis e com desempenho superior a uma certa característica procurada (CRUZ *et al.*, 2014). Entretanto, identificar e selecionar tais genótipos de maneira assertiva envolve principalmente estudos sobre a interação genótipo versus ambiente (G x A), pela tentativa de conseguir interpretar e explorar sua interação de maneira significativa, a fim de potencializar os genótipos em diferentes ambientes (AGUIAR *et al.*, 2011).

Contudo, em coníferas essas pesquisas são escassas, fazendo-se necessário testes de adaptabilidade e estabilidade produtiva, pelas quais é possível identificar genótipos com comportamento previsível quanto ao seu desenvolvimento inicial em viveiro e *ex situ*. Assim, programas que considerem a adaptabilidade e estabilidade em uma única estatística podem ser considerados superiores, em comparação àqueles que usam apenas a produção como critério de seleção para o melhoramento genético florestal (BERTI, 2010; BISOGNIN *et al.*, 2022).

A Análise Máxima Verossimilhança Restrita/Melhor Preditor Linear Não Viesado (REML/BLUP) apresenta certas vantagens para predição de valores genéticos em relação a outros métodos estatísticos como a Análise de Variância (ANOVA), o método de quadrados mínimos e índice multi-efeitos. Isto porque considera os efeitos genotípicos como aleatórios e, portanto, fornece estimativas de estabilidade e adaptabilidade genotípicas e não fenotípicas (CANDIDO, 2009).

O REML/BLUP também permite lidar com desbalanceamento, com delineamentos não ortogonais, com heterogeneidade de variâncias, erros correlacionados dentro de locais, be, como fornece valores genéticos já descontados do efeito ambiental. Ainda, pode ser aplicado com qualquer número de ambientes, permite considerar a estabilidade e adaptabilidade na seleção de indivíduos dentro de progênie, não depende da estimação de outros parâmetros tais como coeficientes de regressão, e gera resultados na própria grandeza ou escala do caráter avaliado (RESENDE, 2006; RESENDE, 2007).

Dessa forma, estimar parâmetros genéticos é essencial em programas de melhoramento de coníferas, uma vez que os resultados são utilizados como um indicador para seleção dos genótipos com maior potencial de produção. Estimações precisas dos componentes de variância também são importantes para a predição de valores genéticos e para maximizar a acurácia da seleção (SHIMIZU, 2001).

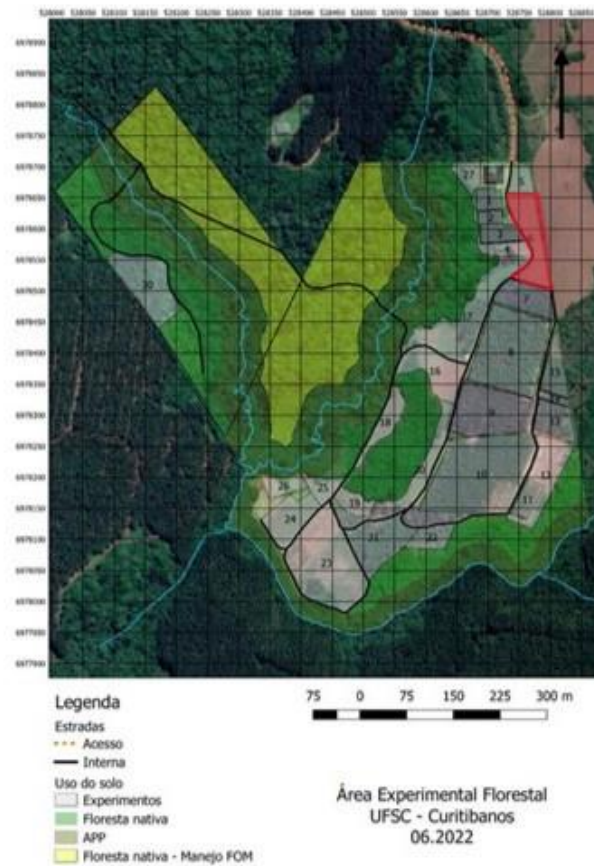
Em programas de melhoramento florestal, comumente nas melhores populações busca-se características que sejam importantes economicamente, como maior produção de carvão vegetal, maior resistência a pragas e alterações climáticas, e maiores valores de diâmetro na altura do peito (DAP) e altura, em relação ao tempo (BISOGNIN, 2020; FREITAS *et al.*, 2018; HENRIQUES *et al.*, 2018). Para o presente estudo, espera-se que as melhores populações tenham medidas superiores para altura, diâmetro e ou relação altura/diâmetro.

### **3 METODOLOGIA**

#### **3.1 LOCAL DO ESTUDO, COLETA E BENEFICIAMENTO DAS SEMENTES**

O plantio clonal de *C. lusitanica* utilizado para o presente estudo está posicionado na unidade 6 da Área Experimental Florestal (AEF) (Figura 2), pertencente à UFSC, Campus de Curitibanos, nas coordenadas 27°18'52.11" Sul e 50°42'36.36" Oeste, referente à região Serrana do Estado de Santa Catarina.

Figura 2 - Mapa da Área Experimental Florestal da Universidade Federal de Santa Catarina.



Fonte: Universidade Federal de Santa Catarina (2023)

A AEF apresenta um total de 42 ha, do qual 13,9 ha são destinados aos plantios experimentais, em projetos relacionados ao Manejo e Produção Florestal, Ecologia, Fitossociologia e Melhoramento Florestal. O local ainda dispõe de um viveiro para produção de mudas, um arboreto, áreas de preservação permanente, reserva legal e fragmentos de Floresta Ambrófila Mista (UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA, 2023).

Segundo a classificação de Köppen, a região de Curitibanos enquadra-se no tipo climático como sendo Cfb – Clima temperado, com verão ameno (WREGE *et al.*, 2012; PANDOLFO, 2010). De acordo com a estação da EPAGRI, localizada no mesmo município, a região apresenta temperatura média anual de 16,5°C, média das temperaturas mínimas (anual) de 12,4°C, média das temperaturas mínimas absolutas (anual) de 0,6°C, média das temperaturas máximas (anual) de 22°C e, média das temperaturas máximas absolutas (anual) de 30,9°C. O Levantamento de Reconhecimento de Solo de Alta Intensidade de Santa Catarina por Potter *et*

al. (1998), ressalta os principais solos que constituem o município de Curitibaanos como Cambissolos e Argissolos, com 50% do relevo suavemente ondulado e ondulado.

As sementes usadas nesse estudo foram coletadas em maio de 2022 em área de teste clonal de *C. lusitanica* implantado em 2018, com posterior replantio de alguns indivíduos. A coleta de cones foi feita manualmente com o auxílio de tesouras e posteriormente foram armazenadas em sacos de papel Kraft, devidamente identificados para cada genótipo. O teste clonal foi implantado com 32 genótipos provenientes de 10 procedências em delineamento por blocos casualizados com 8 repetições, contudo foi possível a coleta de 23 genótipos no local. O espaçamento utilizado entre plantas foi de  $4 \times 4$  m, totalizando uma área de 0,5 ha.

Após a coleta de sementes, parte do material foi destinada ao laboratório Recursos Florestais 2, UFSC - Campus de Curitibaanos, sendo mantido em local seco e ventilado até a completa abertura dos cones. Em seguida os resíduos de estróbilos foram removidos e houve a liberação das sementes, as quais foram limpas e armazenadas em sacos de papel Kraft, devidamente identificados por clone (Figura 3).

Figura 3 - A) Ramo de *Cupressus lusitânica* com cones; B) Beneficiamento dos cones; C) 1º armazenamento dos cones para cada progênie de cupressus; D) Armazenamento após secagem natural total dos cones para cada progênie.



