



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CAMPUS CURITIBANOS OU CENTRO DE CIÊNCIAS RURAIS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECOSSISTEMAS AGRÍCOLAS E
NATURAIS

Luiza da Silva Tognon

Estimativa de parâmetros genéticos em progênies de *Ocotea porosa* (Nees & Mart.) Barroso

CURITIBANOS
2024

Luiza da Silva Tognon

Estimativa de parâmetros genéticos em progênies de *Ocotea porosa* (Nees & Mart.) Barroso

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Ecossistemas Agrícolas e Naturais da Universidade Federal de Santa Catarina como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Ciências.

Orientador(a): Prof.(a), Dr.(a) Kelen Haygert Lencina.

Coorientador(a): Prof.(a), Dr.(a) Paulo Cesar Poeta Fermino Junior.

CURITIBANOS

2024

da Silva Tognon, Luiza
Estimativa de parâmetros genéticos em progênies de
Ocotea porosa (Nees & Mart.) Barroso / Luiza da Silva
Tognon ; orientador, Kelen Haygert Lencina, coorientador,
Paulo Cesar Poeta Fermino Junior., 2024.
44 p.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa
Catarina, Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós-
Graduação em Ecossistemas Agrícolas e Naturais,
Florianópolis, 2024.

Inclui referências.

1. Ecossistemas Agrícolas e Naturais. 2. Ocotea porosa.
3. Floresta Ombrófila Mista. 4. Estimativa de parametro
genético. 5. Selegen RELM/BLUP. I. Haygert Lencina, Kelen.
II. Cesar Poeta Fermino Junior., Paulo. III. Universidade
Federal de Santa Catarina. Programa de Pós-Graduação em
Ecossistemas Agrícolas e Naturais. IV. Título.

Luiza da Silva Tognon

Estimativa de parâmetros genéticos em progênies de *Ocotea porosa* (Nees & Mart.) Barroso

O presente trabalho em nível de Mestrado foi avaliado e aprovado, em 10 de outubro de 2022, pela banca examinadora composta pelos seguintes membros:

Prof.(a) Kelen Haygert Lencina, Dr.(a)
Universidade Federal de Santa Catarina

Prof.(a) Maurício Sedrez dos Reis, Dr.(a)
Universidade Federal de Santa Catarina

Prof.(a) Ricardo Bittencourt, Dr.(a)
Universidade Regional de Blumenau

Certificamos que esta é a versão original e final do trabalho de conclusão que foi julgado adequado para obtenção do título de Mestre em Ciências pelo Programa de Pós-Graduação em Ecossistemas Agrícolas e Naturais.

Insira neste espaço a
assinatura digital

Coordenação do Programa de Pós-Graduação

Insira neste espaço a
assinatura digital

Prof.(a) Kelen Haygert Lencina, Dr.(a)
Orientador(a)

Curitibanos, 2024.

Dedico este trabalho a família e aos envolvidos na trajetória do mestrado.

AGRADECIMENTOS

Ao concluir esta etapa tão importante da minha jornada acadêmica, gostaria de expressar minha profunda gratidão a todos que contribuíram para a realização deste trabalho:

Primeiramente à minha orientadora, Prof.^a Dr.^a Kelen Haygert Lencina, por sua dedicação, paciência e valiosa orientação ao longo de todo o processo.

Ao meu coorientador, Prof. Dr. Paulo Cesar Poeta Fermino Junior, pelas suas contribuições e as aulas dentro desse período.

À Universidade Federal de Santa Catarina, especialmente ao Programa de Pós-Graduação em Ecossistemas Agrícolas e Naturais Aos membros da banca examinadora, Prof. Dr. Maurício Sedrez dos Reis e Prof. Dr. Ricardo Bittencourt, por aceitarem avaliar este trabalho e por suas valiosas sugestões.

Aos colegas do laboratório, membros do grupo de pesquisa e ao do programa de pós-graduação, pela troca de experiências, apoio mútuo e momentos de descontração que tornaram essa jornada mais leve.

E a todos os professores e funcionários da UFSC que, direta ou indiretamente, contribuíram para minha formação e para a realização deste trabalho.

À CAPES e à FAPESC, pelo apoio financeiro que viabilizou a execução deste projeto.

À minha família, pelo amor incondicional, compreensão nos momentos de ausência e por sempre acreditarem em mim. Vocês são meu porto seguro.

RESUMO

A imbuia, como é conhecida a espécie *Ocotea porosa* (Nees & Mart.) Barroso, é uma espécie florestal nativa da Floresta Ombrófila Mista, que geralmente ocorre associada a *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze. O extrativismo causou uma redução drástica das populações e colocou a espécie em posição de risco de extinção. Nesse sentido, o presente trabalho tem como objetivo estimar os parâmetros genéticos de progênies, a partir do crescimento das mudas instaladas em viveiro. Para a estimação dos parâmetros genéticos, foram selecionadas sementes de 30 progênies de duas populações (Rio Negro – PR e de Curitiba – SC). As sementes foram semeadas em tubetes, contendo substrato comercial e osmocote (6 g L^{-1}), os quais foram mantidos em casa de vegetação da Universidade Federal de Santa Catarina com irrigação automatizada. As avaliações foram realizadas a cada 30 dias até 120 dias para avaliação da porcentagem de germinação, índice médio de germinação (IVG) e tempo médio de germinação (TMG). Aos 150 dias as mudas passaram a ser avaliadas mensalmente em relação ao crescimento em altura, diâmetro do coleto, número de folhas e relação HD (altura/ diâmetro) em viveiro até completar oito avaliações mensais. Os dados foram utilizados para a estimativa dos componentes da variância e dos parâmetros genéticos utilizando o software Selegen. Como resultados, a germinação das progênies apresentou média de 80%, o IVG foi de 0,05 e o TMG de 4,75 dias. O teste da razão da verossimilhança mostrou a existência de variabilidade genética entre as progênies para todas as variáveis. Os componentes da variância mostram que, para as características de número de folhas, diâmetro do coleto e relação HD, grande parte da variância fenotípica individual corresponde à variância temporária do ambiente. Quanto à herdabilidade, a altura (H) apresentou o maior valor de 82%, seguido de 37% de herdabilidade para a variável relação HD.

Palavras-chave: Imbuia, Selegen RELM/BLUP, FOM

ABSTRACT

The species *Ocotea porosa* (Nees & Mart.) Barroso, known as Brazilian walnut, is a native forest species of the Mixed Ombrophilous Forest, typically found alongside *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze. Extractivism has led to a drastic reduction in its populations and has put the species at risk of extinction. In this context, the present work aims to estimate the genetic parameters of progenies from the growth of seedlings grown in a nursery. For the estimation of genetic parameters, seeds from 30 progenies of two populations (Rio Negro – PR and Curitiba – SC) were selected. The seeds were sown in tubes containing commercial substrate and osmocote (6 g L⁻¹), which were kept in a greenhouse at the Federal University of Santa Catarina with automated irrigation. Evaluations were conducted every 30 days until 120 days to assess the percentage of germination, the average germination index (IVG), and the average germination time (TMG). At 150 days, the seedlings began to be assessed monthly in terms of growth in height, collar diameter, number of leaves, and HD ratio (height/diameter) in the nursery until completing eight monthly evaluations. The data were used to estimate the components of variance and genetic parameters using the Selegen software. As a result, the progenies' germination showed an average of 80%, the IVG was 0.05, and the TMG was 4.75 days. The likelihood ratio test indicated the existence of genetic variability among the progenies for all variables. The components of the variance show that, for the characteristics of the number of leaves, collar diameter, and HD ratio, a large part of the individual phenotypic variance corresponds to the temporary variance of the environment. Regarding heritability, height (H) had the highest value of 82%, followed by 37% heritability for the HD ratio variable.

Keywords: Imbuia, Selegen RELM/BLUP, FOM.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Morfologia de <i>Ocotea porosa</i> – a1. folha (face abaxial); a2. flor; a3. sépala; a4. estame série I; a5. estame série III; a6. estaminódio série IV; a7. pistilo; a8. fruto. FONTE: Brotto <i>et al.</i> (2013).	17
Figura 2. Georreferenciamento das populações utiliza.....	22
Figura 3. Fotografia de sementes de imbuia. Legenda: A – sementes com tegumento; B – sementes beneficiadas. Fonte: Autor.....	24
Figura 4. Coeficiente de determinação, acurácia e eficiência seletiva em função do Número de folhas, da Altura e Diâmetro do coleto das progênes analisadas.	32

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1. Teste de germinação. Número de sementeiras por progênie (NS) Porcentagem de germinação (PG), índice de velocidade de germinação (IVG).27
- Tabela 2. Valores de Deviance para o número de folhas produzidas (NF), para a altura (H), para o diâmetro do coleto (D) e para a relação de altura e diâmetro do coleto (HD^{-1}) das progênies de *Ocotea porosa* em oito coletas de dados consecutivas, avaliados a cada 30 dias, de cultivo em casa de vegetação climatizada.29
- Tabela 3. Componentes de variância e parâmetros genéticos para o número de folhas produzidas (NP), para a altura (H), para o diâmetro do coleto (D) e para a relação de altura e diâmetro do coleto (HD^{-1}) das progênies de *Ocotea porosa* em oito coletas de dados consecutivas, avaliados a cada 30 dias, de cultivo em casa de vegetação climatizada.29
- Tabela 4. Efeito fenotípico permanente (fp), valor fenotípico permanente ($u + fp$), ganho genético (GS), nova média (Nm) e o desempenho relativo (DR) estimado para a altura das progênies de *Ocotea porosa* em oito coletas de dados consecutivas, avaliados a cada 30 dias, de cultivo em casa de vegetação climatizada.33

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

BLUP	Melhor predição linear não viciada (Best Linear Unbiased Prediction)
CAPES	Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
EEF	Estação Experimental Florestal (UFPR – Rio Negro)
FAPESC	Fundação de Amparo à Pesquisa e Inovação do Estado de Santa Catarina
FOM	Floresta Ombrófila Mista
IES	Instituição de Educação Superior
IUCN	International Union for Conservation of Nature
LDB	Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional
MMA	Ministério do Meio Ambiente
PR	Paraná
RELM	Método de Maxima Verossimilhança Restrita (Restricted Maximum Likelihood Method)
SC	Santa Catarina
UFPR	Universidade Federal do Paraná
UFSC	Universidade Federal de Santa Catarina