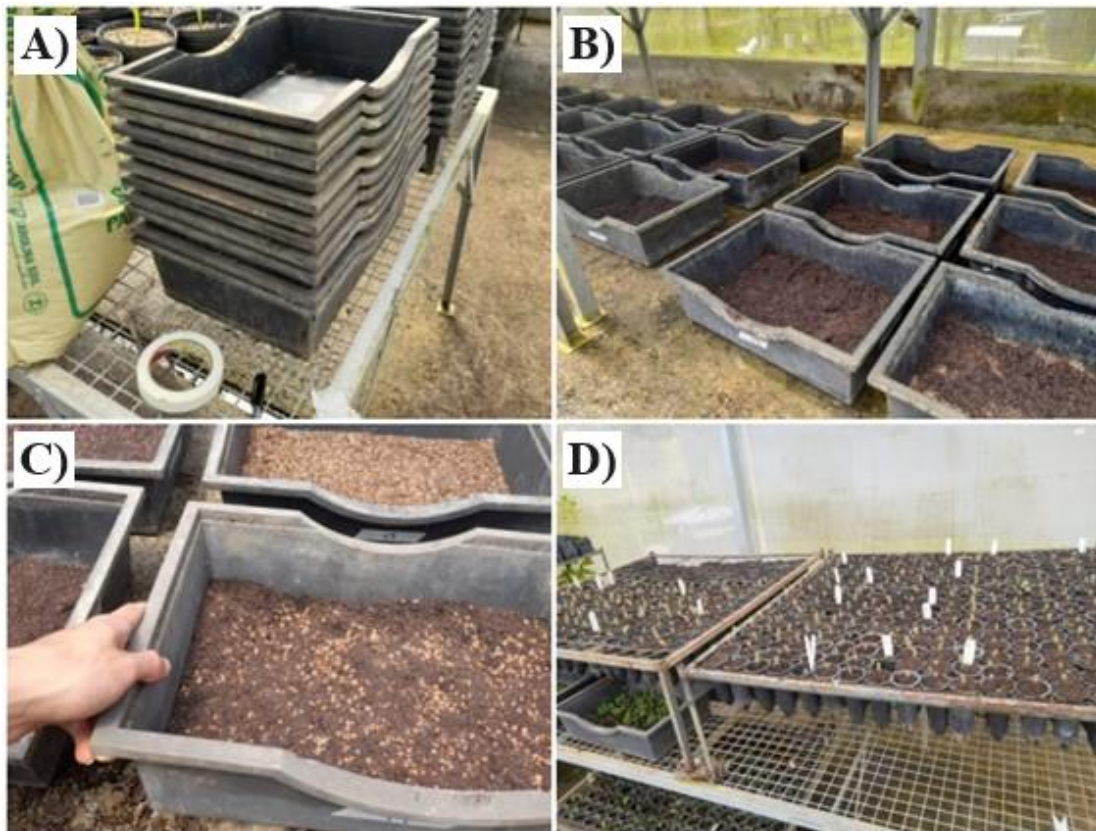
Fonte: O autor (2023).



### 3.2 INSTALAÇÃO DO TESTE DE PROGÊNIE

Após três semanas, as sementes foram transportadas para a casa de vegetação 5, na UFSC, Campus de Curitibanos. Em novembro de 2022 foram feitas sementeiras para a germinação das sementes. Para cada progênie foram plantadas 100 sementes em cada bandeja plástica com capacidade de 10 litros e substrato composto por 100% de vermiculita. As bandejas foram mantidas em casa de vegetação, com temperatura e irrigação controlada para 3 vezes ao dia (Figura 4).

Figura 4 – A) Materiais para plantio das sementes; B) Disposição final nas bandejas; C) Plantio de 100 sementes de cupressus por bandeja para cada genótipo; D) Organização do transplante de mudas de cupressus em tubetes nas grades.



Fonte: O autor (2023).

As sementeiras foram avaliadas a cada 15 dias até 75 dias (total) quanto ao número total de germinações por genótipo em cada sementeira, para cálculo da porcentagem de germinação (G%), do índice de velocidade de germinação (IVG) e tempo médio de germinação (TMG) das sementes de *C. lusitanica*.

Após não haver mais incremento na germinação, as plântulas foram transplantadas para tubetes de 280 cm<sup>3</sup>, com 50% de substrato comercial MecPlant, totalmente produzido a partir da casca de *Pinus* spp. bio-estabilizada e 50% de terra, mantidos na mesma casa de vegetação. A irrigação foi alternando a medida da necessidade diária das plantas, visto que ocorreram inúmeras mudanças climáticas na região, afetando a umidade e a luminosidade disponível no local. Acrescido isso, semanalmente foram realizadas regas manuais de solução nutritiva, preparado por água e minerais granulados N (150 gramas), P (300 gramas) e K (100 gramas).

O experimento foi avaliado a cada 30 dias para altura em centímetros com régua graduada, diâmetro de coleto em milímetros com paquímetro digital e para a relação altura/diâmetro com régua graduada. O delineamento foi inteiramente casualizado com número variável de repetições de uma planta por genótipo.

### 3.3 ANÁLISE DE DADOS

A análise de dados se deu através das informações da Análise de Deviance (ANDEV) e por meio do software SELEGEN-REML/BLUP, capaz de estimar os componentes da variância pelo método da máxima verossimilhança restrita (REML) e a predição dos valores fenotípicos e genotípicos, pela melhor predição linear não viciada (BLUP). A avaliação para o software escolhida foi modelo básico de repetibilidade sem delineamento (modelo 63), indicado quando se tem avaliação em apenas um local com várias colheitas.

Segundo Resende (2007), esse modelo pode ser usado quando são tomados dados repetidos em plantas individuais sem o uso de delineamentos experimentais. Pode também ser usado quando se trabalha com médias de genótipos avaliados. O modelo estatístico é expresso por:

$$y = X_m + W_p + e \quad (1)$$

Entende-se:  $y$  para o vetor de dados;  $m$  para o vetor dos efeitos de medição (assumidos como fixos) somados à média geral;  $p$  para o vetor dos efeitos permanentes de plantas (efeitos genotípicos + efeitos de ambiente permanente) (assumidos como aleatórios), e  $e$  para o vetor de erros ou resíduos (aleatórios). As letras maiúsculas representam as matrizes de incidência para os efeitos de  $m$  e  $p$ , respectivamente.

Os componentes de variância estimados foram: Vfp: variância fenotípica permanente entre plantas (genotípica + ambiental permanente de uma colheita para outra); Vet: variância de ambiente temporário; Vf: variância fenotípica individual;  $r = h^2$ : repetibilidade individual; rm: repetibilidade da média de m colheitas ou medidas repetidas; Acm: acurácia da seleção baseada na média de m colheita ou medidas repetidas; H= altura; D= diâmetro; H/D= relação altura/diâmetro.

O índice de velocidade de germinação (IVG) foi determinado a partir da metodologia proposta por Maguire (1962), expresso por:

$$IVG = \sum (G1/T1) + (G2/T2) + \dots + (Gn/Tn) \quad (2)$$

Onde:

IVG = Índice de velocidade de germinação (média de dias para germinação);

G = número de sementes germinadas;

T = tempo das avaliações (dias).

O tempo médio de germinação (TMG) foi concedido segundo Harrington (1972), com o resultado em dias após a semeadura, expresso por:

$$TMG = \sum (G1T1 + G2T2 + \dots + GnTn) / \sum G1 + G2 + \dots + Gn \quad (3)$$

Onde:

TMG = Tempo médio de germinação (sementes/dia);

G = número de sementes germinadas;

T = tempo das avaliações (dias).

Os dois testes (IMG e TMG) baseiam-se na ideia de que as sementes mais vigorosas germinam mais rapidamente (VIEIRA; CARVALHO, 1994). Nakagawa (1999) afirma que há uma relação inversamente proporcional entre os testes, onde quanto menor for o TMG, maior será o IMG, indicando um lote de sementes de alto vigor e com maior velocidade de germinação.

Em relação ao desempenho relativo para variável altura, este foi calculado seguindo a razão decrescente do ganho de nova média (BLUP Individual), com a divisão entre a nova média da progênie posterior pela nova média da progênie anterior, multiplicado por cem.

#### 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com medições a cada 15 dias, referentes aos 3 meses de germinação do *C. lusitanica* em viveiro, obteve-se informações pertinentes ao vigor da espécie. O experimento iniciado em 03/11/22, apresentou suas primeiras sementes germinadas após 3 semanas de instalação, e foram constatadas que dos 23 genótipos existentes, 19 genótipos germinaram, restando 4 genótipos sem germinação aparente (Tabela 1).

Tabela 1 – Número de sementes germinadas por avaliação a cada 15 dias, porcentagem de germinação; índice de velocidade de germinação e tempo médio de germinação, por genótipo de *C. lusitanica*.

	Nº de sementes germinadas					IVG (dias)	TMG (dias)
	15 dias	30 dias	45 dias	60 dias	75 dias		
CVG2	0	0	0	0	20	0,27	75
MA2	0	0	0	1	2	0,04	70
L4	0	1	3	3	3	0,19	43,85
T3	1	2	6	7	7	0,48	56,09
D6	1	2	5	6	7	0,44	56,43
JAP1	5	10	13	14	14	1,38	50,89
E3	2	2	2	3	3	0,33	48,75
L3	4	7	18	18	18	1,44	54
D3	8	21	54	59	59	4,20	55,48
V7	10	34	55	56	56	4,70	53,10
AEF1	2	5	14	14	15	1,04	55,50
D9	2	6	11	14	16	1,02	56,02
JAP4	34	54	100	100	100	9,29	51,88
AEF3	2	2	7	7	7	0,57	54
AEF4	5	10	25	26	26	2,00	54,43
C3	8	32	40	40	40	3,69	51,75
AEF7	0	1	4	4	4	0,24	57,69

T1	0	5	17	17	18	1,07	57,63
V8	9	20	48	48	48	3,77	54,19
JAP2	0	0	0	0	0	0	0
C1	0	0	0	0	0	0	0
AEF2	0	0	0	0	0	0	0
E3	0	0	0	0	0	0	0
Média	4,04	9,31	18,35	19,00	20,91	1,57	43,69

Fonte: Elaborada pelo autor (2023).

As primeiras germinações ocorreram por volta de 3 semanas após instalado o experimento, sendo os genótipos T3 e D6, com 1 progênie; E3, AEF1, AEF3 e D9, com 2 progênies; L3, com 4 progênies; JAP1 e AEF4, com 4 progênies; D3 e C3, com 8 progênies; V8, com 9 progênies; V7, com 10 progênies; e JAP4, com 34 progênies, conforme ressalta a Tabela 1.

Os resultados obtidos no presente estudo demonstram que 83% dos genótipos observados possuem capacidade de germinação. Contudo, dos 19 genótipos germinados, apenas os genótipos D3, V7 e JAP4 apresentaram mais de 50% de germinação. Do total, 17% não germinaram a partir de seus indivíduos clonais, portanto, em relação aos genótipos: C1; JAP2; AEF2 e E3, outros métodos de propagação assexuada, como estaquia ou miniestaquia, devem ser testados a fim de verificar suas possibilidades de enraizamento e sobrevivência.

O genótipo JAP4 apresentou a maior porcentagem de germinação (100%), maior IVG (9,29 dias) e TMG (51,88 dias) (Tabela 1). Por outro lado, o genótipo MA2 apresentou a menor germinação (2%), IVG de 0,04 dia e TMG de 70 dias. Observou-se ainda, que a média geral de germinação para os genótipos germinados foi de 24,37% e IVG de 1,68 dias, valores superiores aos testes de germinação apresentados por Pinheiro (2021) com 21% de taxa de germinação e IVG de 0,62 dia para o *Cunninghamia lanceolata*, outra conífera com potencial produtivo no Sul do Brasil.

Com relação aos dados de crescimento em viveiro, a análise de Deviance mostrou que para as três características observadas os valores de LRT foram superiores aos valores do Qui-quadrado tabelado (6,63 e 3,84) para os níveis de significância de 1 e 5%, respectivamente (Tabela 2).

Tabela 2 – Análise de Deviance a partir do programa Selegen-Reml/Blup para mudas de *Cupressus lusitanica* Mill.

	Altura	Diâmetro	Altura/Diâmetro
Modelo sem efeito permanente de planta	95,72	-161,51	92,42
Modelo Completo	13,02	-189,95	62,27
LRT	82,70**	28,44**	30,15**

Fonte: Elaborada pelo autor (2023). Legenda: LRT= Teste de razão de Verossimilhança. Significativo a \*\*0,01 e \*0,05 de probabilidade pelo teste  $\chi^2$  com 1 grau de liberdade.

Dessa forma, percebe-se que para as três características observadas, os resultados indicam que os genótipos possuem influência nas respostas em viveiro e que a variabilidade genética é significativa entre os genótipos avaliados (Tabela 2). Com isso, aponta-se influência positiva da genética para com as progênies e assim, diferentes respostas dentro dos componentes da variância sobre cada variável e de tal forma, a presença de variabilidade significativa a ser pesquisado entre os genótipos.

Inúmeros fatores podem ter contribuído para esse resultado positivo, independente do fato de serem plantas jovens, pois deve-se ter em vista que os indivíduos do plantio clonal são provenientes de diferentes populações ao redor do mundo, bem como podem ter sofrido efeitos do ambiente, já que se encontram fora do habitat de origem (AVELAR *et al.*, 2021; SILVA *et al.* 2018).

Dessa forma, considerando que os genótipos possuem variabilidade genética entre si, perspectivas relacionadas ao ganho genético com a seleção das melhores progênies podem existir. Assim, pelo programa Selegen-Reml/Blup foi possível identificar os componentes de variância e parâmetros genéticos (Tabela 3).

Tabela 3 – Componentes de variância (REML Individual) e parâmetros genéticos para altura, diâmetro e relação H/D de mudas de *Cupressus lusitanica* Mill.

	Altura	Diâmetro	Altura/Diâmetro
Vfp	0,736	0,021	0,449
Vet	0,212	0,023	0,462
Vf	0,947	0,044	0,911
r	0,777 +- 0,263	0,478 +- 0,206	0,493 +- 0,209
rm	0,954	0,846	0,854
Acm	0,977	0,919	0,924

Média geral	7,589	1,187	6,520
-------------	-------	-------	-------

Fonte: Elaborada pelo autor (2023).

Legenda: Vfp: variância fenotípica permanente entre plantas (genotípica + ambiental permanente de uma colheita para outra); Vet: variância de ambiente temporário; Vf: variância fenotípica individual;  $r = h^2$ : repetibilidade individual; rm: repetibilidade da média de m colheitas ou medidas repetidas; Acm: acurácia da seleção baseada na média de m colheita ou medidas repetidas.

Ao analisar os componentes da variância para as características diâmetro e altura/diâmetro, percebe-se uma maior influência proveniente da vet, com 0,023 e 0,462, respectivamente. Os valores demonstram, portanto, que a maior parcela da vpf é composta pelo efeito do ambiente, dificultando o reconhecimento da superioridade genética dos indivíduos ou dos genótipos nessas características.

Para a altura, percebe-se que a variância fenotípica individual (vfp) foi de 0,947, na qual a parcela proveniente da variância ambiental representou 0,212 e a variância fenotípica permanente se expressou por 0,736. Esse valor indica que 77,72% da variação fenotípica é representada por fatores genéticos, superior a parte referente aos fatores ambientais (Tabela 3). Entende-se também o vfp, como a variância genotípica aditiva, correspondente a parcela que desconsidera os efeitos ambientais temporários e satisfaz a parte herdável da variância genotípica.

Isto indica a menor influência de variações temporárias no comportamento das progênes selecionadas, valores esses semelhantes aos resultados de avaliações para altura e diâmetro de espécies perenes aos 6 meses de idade, apresentados por Santos *et al.* (2013), com avaliação de *Toona ciliata*, retratando 71,88% de variância fenotípica permanente, e por Bisognin *et al.* (2020), em progênes de *Myrocarpus frondosus*, com valores de coeficiente de variação genotípica também mais significativos para a característica altura.

Igualmente para os dois trabalhos, o diâmetro apresentou a menor fração para a vfp, indicando que a seleção não é muito eficiente para essa característica. À vista disso, se reafirma a ideia de que a característica altura é a mais aconselhável para seleção de progênes e mudas dentro das progênes, devido ser uma característica genotípica e assim, influenciada apenas pelos genes.

Sobre o parâmetro r, o qual entende-se como repetibilidade individual, consiste na chance de um mesmo padrão se repetir nas diferentes coletas. Esse parâmetro possui relação direta com a herdabilidade, em que se almeja a maior a herdabilidade atingindo maior sucesso nos programas de melhoramento (RESENDE, 2006).