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	13
2	OBJETIVOS.....	15
2.1	OBJETIVO GERAL	15
2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	15
3	REFERENCIAL TEÓRICO	16
3.1	ESPÉCIE <i>OCOTEA POROSA</i> (NEES & MART.) BARROSO.....	16
3.2	RESGATE GENÉTICO DE ESPÉCIES FLORESTAIS	19
4	MATERIAL E MÉTODOS	22
4.1	MATERIAL VEGETAL.....	22
4.2	INSTALAÇÃO DO EXPERIMENTO	23
4.3	TESTES DE GERMINAÇÃO.....	24
4.4	AVALIAÇÃO SILVICULTURAL	25
5	RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	26
5.1	TESTE DE GERMINAÇÃO	26
5.2	ESTIMATIVA DE PARÂMETROS GENÉTICOS.....	28
6	CONCLUSÃO	35
	REFERÊNCIAS	36
	ANEXO A –.....	41

1 INTRODUÇÃO

A espécie *Ocotea porosa* (Nees & Mart.) Barroso, conhecida popularmente como imbuia, pertencente ao gênero *Ocotea*, como o próprio nome já sugere, e à família Lauraceae. É nativa da Mata Atlântica e ocorre predominantemente em estágio sucessional secundário a clímax associada a algumas espécies de interesse econômico do Sul do Brasil (Carvalho, 2003; IBGE, 2012). Em virtude de aspectos culturais foi designada como símbolo de Santa Catarina, pela Lei Nº 17.308, de 6/11/2017.

A imbuia é uma espécie florestal que pode atingir 30 metros de altura e viver por, aproximadamente, 500 anos, mas suas populações só conseguem ser longevas na Floresta Ombrófila Mista, também conhecida como Floresta de Araucária (Carvalho, 2003). Apesar de sua longevidade, a espécie está classificada como vulnerável à extinção pela The International Union for Conservation of Nature - UICN (Martinelli e Moraes, 2013). A espécie se encontra nesse estágio em decorrência da fragmentação da fitofisionomia o que diminuíram as populações de imbuia (Carvalho, 2003; Scipioni, 2019; Vivian *et al.*, 2021).

A Floresta Ombrófila Mista, onde se concentram as populações mais longevas da espécie, originalmente ocupava cerca de 200.000 km². No entanto ocorreu uma redução drástica em sua extensão restando apenas 660 km², o que resultou num processo de fragmentação florestal (IBGE, 2012). Essa fragmentação diminuiu o tamanho das populações remanescentes de várias espécies e reduziu o fluxo gênico entre as populações de imbuia (Carvalho, 2003; Scipioni, 2019; Vivian *et al.*, 2021).

Em relação a regeneração natural da espécie, Caldato *et al.*, (1999) e Munhoz *et al.*, (2014) relataram que algumas populações da espécie se encontravam debilitadas devido a restrição fluxo gênico. Estabelecimento da espécie demandar de condições específica. Em função da configuração das populações e da característica da espécie, as populações tiveram um declínio significativo na variabilidade genética (Carvalho, 2003; Scipioni, 2019; Vivian *et al.*, 2021). Porém, esta não é a única implicação para regeneração natural da espécie, visto que o estabelecimento de indivíduos demanda de levar em consideração as sementes serem recalcitrantes, o crescimento lento, a zoocoria característica da espécie e o cenário da Floresta Ombrófila Mista desfavorecer todas estas características (Carvalho, 2003).

Diante da importância ecológica, social e florestal da espécie, ações que visem estudar as populações remanescentes são essenciais para contribuir para a conservação da imbuia.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

O objetivo dessa pesquisa é estimar os parâmetros genéticos de progênies de *Ocotea porosa* para crescimento em viveiro.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Avaliar os caracteres relacionadas à germinação de progênies de *Ocotea porosa*;
- Estimar os componentes de variância para as características de crescimento em viveiro de progênies de *Ocotea porosa*;
- Avaliar a variabilidade genética para as características de crescimento em viveiro de progênies de *Ocotea porosa*.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 ESPÉCIE *Ocotea porosa* (Nees & Mart.) Barroso

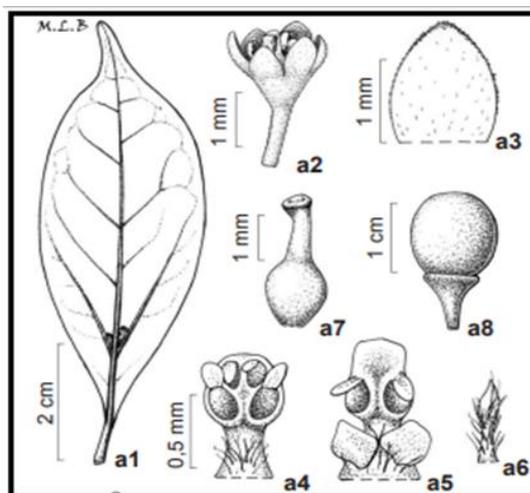
A imbuia, pertence à família Lauraceae e é conhecida por ser é uma árvore de grande importância ecológica e cultural, especialmente na região sul do Brasil. A família Lauraceae possui, pelo menos, 2.500 espécies distribuídas em 52 gêneros, com aproximadamente 467 delas ocorrendo no Brasil (Quinet, 2005; BFG, Brazilian Flora, 2021; Trofimov *et al.*, 2022). Dentre os grupos da família, o gênero *Ocotea* se destaca por ser o mais abundante na Mesoamérica e o mais rico em espécies nas regiões neotropicais da Amazônia, com cerca de 173 espécies (Van der Werff, 2002).

A maior parte das espécies do gênero *Ocotea* ocorre em florestas subtropicais. No Brasil, existem 176 espécies de ocorrência natural, incluindo a imbuia (Assis e Mello-Silva, 2009). Classificada como *Ocotea porosa* (Nees & Mart.) Barroso, ela é uma espécie de relevância para a região sul do Brasil e é considerada a espécie símbolo de Santa Catarina devido à sua importância cultural no estado (Lei Estadual Nº 4.984, de 07/12/1983, revogada pela Lei Nº 17.308, de 6/11/2017).

Ocotea porosa é uma árvore que pode atingir até 30 metros de altura e mais de 320 centímetros de diâmetro. É caracterizada por ramos subcilíndricos, ferrugíneo-glabrescentes, e folhas com filotaxia alterna, pecíolo de até 1 cm, canaliculado, e lâmina de formato obovado ou elíptico (Santos *et al.*, 2012; Brotto *et al.*, 2013; Vivian *et al.*, 2021). As flores são monoicas androginospóricas, medindo cerca de 4 x 3 mm, de coloração branca a amarelada, cíclicas, com cálice densamente revestido, e são polinizadas por abelhas (Lorenzi, 1992; Carvalho, 2003; Santos *et al.*, 2012). As sementes são formadas por uma castanha com superfície lisa, contendo numerosas estrias e podendo medir de 12 a 20 mm de diâmetro (Brotto *et al.*, 2013; Santos *et al.*, 2012).

Figura 1. Morfologia de *Ocotea porosa* – a1. folha (face abaxial); a2. flor; a3. sépala; a4. estame série I; a5. estame série III; a6. estaminódio série IV; a7. pistilo; a8. fruto.

FONTE: Brotto *et al.* (2013).



Sua madeira é considerada moderadamente pesada, com o cerne apresentando coloração que varia do pardo-amarelado ao pardo-acastanhado, textura média, e um cheiro característico e agradável. Tais atributos são provenientes de estruturas anatômicas, tecidos do caule em específico, como fibras septadas, vasos solitários e múltiplos com porosidade difusa detalhadas por Vivian *et al.*, (2021). Porém, o interesse madeireiro na espécie desfavorece a manutenção dela no meio natural, em virtude do lento desenvolvimento da espécie (Carvalho, 2003; Cury, Tomazello, 2011; Santos *et al.*, 2015).

Em relação aos aspectos ecológicos, é considerada como uma espécie secundária ou clímax, com sementes recalcitrantes, não sendo capaz de criar banco de sementes, e pouco se encontra plântulas em estágio inicial nos ambientes naturais (Carvalho, 2003; Caldato *et al.*, 1999). A distribuição geográfica da imbuia se concentra no Sul do Brasil, onde frequentemente ocorre associada à *Araucaria angustifolia*, compondo a Floresta Ombrófila Mista, ou floresta de Araucária (Gasper *et al.*, 2013; Lurk *et al.*, 2009). Devido às características já citadas sobre a espécie, em grande parte, e devido a Floresta de Araucária se encontrar fragmentada, a imbuia corre risco de extinção classificada como vulnerável pela IUCN (Martinelli e Moreas, 2013).

Originalmente, a Floresta Ombrófila Mista se estendia por, aproximadamente, 200.000 km², cobrindo vastas áreas dos planaltos do Sul e Sudeste do Brasil, em

altitudes superiores a 500 metros (Carvalho, 2010). No entanto, devido à ocupação humana, essa área sofreu uma redução drástica, diminuindo para apenas 660 km², um processo que resultou na fragmentação florestal (IBGE, 2012). A exploração intensiva de recursos naturais e a expansão das atividades humanas, como a agricultura e a urbanização, contribuíram significativamente para essa redução e fragmentação da floresta (Medeiros *et al.*, 2005).

A fragmentação do habitat teve um impacto profundo nas populações de várias espécies da Floresta Ombrófila Mista. A redução do tamanho de uma população pode alterar seu ciclo de vida e limitar o fluxo gênico, o que, por consequência, afeta a capacidade de regeneração natural da espécie (Kageyama *et al.*, 1998). Para a imbuia a fragmentação influencia na dispersão de seus frutos e isto tornou-se um desafio significativo no que diz respeito ao ciclo de vida da espécie, reprodução e fluxo gênico dela e de outras populações.