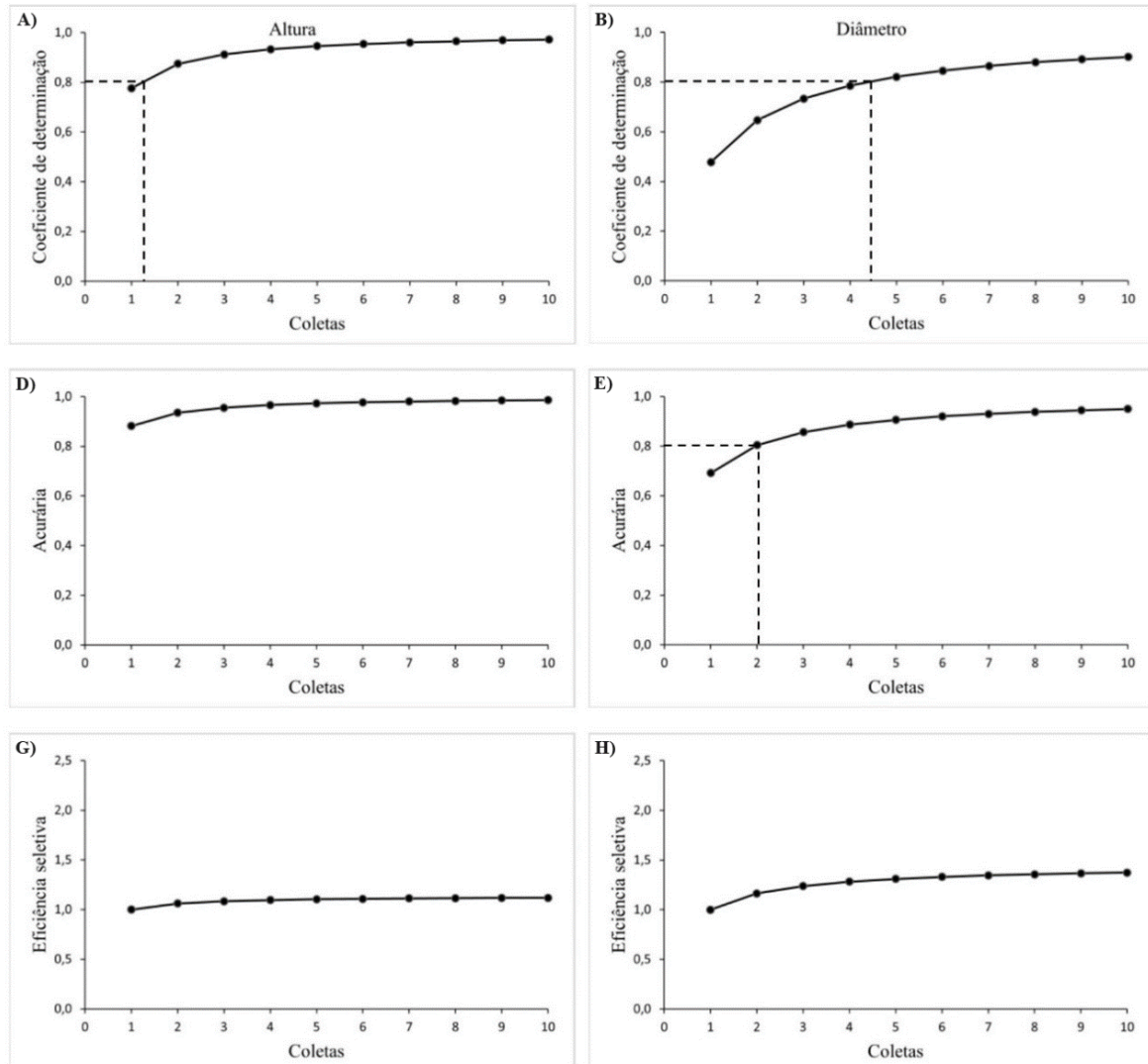
Assim, para os dados de altura a repetibilidade individual foi de  $77,7 \pm 0,263\%$ , considerada alta segundo Sturion e Resende (2005) e superior aos apresentados por Bruna *et al.* (2011) para massa média de frutos de clones de *Prunus persica* (L.) Batsch, no mesmo modelo misto utilizado. Esses autores observaram valores de repetibilidade variando entre 54% e 74%, também com estimativas para mais e para menos, caracterizado como de média e alta magnitudes, respectivamente. Portanto, acredita-se que para seleção de progênies superiores de cupressus em relação à altura em viveiro, provavelmente serão obtidos ganhos genéticos nesta variável, pelo fato dessa característica possuir alta herdabilidade (HENRIQUES *et al.*, 2018).

Para a acurácia, há uma maior confiabilidade dos dados de maneira diretamente proporcional ao resultado da acm (RESENDE, 2006). Em relação à altura, obteve-se 97,7% de acurácia, para diâmetro, 91,9%, e para relação altura/diâmetro, 92,4%, o que demonstra a regularidade da superioridade dos indivíduos de uma medição para outra, e que a expressão de todas as características possui bom controle genético. A média geral observada ponderou que o maior crescimento, em média, foi para altura, onde as progênies apresentaram 7,589 cm de crescimento em 6 meses.

A respeito da eficiência do uso de **m** medidas, o objetivo do parâmetro foi observar se o modelo foi eficiente ou não, acatando o valor mínimo de 0,8 para considerar a determinação aceitável, a partir de dez medições hipotéticas (RESENDE, 2006). Dessa forma, percebe-se que para as características diâmetro e relação altura/diâmetro, a eficiência é percebida apenas após o quinto mês de medições, com 0,820 e 0,829 respectivamente. Agora, para a característica altura, resultados admissíveis são notados a partir do segundo mês de levantamentos, com 0,874 (Figura 5).

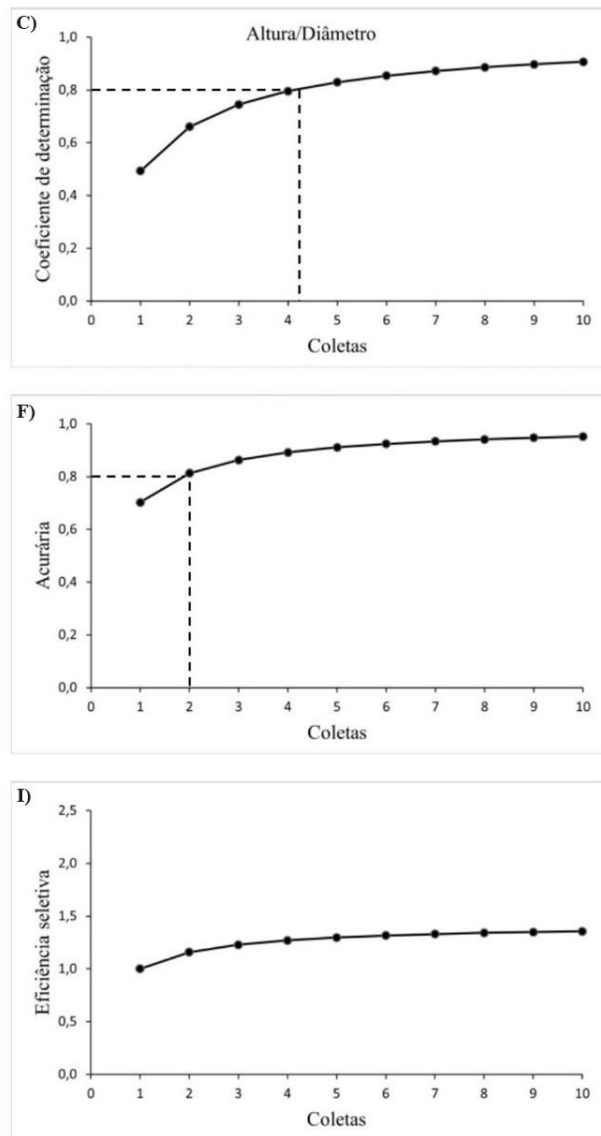


Figura 5 – Eficiência do uso de m medidas mensal para progênies de *Cupressus lusitanica* Mill, referentes as variáveis altura, diâmetro e altura/diâmetro.



*Continua*

*Continuação*



Fonte: O autor (2023).

Acredita-se que isso se deva em razão das progênies já serem provenientes de um teste clonal com plantas previamente selecionadas, identificando as melhores matrizes para produção de sementes. Com isso, tem-se percepção de que não há necessidade de se realizar inúmeras medições para obter valores toleráveis na confiabilidade da seleção para as três características.

Ainda, devido os incrementos nas três variáveis serem de pequenas proporções a cada coleta de dados, é possível inferir que a partir da quinta análise, os aumentos na acurácia não justificam o aporte de recursos necessários. Essas considerações, portanto, corroboram com a altura como a melhor variável a ser escolhida para se realizar a seleção de plantas em viveiro,

visto o menor tempo para assumir confiabilidade aceitável e a maior facilidade para identificação em viveiro e a campo (BISOGNIN *et al.*, 2022).

Em decorrência da variável altura apresentar um modelo aceitável, já no segundo mês de avaliações (Figura 5), houve decisão de se estimar o desempenho relativo. Este parâmetro já é empregado em recomendações de materiais genéticos para plantios com potencial comercial de clones de *Eucalyptus* spp. e progênies de *Pinus tecunumanii*, como parte dos critérios seletivos de populações de melhoramento florestal quanto à produção, estabilidade e adaptabilidade (ROSADO *et al.*, 2012; DIAS; MBANZE, 2020).

Sendo assim, apresenta-se a predição dos valores genotípicos, do ganho genético, da nova média (BLUP Individual) e do desempenho relativo, para a variável altura (Tabela 4).

Tabela 4 – Ganho genético (GS), nova média e desempenho relativo em porcentagem (DR), para variável altura, estimado em relação ao número de mudas germinadas dos dezessete genótipos selecionados de *C. lusitanica*, com seis coletas consecutivas em casa de vegetação climatizada.

Ordem	GS	Altura	
		Nova média	DR (%)
V7	1,8379	9,4269	100
AEF1	1,3870	8,9760	95,22
L4	1,1190	8,7080	92,37
T1	0,9715	8,5605	90,81
AEF3	0,8257	8,4147	89,26
V8	0,7153	8,3043	88,09
L3	0,6112	8,2002	86,99
JAP1	0,5194	8,1084	86,01
AEF4	0,4450	8,0340	85,22
JAP4	0,3769	7,9659	84,50
C3	0,3169	7,9059	83,86
E3	0,2542	7,8432	83,20
T3	0,1965	7,7855	82,59
D3	0,1417	7,7307	82,01
D6	0,0029	7,5919	81,48
AEF7	0,0000	7,5890	80,50

Fonte: Elaborada pelo autor (2023).

Quanto ao desempenho relativo, prioriza-se selecionar os genótipos com valor acima de 80% (PINTO JR. *et al.*, 2006). Pelos resultados obtidos foi notório que todo o material apresenta superioridade, devido sua proveniência de um teste clonal de genótipos com potencial elevado, previamente selecionados, características semelhantes aos apresentados por Queiroz (2022), com clones de *C. japonica*. Por consequência, tanto o genótipo V7, com maior ganho genético de 1,84, quanto o genótipo AEF7, sem ganho genético estimado, são superiores e adequados para implantação em novas áreas de plantio comercial.

Contudo, em virtude do presente trabalho buscar identificar as melhores progênies para futuros trabalhos de melhoramento, optou-se por selecionar 50% dos genótipos avaliados para cálculo do ganho de seleção, em ordem decrescente. Isto, porque embora todos sejam considerados com potencial elevado, ainda há possibilidade de seleção mais apurada para o parâmetro altura, e assim, a utilização em posteriores trabalhos em áreas como manejo florestal e polinização controlada. Assim, possibilitando que os melhores resultados indiquem a realização de cruzamento de alélicos, considerando que as progênies mais vigorosas, traduzem o alto controle genético para os caracteres analisados (HENRIQUES *et al.*, 2018).

As estimativas de ganho de seleção para as três características observadas (Tabela 5), compostas pelas oito melhores progênies selecionadas anteriormente, apresentaram ganhos esperados superiores aos obtidos por todas as progênies avaliadas, com maiores valores de ganho de seleção para a variável diâmetro, com 15,60%, seguido da altura, representada por 8,45%, e 2,12% para relação altura/diâmetro.

Tabela 5 – Ganho de seleção para as variáveis altura, diâmetro e relação altura/diâmetro, considerando uma intensidade de 50% de seleção entre progênies de *C. lusitânica*.

	Altura	Diâmetro	Altura/Diâmetro
Médias das selecionadas	8,39	1,34	6,97
Médias originais	7,74	1,16	6,83
GS	0,65	0,18	0,14
GS(%)	8,45	15,60	2,12

Fonte: Elaborada pelo autor (2023).

Legenda: GS= ganho de seleção; GS(%)= ganho de seleção em porcentagem.

Os ganhos de seleção em altura para o cupressus foram similares aos de *Tachigali vulgaris* apresentados por Pedrozo *et al.* (2021), com seleção de 40% das progênies, representando valores moderados de 7,21% referentes a altura e 8,41% para o diâmetro, comprovando o enriquecimento causado pela identificação dos indivíduos inferiores para

desbaste, já em nível de viveiro, possibilitando a oferta de sementes melhoradas e a criação de um Pomar de Sementes de Mudas.

## 5 CONCLUSÃO

A partir dos resultados obtidos neste estudo, conclui-se que as progênies possuem elevada variação em relação às suas porcentagens de germinação. As progênies apresentam grande variabilidade genética entre si, com possibilidade de ser realizada seleção precoce em viveiro para os genótipos de *Cupressus lusitanica* Mill, especialmente para a característica altura, com alta taxa de herdabilidade e valores superiores, garantindo eficácia nos programas de melhoramento da espécie.

Em viveiro para idade de 6 meses, os ganhos de seleção para a altura foram de 8,45%, para diâmetro foram de 15,60% e para relação altura/diâmetro foram de 2,12%.

## REFERÊNCIAS

- AGUIAR, A. V. de. *et al.* Programa de melhoramento de pinus na Embrapa Florestas: Documentos 233. **EMBRAPA Florestas**, Colombo, ed. 21, p. 1-83, dez. 2011. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/921231/1/Documento233.pdf>. Acesso em: 18 maio 2022.
- AGUIAR, A. V. de *et al.* Variação genética em progênies de *Pinus caribaea* var. *bahamensis* em Barra Velha, SC. 2014. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MELHORAMENTO DE PLANTAS, 6., 2011, Búzios: Embrapa Florestas Panorama atual e perspectivas do melhoramento de plantas no Brasil. **Anais [...]**: Búzios, 2011. p. 1-4. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/handle/doc/912988>. Acesso em: 12 out. 2023.
- ASSIS, T.F. de.; MAFIA, R. G. Hibridação e clonagem. In: BORÉM, A. (ed.) **Biociência florestal**, Viçosa: [s. n.], 2005, p. 93-121. Disponível em: [https://www.researchgate.net/profile/TeotonioAssis/publication/281209969\\_Hibridacao\\_e\\_clonagem/links/55db9cda08aeb38e8a8b8bdc/Hibridacao-e-clonagem.pdf](https://www.researchgate.net/profile/TeotonioAssis/publication/281209969_Hibridacao_e_clonagem/links/55db9cda08aeb38e8a8b8bdc/Hibridacao-e-clonagem.pdf). Acesso em: 12 maio 2022.
- AVELAR, M. L. M. *et al.* Caracterização genética no crescimento inicial de progênies de *Eremanthus erythropappus* (DC.) MacLeish em Aiuruoca, MG, Brasil. **Hoehnea**, v. 48, p. 1-6, 2021. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/hoehnea/a/T5W5MHGGW4kvBsLZxLkGytz/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 27 set. 2023.
- BATISTA, T. S. **A indústria de papel e celulose no Brasil**: Produtividade, competitividade, meio ambiente e mercado consumidor. 2018. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Química) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2019. Disponível em: <http://repositorio.ufu.br/handle/123456789/26863>. Acesso em: 01 jun. 2022.
- BERTI, C. L. F. **Variação genética, herdabilidades e ganhos na seleção para caracteres de crescimento e forma, em teste de progênies de polinização aberta de *Eucalyptus cloeziana*, aos 24 anos de idade em Luiz Antônio-SP**. 2010. Dissertação (Mestrado em Sistemas de Produção) - Faculdade de Engenharia, Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira, 2010. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/handle/11449/98770>. Acesso em: 21 maio 2022.
- BISOGNIN, D. A. *et al.* Progeny evaluation and early selection for plant height in *Acacia mearnsii* improve genetic gains. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, v. 22, p. 1-8, 2022. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cbab/a/Nvrm67JHfxsRRf3LBFzJXXS/?format=pdf&lang=en>. Acesso em: 25 set. 2023.
- BISOGNIN, D. A. *et al.* Seleção de progênies de *Myrocarpus frondosus* para melhor vigor de crescimento de mudas. **Ciência e Natura**, v. 42, p. 1-16, 2020.
- BRASIL. **Decreto nº 6.660, de 21 de Novembro de 2008**. Regulamenta dispositivos da Lei no 11.428, de 22 de dezembro de 2006, que dispõe sobre a utilização e proteção da vegetação nativa do Bioma Mata Atlântica. Brasília, DF: Presidência da República, 2006. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/2008/decreto/d6660.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2008/decreto/d6660.htm). Acesso em: 21 de maio 2022.

BRASIL. **Lei nº 11.428, de 22 de Dezembro de 2006.** Dispõe sobre a utilização e proteção da vegetação nativa do Bioma Mata Atlântica, e dá outras providências. Brasília, DF: Presidência da República, 2006. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2004-2006/2006/lei/111428.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2006/lei/111428.htm). Acesso em: 08 jun. 2022.

BRUNA, E. D. *et al.* Uso do coeficiente de repetibilidade na seleção de clones de pessegueiro para o litoral sul de Santa Catarina. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 34, p. 206-215, 2011. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbf/a/s3Hcg5Y Y6mfNYgQ9RcHVSrN/?lang=pt>. Acesso em: 11 out. 2023.

CANDIDO, L. S. **MODELOS MISTOS NA AVALIAÇÃO E ORDENAÇÃO DE GENÓTIPOS DE CANA-DE-AÇÚCAR, COM E SEM EFEITOS DE COMPETIÇÃO COM PARCELAS VIZINHAS.** 2009. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2009. Disponível em: <https://www.fcav.unesp.br/Home/download/pgtrabs/gmp/d/3134.pdf>. Acesso em: 20 nov. 2023.

CANUTO, D. S. O. de. *et al.* Caracterização genética de um teste de progênes de *Dipteryx alata* Vog. proveniente de remanescente florestal da Estação Ecológica de Paulo de Faria, SP, Brasil. **Hoehnea**, [s. l.], v. 42, p. 641-648, 2015. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/hoehnea/a/FBtB8hChd3PdZFMGHymB5G/abstract/?lang=pt>. Acesso em: 21 maio 2022.