Algumas espécies de aves, como o tucano-de-bico-verde (*Ramphastos dicolorus*) e o sabiá-laranjeira (*Turdus rufiventris*), fazem parte avifauna da Floresta Ombrófila Mista que desempenham o papel de dispersão das sementes, incluindo da imbuia (Almeida *et al.*, 2008; Deconchat *et al.*, 2009). Essas aves consomem os frutos e excretam as sementes longe da árvore matriz, facilitando a colonização de novas áreas (Pizo, Galetti, 2010; Souza *et al.*, 2015). Além das aves, as cutias (*Dasyprocta azarae*) também contribuem com a dispersão da espécie. Elas coletam os frutos caídos no chão da floresta e enterram algumas sementes para consumo posterior. Muitas dessas sementes não são recuperadas, o que permite que germinem e originem novas árvores (Oliveira, 2018).

No entanto, a distância que as sementes conseguiriam atingir das suas matrizes é frequentemente limitada por obstáculos que restringem os animais dispersores (Deconchat *et al.*, 2009). As barreiras que promovem a diminuição do consumo das sementes de imbuia, pelos dispersores, fazem com que as sementes acabem caindo próximas à árvore mãe aumentando a competição por recursos e o risco de disseminação de doenças (Carvalho, 2003). Essa limitação na dispersão tem implicações sob a sobrevivência da espécie, uma vez que ocorra redução na diversidade genética dentro das populações, pois isto torna a espécie mais vulnerável a mudanças ambientais e pressões evolutivas (Frankham *et al.*, 2008).

Estudos sobre a diversidade genética da imbuia destacam a importância de conservar essa variabilidade para a resiliência da espécie. Bittencourt (2007)

identificou alelos únicos em regiões específicas, enquanto Amato (2008) encontrou variações significativas na variabilidade genética no Paraná e demonstrou a necessidade, considerar a estrutura genética associada ao grau de conservação dos nichos.

A existência de populações maiores tornaria as populações mais resilientes a intempéries e doenças relacionadas ao fitness destas populações pois a análises recentes sublinham a relevância da variabilidade genética para a resiliência das espécies (Rodrigues *et al.*, 2023). Pode se concluir este trecho em estados como Santa Catarina e Rio Grande do Sul, onde o fluxo gênico de algumas populações e a dificuldades na regeneração natural da *Ocotea porosa* (Carvalho, 2003, Martinelli e Moraes, 2013). Isto é evidenciado desde estudos como os de Caldato *et al.* (1999) e referenciados em Gasper *et al.* (2013).

3.2 RESGATE GENÉTICO DE ESPÉCIES FLORESTAIS

A Floresta Ombrófila Mista, também conhecida como Floresta de Araucária, apresenta um crítico cenário com apenas 3% de sua área original remanescente devido à intensa pressão antrópica, marcada pelo desmatamento e exploração madeireira (Ribeiro *et al.*, 2009). Nesse contexto, a imbuia (*Ocotea porosa*), espécie nativa de grande valor ecológico e econômico, se encontra ameaçada de extinção (Carvalho, 2003; Fischer e Lindenmayer, 2007).

Estudos como os de Caldato *et al.* (1999) e Amato (2008) evidenciam a fragilidade de diversas populações remanescentes da espécie, que sofrem com a falta da variabilidade genética dentro dos fragmentos. A redução do fluxo gênico levou à perda de variabilidade genética, impactando diretamente a capacidade adaptativa da espécie e sua resiliência a longo prazo, conforme apontado por Carvalho (2003), Caldato *et al.*, (1999).

A fragmentação florestal implica na divisão de habitats contínuos em fragmentos isolados, criando uma série de desafios para a conservação das espécies, uma vez que é um dos principais fatores para perda de biodiversidade em florestas. Esse processo leva a uma redução do tamanho das populações, aumento do isolamento entre elas e alterações nas condições ambientais nas bordas dos

fragmentos (Murcia, 1995). Estes efeitos são estudados analogamente a biogeografia de ilhas, que geralmente se associa a situações de biogeografia de habitats isolados porque em ambos os tipos de ambientes a alterações nas condições ambientais nas bordas e na abundância das espécies (Laurance *et al.*, 1997).

As consequências da fragmentação florestal são visíveis sob a regeneração natural das espécies (Stepka *et al.*, 2021). A combinação da fragmentação com o efeito de borda, intensificada com a ação da deriva genética, a qual causa flutuações aleatórias nas frequências alélicas, principalmente em populações pequenas (Lowe *et al.*, 2005). A redução do fluxo gênico, devido à deriva genética, aumenta a probabilidade de cruzamentos entre aparentados, elevando os riscos de depressão por endogamia. Populações endogâmicas podem apresentar menor vigor e maior suscetibilidade a doenças vigor pressões ambientais (Berkes, 2004; Lindenmayer e Fischer, 2006).

Com o intuito de mitigar tais impactos, a genética quantitativa surge como ferramenta para análises e desenvolvimento de estratégias de conservação. A longo prazo, a perda de variabilidade genética diminui a capacidade da espécie de se adaptar a novas condições ambientais, principalmente quando são susceptíveis as condições de borda, tornando-a mais suscetível à extinção (Keller e Waller, 2002). Nessa situação, a proposta de utilizar da genética quantitativa para estimar parâmetros como herdabilidade, variância genética e coeficiente de determinação é fundamental para embasar as ações de recuperação florestal.

A herdabilidade indica a proporção da variação fenotípica de uma característica que é devida a fatores genéticos. Uma alta herdabilidade sugere que a seleção de indivíduos com características desejáveis será mais eficiente, pois essas características serão transmitidas aos descendentes com maior probabilidade (Hanson, Robinson 1963). A variância genética, por sua vez, reflete a diversidade genética presente na população para uma determinada característica, ou seja, uma vez alta indica que há uma grande variedade de alelos para aquela característica, o que aumenta o potencial de adaptação da população a mudanças ambientais (Falcone e Mackay, 1996).

A partir da estimativa desses parâmetros, utilizando medidas de precisão como o coeficiente de determinação, é possível direcionar ações de conservação e restauração, como a seleção de matrizes ou de progênies superiores para a produção de sementes, a escolha de locais de plantio que maximizem a conectividade entre os

fragmentos florestais e a implementação de programas de melhoramento genético este material fornecido (Resende, 2007; Resende, 2016).

Para espécies florestais, o resgate genético aliado a produção em viveiros permite o desenvolvimento das mudas, garantindo a sobrevivência e a qualidade genética do material, com foco na maximização de características silviculturais importantes. Esse processo envolve coleta, conservação e utiliza de recursos genéticos e, majoritariamente, alia a restauração da variabilidade genética com a introdução de indivíduos que aumentam a resiliência das populações (Frankham *et al.*, 2002). A estimativa de parâmetros genéticos, nesse processo, direciona a produção e orienta a seleção de genótipos.

O melhoramento florestal, baseado na estimativa de parâmetros genéticos, fornecendo informações críticas para o manejo e a conservação quando se trata de espécies nativas, principalmente ameaçadas de extinção (Lowe *et al.*, 2005; Pinto Junior *et al.*, 2013). A seleção de indivíduos com características silviculturais pode contribuir significativamente para a recuperação e resiliência dos ecossistemas. Tanto para produção florestal quanto na restauração ecológica, a silvicultura se concentra em obter ganhos para características de crescimento e frutificação, em suportar pressões ecológicas, escassez de nutrientes, resistência a pragas e a doenças que, igualmente, são cruciais para sobrevivências em ambientes naturais e perturbados (Lamb *et al.*, 2005).

Diante do exposto, a combinação de análise genética e a seleção ocorrendo de forma criteriosa é vital para fortalecer a resiliência das populações e promover a adaptabilidade delas frente às mudanças ambientais e pressões seletiva (Weeks *et al.*, 2011; Reed, 2008).

4 MATERIAL E MÉTODOS

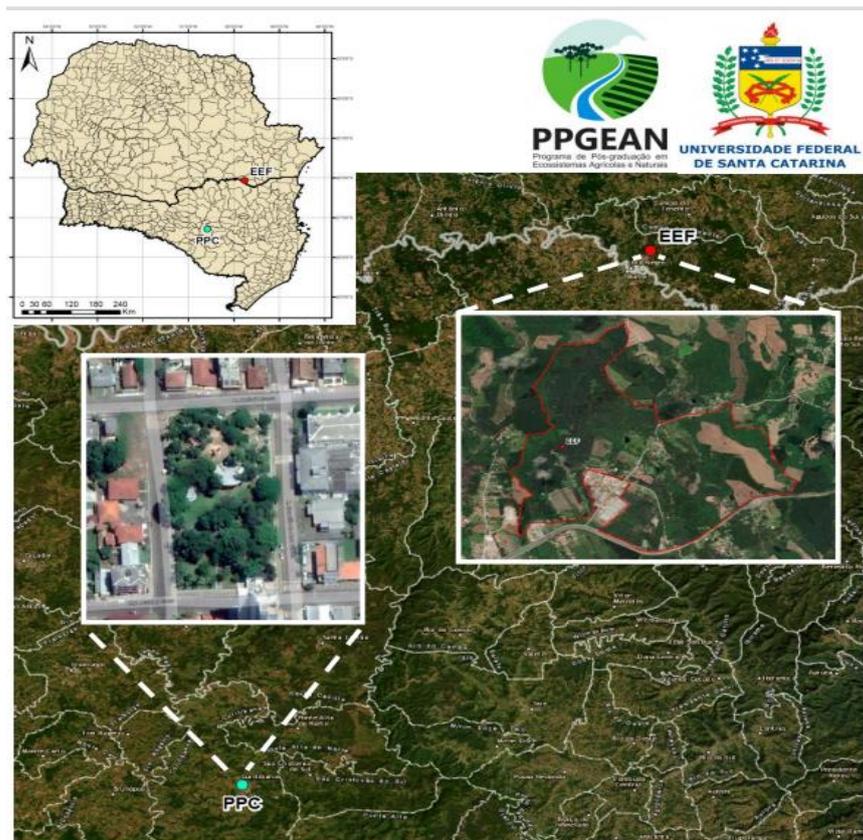
4.1 MATERIAL VEGETAL

Foram coletadas sementes de 31 progênies das localidades referenciadas na Figura 2. Dessas, 27 progênies (denominadas P1EEF, P2EEF, P4EEF, P5EEF, P6EEF, P7EEF, P8EEF, P9EEF, P10EEF, P11EEF, P12EEF, P13EEF, P14EEF, P15EEF, P18EEF, P19EEF, P20EEF, P21EEF, P23EEF, P24EEF e P25EEF) estão localizadas na Estação Experimental Florestal da UFPR (EEF) no município de Rio Negro, Paraná. As outras 4 progênies (denominadas PPC1, PPC2, PPC4 e PPC5) foram coletadas na Praça do Capão (PPC) no município de Curitiba, Santa Catarina.