CARPANEZZI, A.; CARVALHO, P. E. R. **Zoneamento ecológico para plantios florestais do Estado de Santa Catarina:** Documentos 21. 1 ed. Curitiba: EMBRAPA-CNPq, 1988. 103 p. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/294054/zoneamento-ecologico-para-plantios-florestais-no-estado-de-santa-catarina>. Acesso em: 14 maio 2022.

CARVALHO, P. E. R. Novas alternativas para reflorestamento. **Revista da Madeira**, Curitiba, v. 11, n. 60, p. 66-67, 2001.

CAVELIER, J.; TOBLER, A. The effect of abandoned plantations of *Pinus patula* and *Cupressus lusitânica* on soils and regeneration of a tropical montane rain forest in Colombia. **Biodiversity and Conservation**, Netherland, v. 7, n. 3, p. 335-347, Mar. 1998. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1023/A:1008829728564>. Acesso em: 12 maio 2022.

CORRÊA, C. A. *et al.* Propriedades físicas da madeira de *Cupressus lusitanica* Mill aos 38 anos de idade. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DA MADEIRA, 5., 2022, Goiânia. **Anais [...]**. Goiânia: UFG/ SBCTEM, 2022.

CORRÊA, R. *et al.* Avaliação do potencial das características químicas da madeira de *Cupressus lusitanica* Mill para o processo de polpação kraft. In: SIMPÓSIO FLORESTAL CATARINENSE, 12., 2016, Lages. **Anais [...]**. Lages: UDESC, 2016. p. 595-600. Disponível em: [https://www.researchgate.net/profile/Rodrigo-Coldebella/publication/343558785\\_Avaliacao\\_do\\_potencial\\_das\\_caracteristicas\\_quimicas\\_da\\_madeira\\_de\\_Cupressus\\_lusitanica\\_Mill\\_para\\_o\\_processo\\_de\\_polpacao\\_kraft/links/5f31d20992851cd302eec7df/Avaliacao-do-potencial-das-caracteristicas-quimicas-da-madeira-de-Cupressus-lusitanica-Mill-para-o-processo-de-polpacao-kraft.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Rodrigo-Coldebella/publication/343558785_Avaliacao_do_potencial_das_caracteristicas_quimicas_da_madeira_de_Cupressus_lusitanica_Mill_para_o_processo_de_polpacao_kraft/links/5f31d20992851cd302eec7df/Avaliacao-do-potencial-das-caracteristicas-quimicas-da-madeira-de-Cupressus-lusitanica-Mill-para-o-processo-de-polpacao-kraft.pdf). Acesso em: 01 jun. 2022.



CRUZ, C. D. *et al.* **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. 3. ed. Viçosa: Editora UFV, 2014.

DE AGUIAR, A. V. *et al.* Variação genética em progênes de *Pinus caribaea* var. *bahamensis* em Barra Velha, SC. 2014.

DE ASSIS, T. F. *et al.* Melhoramento genético do eucalipto. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 18, p. 32-51, 1996. Disponível em: [https://www.eucalyptus.com.br/artigos/2005\\_Melhoramento+Genetico+Eucalipto.pdf](https://www.eucalyptus.com.br/artigos/2005_Melhoramento+Genetico+Eucalipto.pdf). Acesso em: 20 maio 2022.

DIAS, C. R. G.; MBANZE, A. A. Crescimento e Adaptabilidade de Procedências e Progênes de *Pinus tecunumanii* no Norte de Moçambique. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, v. 19, n. 3, p. 285-298, 2020. Disponível em: [https://www.researchgate.net/profile/AiresMbanze/publication/345150562\\_Crescimento\\_e\\_Adaptabilidade\\_de\\_Procedencias\\_e\\_Progenies\\_de\\_Pinus\\_tecunumanii\\_no\\_Norte\\_de\\_Mocambique/links/5f9f4d70a6fdccfd7b947d4b/Crescimento-e-Adaptabilidade-de-Procedencias-e-Progenies-de-Pinus-tecunumanii-no-Norte-de-Mocambique.pdf](https://www.researchgate.net/profile/AiresMbanze/publication/345150562_Crescimento_e_Adaptabilidade_de_Procedencias_e_Progenies_de_Pinus_tecunumanii_no_Norte_de_Mocambique/links/5f9f4d70a6fdccfd7b947d4b/Crescimento-e-Adaptabilidade-de-Procedencias-e-Progenies-de-Pinus-tecunumanii-no-Norte-de-Mocambique.pdf). Acesso em: 01 out. 2023.

DOBNER JR., M. GROWTH AND YIELD OF EVEN-AGED *Cupressus lusitânica* PLANTATIONS IN SOUTHERN BRAZIL. **Floresta**, Curitiba, PR, v. 51, n. 4, p. 980-989, out/dez 2021. Disponível em: [https://www.researchgate.net/profile/Mario-Jr/publication/355043548\\_GROWTH\\_AND\\_YIELD\\_OF\\_EVEN-AGED\\_Cupressus\\_lusitânica\\_PLANTATIONS\\_IN\\_SOUTHERN\\_BRAZIL/links/615aea5d4a82eb7cb5f692da/GROWTH-AND-YIELD-OF-EVEN-AGED-Cupressus-lusitânica-PLANTATIONS-IN-SOUTHERN-BRAZIL.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Mario-Jr/publication/355043548_GROWTH_AND_YIELD_OF_EVEN-AGED_Cupressus_lusitânica_PLANTATIONS_IN_SOUTHERN_BRAZIL/links/615aea5d4a82eb7cb5f692da/GROWTH-AND-YIELD-OF-EVEN-AGED-Cupressus-lusitânica-PLANTATIONS-IN-SOUTHERN-BRAZIL.pdf). Acesso em: 15 maio 2023.

DUARTE, R. I. *et al.* Características de desenvolvimento inicial em teste de progênie de uma população de araucária na Flona de Três Barras-SC. **Biodiversidade Brasileira-BioBrasil**, [s. l.], n. 2, p. 114-123, 2012. Disponível em: <https://revistaelectronica.icmbio.gov.br/BioBR/article/view/279>. Acesso em: 15 maio 2022.

FERREIRA, M. Melhoramento e a silvicultura intensiva clonal. **Instituto Pesquisa e Estudos Florestais**, Piracicaba, v. 45, p. 22-30, jan./dez. 1992. Disponível em: [https://www.eucalyptus.com.br/artigos/1992\\_Melhoramento+Silvicultura+Clonal.pdf](https://www.eucalyptus.com.br/artigos/1992_Melhoramento+Silvicultura+Clonal.pdf). Acesso em: 17 maio 2022.

FLAMPTON JÚNIOR, L. J.; FOSTER, G. S. Field testing vegetative propagules. *In*: AHUJA, M. R.; LIBBY, W. J. **Clonal forestry I, genetics and biotechnonology**. Berlin: Verlag Berlin Heidelberg, 1993. p. 110-134. Disponível em: [https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-642-84175-0\\_9](https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-642-84175-0_9). Acesso em: 15 maio 2022.

FOELKEL, C. E. B.; ZVINAKEVICIUS, C. Coníferas exóticas aptas para produção de celulose Kraft: 2 - *Cupressus lusitânica*. **O papel**, [s. l.], v. 1, p. 57-62, out. 1981. Disponível em: [http://www.celso-foelkel.com.br/artigos/1981\\_Cupressus\\_lusitânica.pdf](http://www.celso-foelkel.com.br/artigos/1981_Cupressus_lusitânica.pdf). Acesso em: 17 maio 2022.

FOWLER, J. A. P.; BIANCHETTI, A. Dormência em sementes florestais: Documentos 40. **EMBRAPA Florestas**, Colombo, p. 1-40, jul. 2000. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/290718/1/doc40.pdf>. Acesso em: 04 jun. 2022.

FREITAS, M. L. M. *et al.* Produção de sementes de espécies florestais nativas: estratégias

de melhoramento *In*: RODRIGUES, F.C.M.; FIGLIOLIA, M.B.; DA SILVA, A. (org.) **Sementes Florestais Tropicais**: da ecologia à produção. Londrina: Abrates, 2018. p. 128-152. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/326670994\\_Capitulo\\_2-Producao\\_de\\_Sementes\\_Florestais\\_128\\_21\\_Producao\\_de\\_sementes\\_de\\_especies\\_floresta\\_is\\_nativas\\_estrategias\\_de\\_melhoramento](https://www.researchgate.net/publication/326670994_Capitulo_2-Producao_de_Sementes_Florestais_128_21_Producao_de_sementes_de_especies_floresta_is_nativas_estrategias_de_melhoramento). Acesso em: 12 maio 2022.

HASLETT, A. N. Properties and utilization of exotic specialty timbers grown in New Zealand: part 3- cypresses. **FRI Bulletin**, New Zealand, n.119, p.1-12, Jan. 1986. Disponível em: <https://scion.contentdm.oclc.org/digital/collection/p20044coll6/id/172/>. Acesso em: 24 maio 2022.

HARRINGTON, J. F. 1972. Seed storage and longevity. In: T. T. Kozlowski (ed.) **Seed biology**. Academy Press, New York, p. 145-245.

HEINRICH, D. **Simulação da produção de madeira serrada**. 2010. Dissertação (Mestrado em Administração) - Programa de Pós-graduação em Administração, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2010. Disponível em: <https://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/21104>. Acesso em: 12 jun. 2022.

HENRIQUES, E. P. *et al.* Seleção genética em teste de progênies de irmãos completos de *Eucalyptus* para a produção de carvão vegetal. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 46, n. 119, p. 405-413, set. 2018. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/1099892>. Acesso em: 24 set. 2023.

INDÚSTRIA BRASILEIRA DE ÁRVORES. Relatório 2022. **IBÁ**, São Paulo; **IBÁ**, Brasília, DF, p. 1-96, 2022. Disponível em: <https://iba.org/datafiles/publicacoes/relatorios/relatorio-anual-iba2022-compactado.pdf>. Acesso em: 08 out. 2023.

ISHIBASHI, V. *et al.* Estratégias de seleção genética para silvicultura clonal em *Pinus caribaea* var. *hondurensis*, [S.I.]. **Scientia Forestalis**, [S.I.], v. 1, n. 50, p. 1-11, 2022. Disponível em: [https://www.ipef.br/PUBLICACOES/SCIENTIA/v50\\_2022/2318-1222-scifor-50-e3858.pdf](https://www.ipef.br/PUBLICACOES/SCIENTIA/v50_2022/2318-1222-scifor-50-e3858.pdf). Acesso em: 08 out. 2023.

KAGEYAMA, P. Y. Endogamia em espécies florestais. **Série Técnica IPEF**. Piracicaba, p. 1-36, dez. 1981. Disponível em: <https://www.ipef.br/publicacoes/stecnica/nr08/cap01.pdf>. Acesso em: 17 maio 2022.

KOTHIYAL, V. *et al.* Assessment of wood quality of eighteen-year-old *Cupressus goveniana* from Maharashtra, India. **Journal of Tropical Forest Products**, India, v. 3, n. 2, p. 186-193, 1997.

MAGUIRE, J. D. Speed of germination-aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. **Crop Science**, Madison, v. 2, n. 1, p. 176-177, 1962.

MARCHIORI, J. N. C. **Dendrologia das gimnospermas**. 2. ed. Santa Catarina: Ed. UFSM, 1996.

MIRETKI, E. M. **Caracterização Pluviométrica de Curitiba, SC no período de 2010 a 2020**. 2021. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agronomia) - Universidade Federal de Santa Catarina, Curitiba, 2021. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/223688>. Acesso em: 01 jun. 2022.

MODES, K. *et al.* Propriedades físico-mecânicas de painéis compensados com a madeira de *Cupressus lusitanica* Mill. **Ciência Florestal**, v. 33, n. 3, p. 1-17, 2023. Disponível em: <https://periodicos.ufsm.br/cienciaflorestal/article/view/74002/62033>. Acesso em: 27 out. 2023.

NAKAGAWA, J. Testes de vigor baseados no desempenho das plântulas. In: KRZYZANOWSKI, F. C. *et al.* **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999. cap. 2.1, p. 2-24.

NG'ANG'A, F. Strength properties of cypress timber grown in Kenya. **Commonwealth Forestry Review**, Oxford, v. 73, n. 3/4, p. 186-192, 1992. Disponível em: [https://www.jstor.org/stable/42608537?casa\\_token=p\\_6IdVzXJSMAAAAA%3ArN6ypLX\\_tkrSAkDiQkJI74qzjCkElkXU0lug47KLXmPRkMjeCkoTyyOPJs23byzH9UH0jXuOqlnfaiBwKK3e4lnmg39Kq48C1010aRUY75P2pJ86B84&seq=1](https://www.jstor.org/stable/42608537?casa_token=p_6IdVzXJSMAAAAA%3ArN6ypLX_tkrSAkDiQkJI74qzjCkElkXU0lug47KLXmPRkMjeCkoTyyOPJs23byzH9UH0jXuOqlnfaiBwKK3e4lnmg39Kq48C1010aRUY75P2pJ86B84&seq=1). Acesso em: 18 maio 2022.

NILES, J. E. **Efeito do tempo de exposição a campo na durabilidade natural das madeiras de *Cryptomeria japonica*, *Cupressus lusitanica* e *Pinus taeda***. 2020. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Florestal) - Universidade Federal de Santa Catarina, Curitibanos, 2020. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/218446>. Acesso em: 20 maio 2022.

ODA, S. *et al.* Melhoramento florestal. In: BORÉM, A. (ed.) **Biotecnologia Florestal**. Viçosa: Editora UFV, 2007. p. 1-20. Disponível em: [https://www.eucalyptus.com.br/artigos/2007\\_Melhoramento+Florestal.pdf](https://www.eucalyptus.com.br/artigos/2007_Melhoramento+Florestal.pdf). Acesso em: 14 maio 2022.

OKINO, E. Y. A. *et al.* Evaluation of the physical and biological properties of particleboard and flakeboard made from *Cupressus* spp. **International Biodeterioration and Biodegradation**, Birmingham, v. 53, p. 1-5, 2004. Disponível em: [https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0964830503001057?casa\\_token=TS7DrQ49sEkAAAAA:xx3dLjGIn23U0sTbPMnimULxtwcB7QMJnOAxXUz9J7QuJf-OVY5j8ulREJEIxWHiBiE089pqDg](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0964830503001057?casa_token=TS7DrQ49sEkAAAAA:xx3dLjGIn23U0sTbPMnimULxtwcB7QMJnOAxXUz9J7QuJf-OVY5j8ulREJEIxWHiBiE089pqDg). Acesso em: 20 maio 2022.

OKINO, E. Y. A. *et al.* Physico-mechanical properties and decay resistance of *Cupressus* spp. cement-bonded particleboards. **Cement & Concrete Composites**, Essex, v. 27, p. 333-338, 2005. Disponível em: [https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0958946504000836?casa\\_token=TWYFOMK-zQgAAAAA:E7YSQbIbx4jJIqL2n027Z8DTzEpZeT-AqP3hgv8-iVLfkfvXU-CM8nMh3UFDt3nwF0syjTjmQA](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0958946504000836?casa_token=TWYFOMK-zQgAAAAA:E7YSQbIbx4jJIqL2n027Z8DTzEpZeT-AqP3hgv8-iVLfkfvXU-CM8nMh3UFDt3nwF0syjTjmQA). Acesso em: 20 maio 2022.

ORMA C. *et al.* **Agroforestry Database: a tree reference and selection guide, version 4.0**. Kenya: World Agroforestry Centre, 2009.

OSORIO, E. G. **Indústria de papel e celulose: Estudo de caso da implantação da VCP Florestal no extremo sul do Rio Grande do Sul**. 2007. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Economia) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2007. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/122086>. Acesso em: 18 maio 2022.

PANDOLFO, C. **Sistemas atmosféricos, variáveis meteorológicas e mudanças climáticas na potencialidade do cultivo da videira (*Vitis vinifera* L.) no Estado de Santa Catarina**. 2010. Tese (Doutorado em Recursos Genéticos Vegetais) - Universidade

Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2010. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/103325>. Acesso em: 04 jun. 2022.

PEDROZO, C. A. *et al.* Melhoramento genético de *Tachigali vulgaris*: teste de procedências e progênes em Roraima. In: WORKSHOP ONLINE FLORESTAS DE *TACHIGALI VULGARIS*, 1., 2021, Colombo. **Anais** [...]. Colombo: Embrapa Florestas, 2022. p. 139-143. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/doc/1151529/1/EmbrapaFlorestas-2022-Documentos377-141-145.pdf>. Acesso em: 20 out. 2023.

PEREIRA, J. C. D.; HIGA, R. C. V. Propriedades da madeira de *Cupressus lusitanica* Mill: Comunicado Técnico 107. **EMBRAPA Florestas**, Colombo, p. 1-5, dez. 2003. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/309653/1/Comtec107.pdf>. Acesso em: 21 maio 2022.

PETRAUSKI, S. M. F. C. *et al.* Competitividade do Brasil no mercado internacional de madeira serrada. **Cerne**, Lavras, v. 18, p. 99-104, 2012. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cerne/a/WZ5jXZ3bqCGRLSXB8t6vrYd/abstract/?lang=pt>. Acesso em: 10 jun. 2022.