O município de Rio Negro apresenta as coordenadas 26°06'21" S, 49°47'51" W e o clima é Cfb de acordo com Köppen. Já Curitiba, está localizado nas coordenadas 27°16'58" S e 50°35'04". As sementes de cada progênies foram identificadas nos locais onde foram coletadas e denominadas das seguintes formas: P1A1, P2A1, P3A1, P1.

Após a coleta e identificação das progênies as sementes foram transportadas para o campus de Curitiba onde passaram por um processo de despulpamento dos frutos em laboratório. Para o armazenamento, contendo somente o tegumento como proteção, elas foram refrigeradas por 3 meses.

Figura 2. Georreferenciamento das populações utiliza
das neste presente trabalho. Legenda: EEF - Estação Experimental Florestal da UFPR em Rio Negro, PR; PPC - Progênies da Praça do Capão em Curitiba, SC.
Fonte: Google Earth e ArcGis, feito pelo autor em colaboração com o laboratório de georeferenciamento da UFSC.

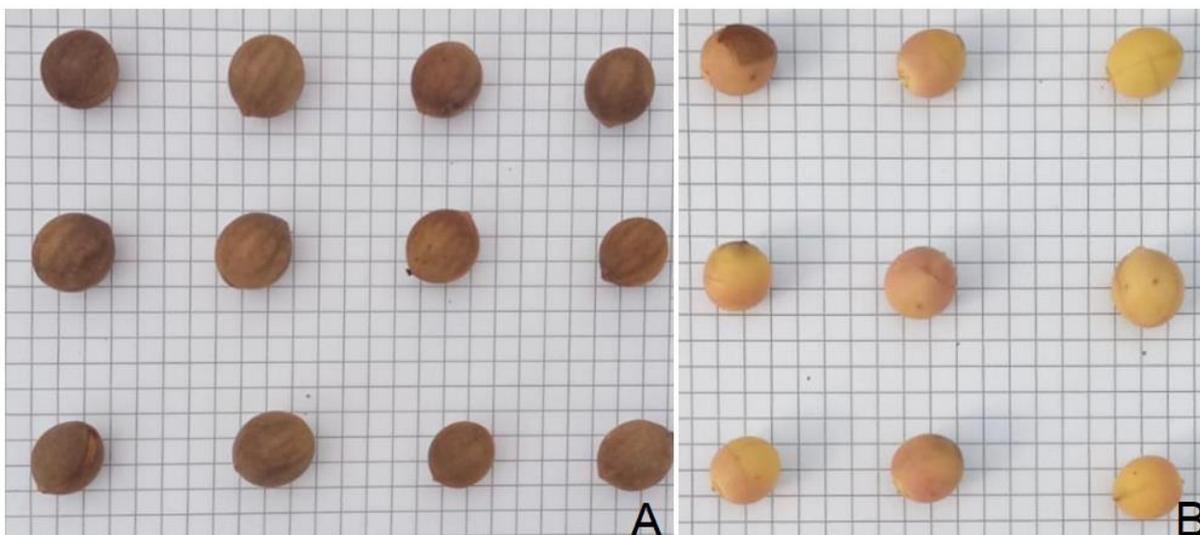


4.2 INSTALAÇÃO DO EXPERIMENTO

O experimento foi instalado em casa de vegetação da Universidade Federal de Santa Catarina, localizada no campus de Curitibanos da UFSC. Segundo a classificação de Köppen o município, e a universidade, se encontram no clima temperado (Cfb) caracterizado por apresentar chuvas uniformemente distribuídas, sem estação seca e a temperatura média do mês mais quente não chega a 22°C, precipitação de 1.100 a 2.000 mm e geadas (Novais, 2023).

A instalação consistiu na semeadura das sementes por progênie, em condições homogêneas para evitar fatores adversos ao genótipo. O substrato em questão continha osmocote como fertilizante de liberação controlada na concentração de 6 g L⁻¹ e substrato comercial a base de turfa de *sphagnum*, vermiculita expandida, calcário dolomítico e gesso agrícola. As etapas da instalação do experimento foram o beneficiamento, quebra de dormência, das sementes e semeadura em tubetes de PVC identificando cada progênie.

Figura 3. Fotografia de sementes de imbuia. Legenda: A – sementes com tegumento; B – sementes beneficiadas. Fonte: Autor.



Para serem semeadas, as sementes passavam pelo tratamento de superação de dormência tegumentar pela retirada do tegumento com o auxílio de bisturi e de estilete de ferro. Neste procedimento foram utilizadas apenas as sementes que estavam com os embriões viáveis. Após este procedimento de uma progênie estas foram colocadas nas condições acima, com o intuito de obter 50 sementes por progênie, priorizando todas que fossem visivelmente saudas, ou seja, com o embrião viável e o endosperma pouco comprometido.

4.3 TESTES DE GERMINAÇÃO

As plântulas foram avaliadas diariamente desde a emergência até os 150 dias após a semeadura. Estes dados foram empregados para obter a porcentagem de germinação (PG), o índice de velocidade de germinação (IVG) e o tempo médio de germinação (TMG), conforme Maguire (1962), adaptado em Brasil (2009) e Moreno-Pizani *et al.*, 2019.

As fórmulas encontram-se descritas a seguir:

$$PG = ng.100/nt$$

$$IVG = \Sigma(ni/ti)$$

$$TMG = \Sigma(ni.ti)/\Sigma ni$$

Em que n_i = número de sementes germinadas no intervalo entre cada contagem, t_i = tempo decorrido entre o início da germinação e a i -ésima contagem, ng = número de sementes germinadas e nt = número total de sementes semeadas.

4.4 AVALIAÇÃO SILVICULTURAL

Após 5 meses de cultivo as plantas por progênie passaram a ser avaliadas quanto aos parâmetros morfológicos como altura da parte aérea (H) em centímetros com auxílio de régua graduada, diâmetro do coleto (D) em milímetros com auxílio de paquímetro digital, a relação entre a altura da parte aérea e o diâmetro do coleto (HD^{-1}) e o número de folhas (NF). As avaliações foram realizadas a cada 30 dias a partir da primeira avaliação (150 dias) e foram conduzidas por 8 meses (390 dias). A partir do sétimo mês (360 dias) foram realizadas adubações de cobertura, semanas, contendo $1,5 \text{ g L}^{-1}$ de Sulfato de Amônia (N), 3 g L^{-1} de fósforo (P_2O_2) e 1 g L^{-1} de potássio (K_2O), até o final das avaliações (oitavo mês).

Os valores dos caracteres silviculturais (NF, H, D e HD) de cada uma das 8 avaliações, foram submetidos análise de deviance conforme proposto por Resende (2007). Foram utilizados os mesmos valores para estimar os componentes de variância bem como os parâmetros genéticos a partir do método da máxima verossimilhança restrita (Restricted Maximunn Likelihood - REML), junto a predição dos valores fenotípicos e genotípicos, pela melhor predição linear não viciada (Best Linear Umbiased Prediction - BLUP) (Resende, 2002). O modelo estatístico corresponde ao modelo básico de repetibilidade sem delineamento, a partir do software Selegen REML/BLUP para estimativa dos parâmetros genéticos (Resende, 2016).

Este modelo é expresso por:

$$y = Xm + Wp + e$$

Em que: y é o vetor de dados; m é o vetor dos efeitos da coleta (assumidos como fixos) somados à média geral; p é o vetor dos efeitos permanentes de plantas (efeitos genotípicos + efeitos de ambiente permanente) (assumidos como aleatórios), e e é o vetor residual (valor aleatórios). As letras maiúsculas representam as matrizes de incidência para os efeitos de m e p , respectivamente. As letras maiúsculas (X e W) representam as matrizes de incidência para os respectivos efeitos m e p (Resende, 2007).

A significância da diferença no ajuste de diferentes modelos foi testada usando o teste de razão de verossimilhança (LRT) proposto por Wilks, e definido pelo modelo: $\lambda = 2[\text{Loge}L_{p+1} - \text{Loge}L_p]$, em que L_{p+1} e L_p correspondem aos picos da função de verossimilhança associados ao modelo completo e ao modelo reduzido, respectivamente.

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

5.1 TESTE DE GERMINAÇÃO

A Tabela 1 apresenta os dados de germinação das progênies de *Ocotea porosa* que revelam uma porcentagem média de germinação de 79,96%. Essa taxa foi obtida após 90 dias de armazenamento, o que demonstra o sucesso das técnicas de manejo das sementes de *Ocotea porosa*. Vale ressaltar como indicativo de valores de germinação Parisotto et al. (2009) e Pelegrini et al. (2013), que obtiveram taxas máximas de 53,9% e 59,4%, respectivamente, para a mesma espécie.

A progênie P-PC1 apresentou a menor germinação (30%) e valores acima de 90% para 50% das progênies de Rio Negro, como por exemplo, a progênie P2EEF. Essa variação entre as progênies é um dado importante para o resgate genético da espécie, pois evidencia a existência de variabilidade genética para essa característica,

crucial para determinar a viabilidade de cada progênie para produção de mudas (Nakagawa, 1999

). Progênies com alta taxa de germinação, como a P2EEF e a P16EEF, podem ser priorizadas em programas de reprodução e produção de mudas, por exemplo.

Tabela 1. Teste de germinação. Número de sementeiras por progênie (NS)
Porcentagem de germinação (PG), índice de velocidade de germinação (IVG).

Progênie	NS	PG (%)	IVG
P-PC1	50	30,00	0,06
P-PC5	50	30,00	0,01
P-PC4	24	33,33	0,04
A1P1	13	42,86	0,01
P8EEF	7	71,43	0,01
P17EEF	14	72,73	0,01
P10EEF	23	73,91	0,03
P16EEF	41	75,61	0,02
P14EEF	24	76,00	0,02
P5EEF	38	78,95	0,08
P23EEF	20	80,00	0,08
P13EEF	29	86,21	0,07
P21EEF	50	88,00	0,05
P9EEF	50	88,89	0,01
P11EEF	10	90,00	0,01
P2A1	30	90,00	0,02
P3A1	21	90,48	0,02
P18EEF	34	91,18	0,02
P1EEF	40	92,50	0,06
P25EEF	40	92,86	0,08
P7EEF	33	93,94	0,02
P19EEF	50	94,00	0,08
P4EEF	50	94,00	0,04
P2	50	94,74	0,08
P2EEF	40	95,00	0,39

P20EEF	50	96,00	0,07
P6EEF	50	96,00	0,03
P12EEF	31	96,88	0,01
P15EEF	17	100,00	0,17
P24EEF	28	100,00	0,06
Médias	33	79,96	0,05
Desvio Padrão	12	22,01	0,07

Nesse sentido, a porcentagem e o índice de velocidade de germinação (IVG) fornece uma medida da velocidade com que as sementes germinam. Valores para o Índice de Velocidade de Germinação (IVG) acima de 1 indica que a germinação ocorreu de forma rápida e uniforme, atendendo às demandas de produção de mudas (Nakagawa, 1999; Brasil, 2009; Gomes *et al.*, 2016). Porém, os valores médios para o IVG obtidos neste estudo foram 0,05. Esse padrão de germinação é característico de espécies com dormência tegumentar presente (Nascimento *et al.*, 2022). Por exemplo, para as espécies *O. odorífera* e *O. puberula* e *O. pulchella*, igualmente clímax e do gênero *Ocotea*, estudos anteriores registraram valores de IVG que variam de 1,5 até 13, e em condições naturais, os valores observados foram de 0,05 a 0,6 (Filho e Nogueira, 2005; Zanutelli e Kissmann, 2017; Rodrigues e Bagatini, 2017; Santos, 2024).

5.2 ESTIMATIVA DE PARÂMETROS GENÉTICOS

Os resultados da Tabela 2 apresentam os valores de análise de variância estatísticas, para os caracteres de número de folha, altura, diâmetro do coleto e relação entre altura e diâmetro, obtidas com o Teste da Razão de Verossimilhança (LRT) aplicado à Deviance. O LRT foi utilizado para comparar o modelo completo, que inclui a variação genética entre as progênies, com o modelo reduzido, que não considera essa variação. Devido à significância dos valores de p, com p inferior a 0,01, para todas as características avaliadas, sugere-se que o modelo completo oferece uma melhor explicação dos dados.

Tabela 2. Valores de Deviance para o número de folhas produzidas (NF), para a altura (H), para o diâmetro do coleto (D) e para a relação de altura e diâmetro do coleto (HD^{-1}) das progênes de *Ocotea porosa* em oito coletas de dados consecutivas, avaliados a cada 30 dias, de cultivo em casa de vegetação climatizada.

Efeitos	NF	H	D	H D ⁻¹
Progênie	503,77	494,46	76,54	-25,73
Modelo completo	451,53	190,47	68,35	-85,55
LRT ¹	52,24**	303,99**	8,19**	59,82**

¹ Teste de razão de verossimilhança: Significativo a **0,01 de probabilidade pelo teste X² com 1 grau de liberdade.

A análise dos valores obtidos para o número de folhas (NF), altura (H) no modelo completo indica uma significativa variabilidade genética entre as progênes de *Ocotea porosa* para essas características. O índice expresso por HD^{-1} , reflete como o crescimento em altura se relaciona com o aumento das medidas de diâmetro (Paiva e Gomes, 2000).

A Tabela 3 apresenta os componentes de variância e parâmetros genéticos para características silviculturais número de folhas produzidas (NF), altura (H), diâmetro do coleto (D) e relação altura/diâmetro (HD^{-1}) de progênes de *Ocotea porosa*. Os componentes de variância analisados incluem a variância fenotípica permanente entre plantas (V_{fp}), a variância temporária do ambiente (V_{te}) e a variância fenotípica individual (V_p). A herdabilidade no sentido restrito (h^2) foi estimada para cada característica, juntamente com seu intervalo de confiança. Os componentes da variância, por sua vez, fornecem uma decomposição detalhada das fontes de variação dentro da população, diferenciando entre a variância genética, ambiental e a interação entre ambas (Falconer e Mackay, 1996; Baldassi et al., 2019).

Tabela 3. Componentes de variância e parâmetros genéticos para o número de folhas produzidas (NP), para a altura (H), para o diâmetro do coleto (D) e para a relação de altura e diâmetro do coleto (HD^{-1}) das progênes de *Ocotea porosa* em oito coletas de dados consecutivas, avaliados a cada 30 dias, de cultivo em casa de vegetação climatizada.

Componente/parâmetro ¹	NF	H	D	H D ⁻¹
Vfp	0,93	2,11	0,05	0,11
Vte	1,75	0,46	0,40	0,18
Vp	2,68	2,57	0,45	0,29
R = h ²	0,35 ± 0,11	0,82 ± 0,16	0,12 ± 0,06	0,37 ± 0,11
Rm	0,81	0,97	0,51	0,83
Acm	0,90	0,99	0,72	0,91
Média geral	10,82	10,96	2,76	4,15

Em que: Vfp: variância fenotípica permanente entre plantas (variância genotípica mais variância do ambiente permanente entre as coletas). Vte: variância temporária do ambiente; Vp: variância fenotípica individual; R = h²: repetibilidade individual (Herdabilidade) e seu intervalo de confiança; Rm: repetibilidade da média de m medidas repetidas m=8; Acm: acurácia da seleção com base na média de m colheitas ou medidas repetidas.

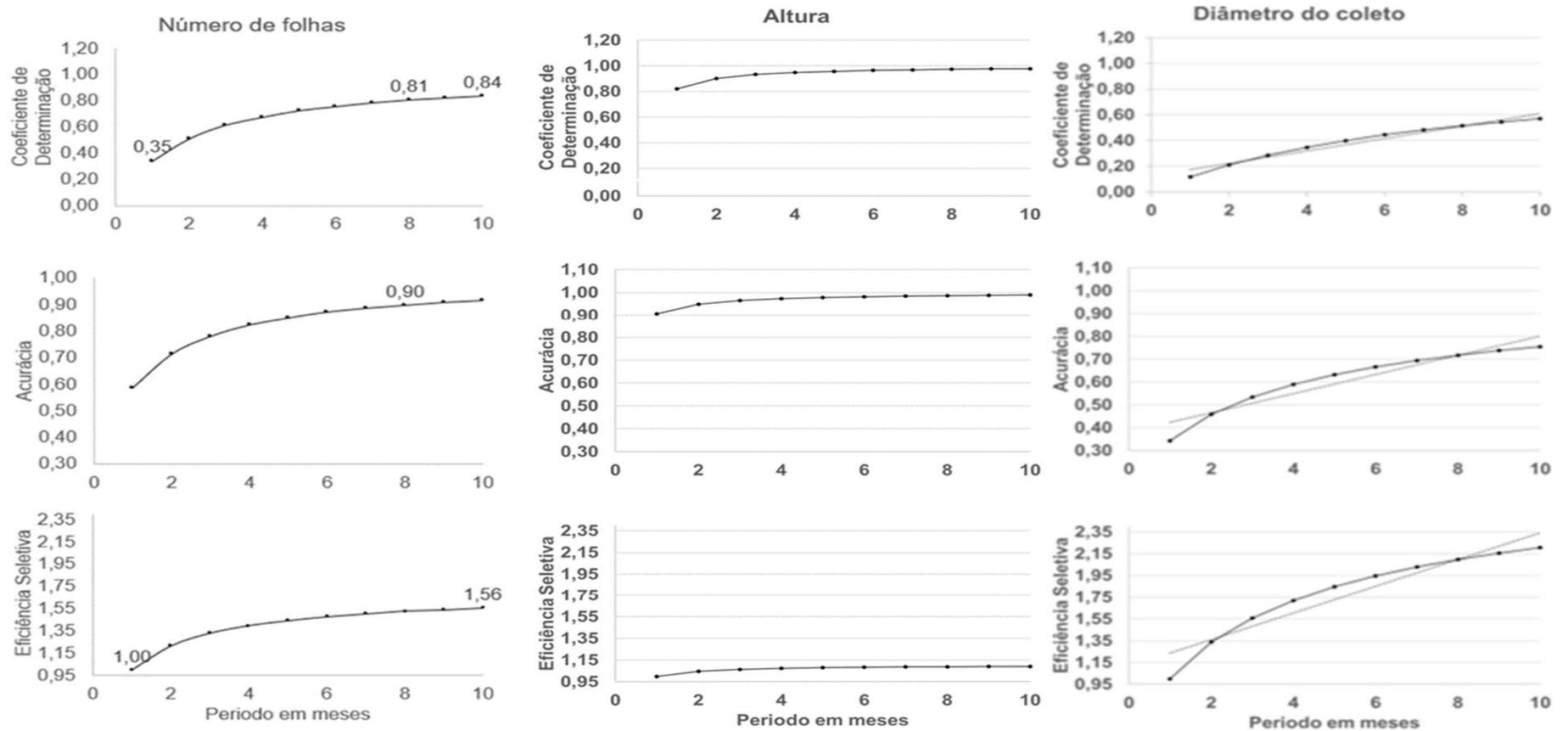
A variância temporária do ambiente (Vte) foi predominante no número de folhas, com 1,75. Isso indica que fatores ambientais temporários tem uma forte influência sobre a característica em contraste a altura, diâmetro do coleto e relação entre eles. O número de folhas (NF) teve uma Vfp de 0,93, enquanto o diâmetro do coleto (D) e a relação altura/diâmetro (HD⁻¹) apresentaram valores mais baixos, de 0,05 e 0,11, respectivamente. Em contrapartida, a variância fenotípica permanente (Vfp) foi mais alta para a altura (H).