PINHEIRO R. M. Avaliação de diferentes substratos para teste de germinação de sementes de *Cunninghamia lanceolata*. 2021. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Florestal) - Universidade Federal de Santa Catarina, Curitibanos, 2021. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/223416/Rodrigo%20Malheiros%20Pinheiro.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 14 out. 2023.

PINTO JR., J. E. *et al.* Avaliação simultânea de produtividade, adaptabilidade e estabilidade genotípica de *Eucalyptus grandis* em distintos ambientes do Estado de São Paulo. **Boletim de Pesquisa Florestal**, n.53, p.79-108, 2006.

POTTER, R. O. *et al.* **Levantamento de reconhecimento dos solos do Estado de Santa Catarina**. Rio de Janeiro: EMBRAPA-CNPS: Boletim de pesquisa n°6, 1998. 721 p. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1069076/levantamento-de-reconhecimento-dos-solos-do-estado-de-santa-catarina>. Acesso em: 04 jun. 2022.

QUEIROZ, R. L. **Análise de crescimento em plantio clonal de *Cryptomeria japonica* D. Don na região Serrana de Santa Catarina**. 2022. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Florestal) - Universidade Federal de Santa Catarina, Curitibanos, 2022. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/232812>. Acesso em: 17 maio 2022.

RAUSCHKOLB, D. V. **CRESCIMENTO DE *Cupressus lusitanica* Mill. NO SUL DE SANTA CATARINA**. 2017. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Florestal) - Universidade Federal de Santa Catarina, Curitibanos, 2022. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/178596>. Acesso em: 17 maio 2022.

RESENDE, M. D. V. Genética biométrica e estatística no melhoramento de plantas perenes. Brasília: **EMBRAPA Informação Tecnológica**, 2002, 975 p.

RESENDE, M. D. V. O Software Selegen-Reml/Blup. Documentos 1. **EMBRAPA**, Campo Grande, p. 1-305, 2006.

RESENDE, M. D. V. **Selegen-Reml/Blup: Sistema Estatístico e Seleção Genética Computadorizada via Modelos Lineares Mistos**. 1. ed. Colombo: Embrapa Florestas, 2007. 360 p.

ROSADO, A. M. *et al.* Seleção simultânea de clones de eucalipto de acordo com produtividade, estabilidade e adaptabilidade. Pesquisa agropecuária brasileira, Brasília, v.47, n.7, p. 964-971, 2012. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/pab/a/KhBvCgzyFBbgrbGd7 YV7VBs/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 20 out 2023.

SANTOS, A. M. *et al.* Estimação de parâmetros genéticos em teste de procedência e progênie de cedro australiano. *In: Anais do 7º Congresso Brasileiro de Melhoramento de Plantas, 7.*, 2013, Uberlândia. **Anais [...]**. Uberlândia: Embrapa Florestas, 2013. p. 428-432. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/88358/1/Alisson-CBMP-Estimacao.pdf>. Acesso em: 07 set. 2023.

SECRETARIA DE ESTADO DE DESENVOLVIMENTO REGIONAL. **Caracterização regional**. Santa Catarina: Secretaria do Estado do Planejamento, Orçamento e Gestão, 2003. Disponível em: [http://docweb.epagri.sc.gov.br/website\\_cepa/publicacoes/diagnostico/CURITIBANOS.pdf](http://docweb.epagri.sc.gov.br/website_cepa/publicacoes/diagnostico/CURITIBANOS.pdf). Acesso em: 02 jun. 2022.

SHIMIZU, J. Y. *et al.* Cedrinho como alternativa para produção de madeira em pequenas propriedades rurais: Comunicado Técnico 172. **EMBRAPA Florestas**, Colombo, p. 1-3, dez. 2006. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/301365/1/comtec172.pdf>. Acesso em: 08 jun. 2022.

SHIMIZU, J. Y. Melhoramento de espécies florestais na Embrapa. *In: WORKSHOP SOBRE MELHORAMENTO DE ESPÉCIES FLORESTAIS E PALMÁCEAS NO BRASIL, 8.*, 2001, Curitiba. **Anais [...]**. Colombo: Embrapa Florestas, 2001. p. 75-84. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/306154/1/MelhoramentoEspecies.pdf>. Acesso em: 20 maio 2023.

SHIMIZU, J. Y.; PINTO JÚNIOR, J. E.; RIBATSKI, G. Cipreste para madeira: alto incremento volumétrico com material genético apropriado. **Boletim de Pesquisa Florestal**, Colombo, n. 30/31, p. 3-17, jan./dez. 1995. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/handle/doc/282151>. Acesso em: 02 jun. 2022.

STURION, J. A. *et al.* Produção de mudas de espécies de rápido crescimento por pequenos produtores: Circular Técnica 37, **EMBRAPA Florestas**, Colombo, p. 1-21, 2000. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/289921/1/circtec37.pdf>. Acesso em: 17 maio 2022.

STURION, J.A.; RESENDE, M.D.V. Seleção de progênies de erva-mate (*Ilex paraguarensis* St. Hil.) para produtividade, estabilidade e adaptabilidade temporal de massa foliar. **Boletim de Pesquisa Florestal**, Colombo, n.50, p.37-51, 2005. Disponível em: [https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CNPF-2009-09/40387/1/pag\\_37-52.pdf](https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CNPF-2009-09/40387/1/pag_37-52.pdf). Acesso em: 08 out. 2023.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA. **Área Experimental Florestal**. Curitiba, 2023. Site do Curso de Engenharia Florestal – Campus Curitiba.

Disponível em: <https://engenhariaflorestal.ufsc.br/fazenda-experimental/>. Acesso em: 01 jun. 2023.

VIEIRA, R. D.; CARVALHO, N. M. **Teste de vigor em sementes**. Jaboticabal: FUNDEP, 1994.

VIVIAN, M. A. *et al.* Caracterização tecnológica da madeira de *Cupressus lusitânica* visando à produção de polpa celulósica. **Pesquisa Florestal Brasileira**, [s. l.], v. 40, n. 1, p. 1-9, jan. 2020. Disponível em: <https://pfb.cnpf.embrapa.br/pfb/index.php/pfb/article/view/1894>. Acesso em: 02 jun. 2022.

VIVIAN, M. A. *et al.* NATURAL DURABILITY OF *Cupressus lusitanica*, *Cryptomeria japonica* AND *Pinus taeda* WOODS IN FIELD TRIAL. *Floresta*, Curitiba, PR, v. 50, n. 3, p. 1603-1612, jul./set. 2020. Disponível em: [https://www.researchgate.net/profile/Mario-Jr/publication/342929593\\_NATURAL\\_DURABILITY\\_OF\\_Cupressus\\_lusitanica\\_Cryptomeria\\_japonica\\_AND\\_Pinus\\_taeda\\_WOODS\\_IN\\_FIELD\\_TRIAL/links/5f1abcdd92851cd5fa4221a0/NATURAL-DURABILITY-OF-Cupressus-lusitanica-Cryptomeria-japonica-AND-Pinus-taeda-WOODS-IN-FIELD-TRIAL.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Mario-Jr/publication/342929593_NATURAL_DURABILITY_OF_Cupressus_lusitanica_Cryptomeria_japonica_AND_Pinus_taeda_WOODS_IN_FIELD_TRIAL/links/5f1abcdd92851cd5fa4221a0/NATURAL-DURABILITY-OF-Cupressus-lusitanica-Cryptomeria-japonica-AND-Pinus-taeda-WOODS-IN-FIELD-TRIAL.pdf). Acesso em: 05 maio 2023.

WENDLING, I. Propagação vegetativa. *In*: SEMANA DO ESTUDANTE UNIVERSITÁRIO, 1., 2003, Brasil. **Anais [...]**. Brasil: Embrapa Florestas, 2003. p. 1-6. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/308609>. Acesso em: 15 maio 2022.

WREGGE, M. S. *et al.* **Atlas climático da região sul do Brasil: estados do Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul**. 2. ed. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2012. *E-book*. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1045852>. Acesso em: 5 maio 2022.

XAVIER, A.; SILVA, R. L. da. Evolução da silvicultura clonal de *Eucalyptus* no Brasil. **Agronomia Costarricense**, San Pedro de Montes de Oca, v. 34, n. 1, p. 93-98, jun. 2010. Disponível em: [https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0377-94242010000100009](https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0377-94242010000100009). Acesso em: 20 maio 2023.

XAVIER A., WENDLING I.; SILVA. R. L. **Silvicultura clonal: princípios e técnicas**. 3. ed. Viçosa, MG: Editora UFV. 2009.

XAVIER, S. A. *et al.* Superação da dormência de sementes de *Cupressus lusitânica* Mill. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 33, n. 3, p. 1041-1046, maio/jun. 2012. Disponível em: <https://www.redalyc.org/pdf/4457/445744113032.pdf>. Acesso em: 15 out 2023.