A altura (H) apresentou a maior herdabilidade, com um valor de 82%, enquanto para as características de número de folhas, diâmetro do coleto e relação altura/diâmetro, demonstraram como valores de herdabilidades 0,35 ± 0,11 e 0,12 ± 0,06 e 0,37 ± 0,11, respectivamente (Tabela 3). A herdabilidade indica o quanto da variação fenotípica observada é devido à variação genética entre os indivíduos, sendo um parâmetro importante para predizer a resposta à seleção (Falconer e Mackay, 1996).

A altura também apresentou os valores mais altos para acurácia (Acm = 0,99), seguida pela relação HD⁻¹ (Acm = 0,91) e número de folhas (Acm = 0,90). O diâmetro do coleto mostrou o menor valor (Acm = 0,72). A acurácia indica a precisão com que a seleção pode ser feita com base na média de medições repetidas. Para o diâmetro do coleto, os resultados sugerem que um maior número de medições ou métodos de avaliação mais precisos poderiam melhorar sua estimativa. Quanto ao número de

folhas, a estabilização da acurácia observada na Figura 4, juntamente com os valores dos componentes da variância que o compõem (V_{te}), indicam uma baixa herdabilidade para esta característica. Para a altura, estes valores se destacaram, contrastando com as demais características, apresentando resultados significativos em termos de variabilidade genética.

Figura 4. Coeficiente de determinação, acurácia e eficiência seletiva em função do Número de folhas, da Altura e Diâmetro do coleto das progênes analisadas.



A alta herdabilidade da altura sugere que uma grande proporção da variação fenotípica observada é devida a fatores genéticos aditivos. Isso implica que a seleção baseada nesta característica. Apesar disto, é importante ressaltar que a altura se apresenta como a melhor opção para uma seleção precoce, pois para características como o diâmetro do coleto podem ser relevantes em termos de eficiência seletiva com um maior número de avaliações. Esta observação demonstra a necessidade de avaliação mais abrangente, porém o coeficiente de determinação demonstrou valores eficiente para a altura.

A Tabela 4 apresenta as estimativas do efeito fenotípico permanente (fp), valor fenotípico permanente (u + fp), ganho genético (GS), nova média (Nm) e o desempenho relativo (DR) para a altura das progênes de *Ocotea porosa*. A progênie P7EEF, por exemplo, apresentou o maior efeito fenotípico permanente (2,71) e, conseqüentemente, o maior valor fenotípico permanente (13,67), indicando seu potencial superior para a característica de altura. Apesar disso, progênes com os menores valores obtiveram mais de 80% de desempenho relativo.

Tabela 4. Efeito fenotípico permanente (fp), valor fenotípico permanente (u + fp), ganho genético (GS), nova média (Nm) e o desempenho relativo (DR) estimado para a altura das progênes de *Ocotea porosa* em oito coletas de dados consecutivas, avaliados a cada 30 dias, de cultivo em casa de vegetação climatizada.

Progênie	Altura				
	Fp	u + fp	GS	Nm	DR
P7EEF	2,71	13,67	2,71	13,67	100
P11EEF	2,32	13,29	2,51	13,48	98,6
P15EEF	1,87	12,83	2,3	13,26	97
P2EEF	1,83	12,79	2,18	13,14	96,1
P25EEF	1,74	12,7	2,09	13,05	95,5
P23EEF	1,39	12,35	1,98	12,94	94,7
P10EEF	1,05	12,02	1,84	12,81	93,7
P24EEF	1,03	11,99	1,74	12,7	92,9
P2A1	0,81	11,77	1,64	12,6	92,2
P19EEF	0,66	11,62	1,54	12,5	91,4
P18EEF	0,56	11,52	1,45	12,41	90,8

P1	0,41	11,37	1,36	12,33	90,2
P3A1	0,39	11,35	1,29	12,25	89,6
P16EEF	0,32	11,28	1,22	12,18	89,1
P20EEF	0,22	11,18	1,15	12,11	88,6
P2EEF	0,15	11,11	1,09	12,05	88,1
P1EEF	0,08	11,05	1,03	11,99	87,7
P13EEF	-0,11	10,85	0,97	11,93	87,3
P14EEF	-0,22	10,74	0,91	11,87	86,8
P12EEF	-0,3	10,67	0,85	11,81	86,4
P9EEF	-0,53	10,43	0,78	11,74	85,9
P4EEF	-0,58	10,38	0,72	11,68	85,4
P8EEF	-0,61	10,35	0,66	11,62	85
P5EEF	-1	9,96	0,59	11,55	84,5
P1A1	-1,41	9,56	0,51	11,47	83,9
P21EEF	-1,61	9,35	0,43	11,39	83,3
P17EEF	-1,74	9,22	0,35	11,31	82,7
P6EEF	-1,89	9,08	0,27	11,23	82,2
P-PC4	-1,9	9,06	0,19	11,16	81,6
P-PC5	-2,42	8,54	0,11	11,07	81
P-PC1	-3,23	7,73	0	10,96	80,2

Em estudos anteriores com a *Araucaria angustifolia* demonstrou desempenho relativo para crescimento (Da Silva *et al.*, 2018). Outras espécies da Floresta de Araucária também apresentaram estimativas de crescimento em altura superiores. A *Roupala montana* (carvalho brasileiro) com 67,51 para crescimento. E que nesse sentido para ganho genético esperado de crescimento da planta as espécies espécie *I. paraguariensis* e *C. lusitânia* mostram uma diversidade de respostas de crescimento, pois existem desempenhos relativos abaixo de 80% em Shimizu *et al.* (2011), Manfio *et al.* (2012), Menegatti *et al.* (2016) e Pereira *et al.* (2023).

6 CONCLUSÃO

Os resultados obtidos nesta pesquisa atingiram os objetivos propostos, contribuindo para o conhecimento genético de *Ocotea porosa*. Eles mostram potencial para o melhoramento genético focado no crescimento em viveiro, fornecendo base para futuras ações de seleção e conservação da espécie.

REFERÊNCIAS

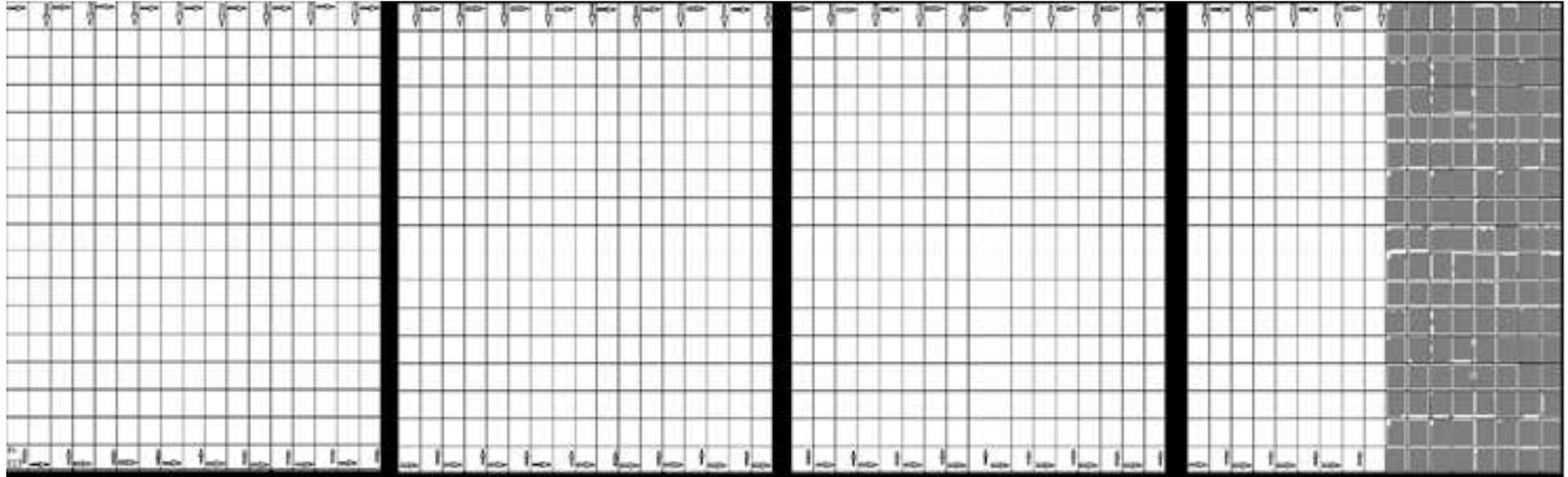
- ALMEIDA, S.R. WATZLAWICK, L.F. MYSZKA, E. VALERIO, A.F. Florística e síndromes de dispersão de um remanescente de Floresta Ombrófila Mista em sistema faxinal. *Ambiência*, v. 4, n. 2, p. 289-297, 2008.
- AMATO, C.M. Ecologia de populações de *Ocotea porosa* (Nees) Barroso em áreas submetidas a diferentes graus de perturbação. 2008. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba.
- ASSIS, L.C.S. MELLO-SILVA, R. Three new species of *Ocotea* (Lauraceae) from Brazilian Atlantic forest. *Rodriguésia*, v. 60, n. 3, p. 641-649, 2009. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/2175-7860200960310>.
- BALDASSI, A. C. CAPRIO, C. H. DESIDÉRIO, J. A. MARULANDA, N. D. F. GARCIA NETO, B. F. CARVALHO FILHO, I. GATTI, M. WATANABE, R. N. CUNHA, S. M. F. MUNARI, D. P. RODRIGUES, F. G. SEBER, G. C. FREITAS, H. D. SILVA, S. R. MIRANDA, V. F. O. PIZOLATO NETO, A. ALEXANDRINO, J. G. AMARAL, L. O. MUNARO, L. B. UNÉDA-TREVISOLI, S. H. SALGADO, G. H. S. S. POLONI, N. M. PEREIRA, F. D. VICENTINI, S. N. C. GOES, A. ANDRÉ, M. R. MACHADO, R. Z. PERLES, L. AMARAL, R. MELLO, V. V. FURQUIM, M. E. OLIVEIRA, K. R. ALVES, L. R. VENTURA, R. B. LÚCIO, J. C. B. GRATÃO, P. L. CASTELLANE, T. C. L. MOREIRA, R. O. RODRIGUES, J. D. B. ZANETTI, M. H. SILVA, E. M. NASCIMENTO, D. D. SANTOS, L. B. RODRIGUES, M. SOUZA-POLLO, A. SOARES, P. L. M. SOUZA, L. N. FRANCO, C. A. SILVA, E. H. C. VIRTUOSO, M. C. S. BRAZ, L. T. RUBIO, M. S. BARBOSA, F. O. ALVES, L. B. R. BENEVIDES, V. P. SARAIVA, M. M. S. BERCHIERI JUNIOR, Â. FREITAS, M. V. ARIEDE, R. B. LIRA, L. V. G. BORGES, C. H. S. Tópico especiais em genética aplicada: volume 6. 2019.
- BERKES, F. Rethinking community-based conservation. *Conservation Biology*, v. 18, n. 3, p. 621-630, 2004.
- BFG. Brazilian Flora 2020: Leveraging the power of a collaborative scientific network. *Taxon*, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1002/tax.12640>.
- BITTENCOURT, R. Caracterização da estrutura genética interna e aspectos da auto-ecologia de uma população natural de imbuia (*Ocotea porosa* - Lauraceae). 2007. Dissertação (Mestrado em Recursos Genéticos Vegetais) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Regras para análise de sementes. Brasília: Secretaria Nacional de Defesa Agropecuária, 2009. 399 p.
- BROTTO, M.L. CERVI, A.C. SANTOS, É.P. O gênero *Ocotea* (Lauraceae) no estado do Paraná, Brasil. *Rodriguésia*, v. 64, n. 3, 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/s2175-78602013000300004>.
- CALDATO, S.L. LONGHI, S.J. FLOSS, P.A. Estrutura populacional de *Ocotea porosa* (Lauraceae) em uma floresta ombrófila mista, em Caçador (SC). *Ciência Florestal*, v. 9, n. 1, p. 89-101, 1999.
- CARVALHO, M.M.X. Uma grande empresa em meio à floresta: a história da devastação da floresta com araucária e a Southern Brazil Lumber and Colonization. 2010.
- CARVALHO, P.E.R. Espécies arbóreas brasileiras. In: GOMES, W.L.R. ANDRADE, L.M. CARNEIRO, M.R. MARTINS, F.C. BARBEIRO, C.E.F. (Eds.). Embrapa Florestas, v. 1, 2003.
- CURY, G. TOMAZELLO, M. Descrição anatômica de espécies de madeira utilizadas na construção civil. *Floresta e Ambiente*, v. 18, n. 3, 2011. Disponível em: <https://doi.org/10.4322/floram.2011.042>.
- DA SILVA, J.R. SANTOS, W. MORAES, M.L.T. SHIMIZU, J.Y. SOUSA, V.A. AGUIAR, A.V. Seleção de procedências e progênies de *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Kuntze para produção de madeira e pinhão. *Scientia Forestalis*, Piracicaba, v. 46, n. 120, p. 519-531, 2018. DOI: [dx.doi.org/10.18671/scifor.v46n120.01](https://doi.org/10.18671/scifor.v46n120.01).
- DECONCHAT, M. BROCKERHOFF, E. G. BARBARO, L. Effects of surrounding landscape composition on the conservation value of native and exotic habitats for native forest birds. *Forest Ecology and Management*, v. 258, p. 196-204, 2009.

- FALCONER, D.S. MACKAY, T.F.C. Introduction to quantitative genetics. 4th ed. Harlow: Longman, 1996.
- FILHO, R. C. NOGUEIRA, A. C. Influência da temperatura na germinação de diásporos de *Ocotea odorifera* (Vellozo) Rohwer (canela-sassafrás). *Ciência Florestal*, v. 15, n. 2, p. 191-198, 2005.
- FISCHER, J. LINDENMAYER, D. B. Landscape modification and habitat fragmentation: a synthesis. *Global Ecology and Biogeography*, v. 16, n. 3, p. 265-280, 2007. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/j.1466-8238.2007.00287.x>.
- FRANKHAM, R. BALLOU, J. D. BRISCOE, D. A. Fundamentos de genética da conservação. Sociedade Brasileira de Genética, 2008.
- FRANKHAM, R. BRISCOE, D. A. BALLOU, J. D. Introduction to conservation genetics. Cambridge: Cambridge University Press, 2002.
- GASPER, A. L. de. SEVEGNANI, L. VIBRANS, A. C. SOBRAL, M. UHLMANN, A. LINGNER, D. V. RIGON-JÚNIOR, M. J. VERDI, M. STIVAL-SANTOS, A. DREVECK, S. KORTE, A. Inventário florístico florestal de Santa Catarina: espécies da Floresta Ombrófila Mista. *Rodriguésia*, v. 64, n. 2, 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/s2175-78602013000200001>.
- GOMES, J. P. OLIVEIRA, L.M. FERREIRA, P.I. BATISTA. F. F. Substrato e temperatura para testes de germinação em sementes de Myrtaceae. *Ciência Florestal*, v. 26, n. 4, p. 285 – 293, 2016. DOI: <http://dx.doi.org/10.5902/1980509821120>.
- HANSON, W. D. ROBINSON, H. F. Statistical genetics and plant breeding. National Research Council Publication, v. 892, n. 982, p. 429-438, 1963.
- IBGE. Manual Técnico da Vegetação Brasileira. Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE, 2012.
- IURK, M. C. SANTOS, E. P. dos. DLUGOSZ, F. L. TARDIVO, R. C. Levantamento florístico de um fragmento de Floresta Ombrófila Mista Aluvial do Rio Iguçu, município de Palmeira (PR). *Floresta*, v. 39, n. 3, 2009. Disponível em: <https://doi.org/10.5380/ff.v39i3.15360>.
- KAGEYAMA, P. Y. GANDARA, F. B. SOUZA, L. M. I. de. Consequências genéticas da fragmentação sobre populações de espécies arbóreas. *Série Técnica*, v. 12, n. 32, 1998.
- KELLER, L. F. WALLER, D. M. Inbreeding effects in wild populations. *Trends in Ecology & Evolution*, v. 17, n. 5, p. 230-241, 2002.
- LAMB, D. ERSKINE, P. D. PARROTTA, J. A. Restoration of degraded tropical forest landscapes. *Science*, v. 310, n. 5754, p. 1628-1632, 2005.
- LAURANCE, W. F. LAURANCE, S. G. FERREIRA, L. V. RANKIN-DE MERONA, J. M. GASCON, C. LOVEJOY, T. E. Biomass collapse in Amazonian forest fragments. *Science*, v. 278, n. 5340, p. 1117-1118, 1997.
- LINDENMAYER, D. B. FISCHER, J. Habitat fragmentation and landscape change: an ecological and conservation synthesis. Island Press, 2006.
- LORENZI, H. Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. Nova Odessa: Plantarum, 1992.
- LOWE, A. J. BOSHIER, D. WARD, M. BACLES, C. F. E. NAVARRO, C. Genetic resource impacts of habitat loss and degradation; reconciling empirical evidence and predicted theory for neotropical trees. *Heredity*, v. 95, p. 255–273, 2005b.
- MAGUIRE, J. D. Speed of germination aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. *Crop Science*, v. 2, n. 2, p. 176-177, 1962.
- MANFIO, C.E. MOTOIKE, S.Y. RESENDE, M.D.V. MAGALHÃES DOS SANTOS, C.E. SATO, A.Y. Avaliação de progênies de macaúba na fase juvenil e estimativas de parâmetros genéticos e diversidade genética. *Pesquisa Florestal Brasileira*, v. 32, n. 69, p. 63-63, 2012. DOI: <https://doi.org/10.4336/2012.pfb.32.69.63>
- MARTINELLI, G. MORAES, M. Livro vermelho da flora do Brasil. Lista de Conservação da Flora, Rio de Janeiro, 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s13398-014-0173-7.2>.
- MARTINS, P. S. Estrutura populacional, fluxo gênico e conservação in situ. *IPEF*, v. 35, p. 71-78, 1987.
- MEDEIROS, J. de D. SAVI, M. BRITO, B. F. A. Seleção de áreas para criação de Unidades de Conservação na Floresta Ombrófila Mista. *Biotemas*, v. 18, n. 2, 2005.

- MENEGATTI, R.D. MANTOVANI, A. NAVROSKI, M.C. Parâmetros genéticos para caracteres de crescimento inicial em progênies de bracatinga. *Pesquisa Florestal Brasileira*, [S. l.], v. 36, n. 87, p. 235–243, 2016. DOI: 10.4336/2016.pfb.36.87.1003.
- MORENO-PIZANI, M. A. FARIAS-RAMIREZ, A. J. SANTOS, H. T. dos. NOVENBRE, A. D. da L. C. GUEVARA-OROZCO, L. I. PAREDES-TREJO, F. MARIN, F. R. DIAS, N. da S. MARQUES, P. A. A. Qualitative and Quantitative Evaluation Protocol of *Baccharis* Seed Germination. *Journal of Agricultural Science*, v. 11, n. 3, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.5539/jas.v11n3p421>.
- MUNHOZ, C. A. SILVA, J. V. MARQUES, M. C. M. Demography of the endangered tree species *Ocotea porosa* (Lauraceae) along a gradient of forest disturbance in southern Brazil. *Acta Botanica Brasilica*, v. 28, n. 4, p. 617-623, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/0102-33062014abb3516>.
- MURCIA, C. Edge effects in fragmented forests: implications for conservation. *Trends in Ecology & Evolution*, v. 10, n. 2, p. 58-62, 1995.
- NAKAGAWA, J. Testes de vigor baseados no desempenho das plântulas. In: KRZYZANOWSKI, F. C. et al. *Vigor de sementes: conceitos e testes*. Londrina: ABRATES. p. 2-1–2-24. 1999.
- NASCIMENTO, G. R. do. LOPES, J. C. ALEXANDRE, R. S. Biometry and seed imbibition of *Passiflora* spp. submitted to treatments to overcome tegumentary numbness. *Research, Society and Development*, v. 11, n. 2, p. e58911226107, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.33448/rsd-v11i2.26107>.
- NOVAIS, G. T. MACHADO, L. A. Climas do Brasil: segundo a classificação climática de Novais. *Revista Brasileira de Climatologia*, v. 32, p. 1-39, 2023.
- OLIVEIRA, A. C. Conservação de espécies ameaçadas na Mata Atlântica. *Revista de Biologia Tropical*, v. 66, n. 3, p. 789-798, 2018.
- PAIVA, H. N. GOMES, J. M. Viveiros florestais. Viçosa: UFV, p. 69, 2000.
- PARISOTTO, E. A. HORST, L. A. CARVALHO, V. M. Germinação de semente de imbuia (*Ocotea porosa* (Nees) L. Barroso) sob diferentes tipos de solo. Trabalho de conclusão de curso (Agronomia) – Universidade Estadual do Centro-Oeste, Guarapuava, 2009.
- PELEGRINI, L. L. RIBAS, L. L. F. ZANETTE, F. KOELHER, H. S. Germinação in vitro de eixos embrionários zigóticos de imbuia (*Ocotea porosa* (Nees ex Martius) Liberato Barroso). *Revista Árvore*, v. 37, n. 2, p. 231-236, 2013.
- PEREIRA, F. B. BOSCHER, D. H. ROSSINI, B. C. MARINO, C. L. MENEZES DE FREITAS, M. L. SILVA, E. V. MELCHERT, G. F. SPEROTTO, J. TAMBARUSSI, E. V. Estimativas de parâmetros genéticos para crescimento em progênies de duas procedências de *Roupala montana* var. *brasiliensis* (Proteaceae). *Revista Do Instituto Florestal*, v. 35, n. 1, p. 113-123, 2023. DOI: <https://doi.org/10.24278/2178-5031.202335107>.
- PINTO JÚNIOR, J. E. TELLES DOS SANTOS, P.E. AGUIAR, A.V. KALIL FILHO, A.N. FILHO, E.P. RESENDE, M.D.V. SOUSA, V.A. Melhoramento genético de espécies arbóreas na Embrapa Florestas: uma visão histórica. Colombo: Embrapa Florestas, p. 111 2013.
- PIZO, M. A. GALETTI, M. Métodos e perspectivas da frugivoria e dispersão de sementes por aves. In: ORNITOLOGIA E CONSERVAÇÃO: ciência aplicada, técnicas de pesquisa e levantamento. 2010. p. 493-506.
- QUINET, A. Sinopse taxonômica da família Lauraceae no Estado do Rio de Janeiro, Brasil. *Acta Botanica Brasilica*, v. 19, n. 3, p. 563-572, 2005. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0102-33062005000300017>.
- REED, D. H. Extinction risk in fragmented habitats. *Animal Conservation*, v. 11, n. 4, p. 265-273, 2008.
- RESENDE, M. D. V. Selegen-REML/BLUP: Sistema Estatístico e Seleção Genética Computadorizada via Modelos Lineares Mistos. Colombo: Embrapa Florestas, 2007.
- RESENDE, M. D. V. Software Selegen REML/BLUP. Colombo: Embrapa Florestas, 2002.
- RESENDE, M. D. V. Software Selegen-REML/BLUP: a useful tool for plant breeding. *Crop Breeding and Applied Biotechnology*, v. 16, p. 330-339, 2016.

- RIBEIRO, M. C. METZGER, J. P. MARTENSEN, A. C. PONZONI, F. J. HIROTA, M. M. The Brazilian Atlantic Forest: How much is left, and how is the remaining forest distributed? Implications for conservation. *Biological Conservation*, v. 142, n. 6, p. 1141-1153, 2009.
- RODRIGUES, B.L.B. BAGATINI, K.P. GERMINAÇÃO DE SEMENTES DE OCOTEA PUBERULA (LAURACEAE) SOB CONDIÇÕES DE ESTRESSE TÉRMICO. Seminário de Iniciação Científica e Seminário Integrado de Ensino, Pesquisa e Extensão (SIEPE), p. e28374-e28374, 2021.
- RODRIGUES, I. DE C. A., SCUSSEL, G. F., BERNARDI, A., THALMAYR, P., FERREIRA, J. M., SILVA, A. K. DE S., MANTOVANI, A., REIS, M. S. DOS, & MONTAGNA, T. Autoecology, diversity, and structure of *Ocotea porosa* (Nees & Mart.) Barroso: Subsidies for seed collection. *Revista Árvore*, 47, e4730. 2023. <https://doi.org/10.1590/1806-908820230000030>
- SANTOS, A. T. DOS, MATTOS, P. P. DE, BRAZ, E. M., & ROSOT, N. C. Determinação da época de desbaste pela análise dendrocronológica e morfométrica de *Ocotea porosa* (nees & mart.) Barroso em povoamento não manejado. *Ciência Florestal*, v. 25, n. 3, 2015. <https://doi.org/10.5902/1980509819620>
- SANTOS, A. T. DOS, MATTOS, P. P. DE, BRAZ, E. M., & ROSOT, N. C. Equação de volume e relação hipsométrica para plantio de *Ocotea porosa*. *Pesquisa Florestal Brasileira*, v. 32, n. 69, 2012. <https://doi.org/10.4336/2012.pfb.32.69.13>
- SANTOS, L.F. Espectro de tolerância à dessecação de sementes em Lauraceas Tropicais é ampliado pela *Ocotea pulchella* (Nees & Mart.) Mez. 2024.
- SCIPIONI, M. C. Monumental tree trunks as indicators of forest degradation in southern Brazil. *Ciencia Florestal*, v. 29, n. 4, 2019. <https://doi.org/10.5902/1980509835588>
- SHIMIZU, J. Y. AGUIAR, A. V. SPOLADORE, J. MAIOCHI, R. SOUSA, V. A. Desempenho de progênies de cipreste em Rio Negrinho-SC. CONGRESSO BRASILEIRO DE MELHORAMENTO DE PLANTAS, 6., 2011, Búzios. Panorama atual e perspectivas do melhoramento de plantas no Brasil. [Búzios]: SBMP, 2011.
- SOUZA, K.F. FERREIRA, T.S. HIGUCHI, P. SILVA, A.C. VANDRESEN, P.B. COSTA, A. SPADA, G. SCHMITZ, V. SOUZA, F. Estrutura e estratégias de dispersão do componente arbóreo de uma floresta subtropical ao longo de uma topossequência no Alto-Uruguai. *Scientia forestalis*, v. 43, n. 106, p. 321-332, 2015.
- STEPKA, T. F. DE MATTOS, P. P. FIGUEIREDO FILHO, A. BRAZ, E. M. DO AMARAL MACHADO, S. Growth of *Araucaria angustifolia*, *Cedrela fissilis* and *Ocotea porosa* in different locations within the *Araucaria* forest in southern Brazil. *Forest Ecology and Management*, v. 486, p. 118941, 2021.
- TROFIMOV, D. CADAR, D. SCHMIDT-CHANASIT, J. MORAES, P. L. R. ROHWER, J. G. A comparative analysis of complete chloroplast genomes of seven *Ocotea* species (Lauraceae) confirms low sequence divergence within the *Ocotea* complex. *Scientific Reports*, v. 12, n. 1, p. 1120, 2022.
- VAN DER WERFF, H. A synopsis of *Ocotea* (Lauraceae) in Central America and Southern Mexico. *Annals of the Missouri Botanical Garden*, v. 89, n. 3, 2002. <https://doi.org/10.2307/3298602>
- VIVIAN, M. A., SCIPIONI, M. C., NASCIMENTO, T. DO, & ROSA NETO, O. Imbuia multissecular: caracterização morfológica das fibras da madeira de *Ocotea porosa* (Nees & Mart.) Barroso no sentido radial. *Ciência Florestal*, v. 31, n. 4, 2002–2022, 2021. <https://doi.org/10.5902/1980509847439>
- WEEKS, A. R. SGRO, C. M. YOUNG, A. G. FRANKHAM, R. Optimal sex ratios for conservation of isolated populations. *Biological Conservation*, v. 144, n. 1, p. 573-579, 2011.
- ZANOTELLI, P. KISSMANN, C. Germinação de sementes de *Ocotea odorifera* (Vell.) Rohwer: temperatura de incubação e tratamentos pré-germinativos. *Ciência e Natura*, v. 39, n. 1, p. 16-21, 2017.

APENDICE A – ESTRUTURA DO DELINEAMENTO EXPERIMENTAL INSTALADO EM CASA DE VEGETAÇÃO NO CAMPUS DE CURITIBANOS DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA



LEGENDA: Inicia da esquerda a direita contendo as seguintes quantidades por de sementes por progênie, na seguinte ordem: P6EEF: 50; P17EEF: 14; PIA1: 13; P8EEF: 7, P2EEF: 40; P21EEF: 50; P4EEF: 50; P19EEF: 50; P20EEF: 50; P10EEF: 23; P12EEF: 31; P11EEF: 10; P13EEF: 29; P2EEF: 48; P16EEF: 41; P3A1: 21; P5EEF: 38; P6EEF: 50; P24EEF: 28; P23EEF: 20; P14EEF: 24; P2A1: 30; P18EEF: 34; P25EEF: 40; P-PC5: 50; P15EEF: 17; P7EEF: 33; P-PC1: 50; P-PC4: 2

ANEXO A –

Inventário florístico florestal

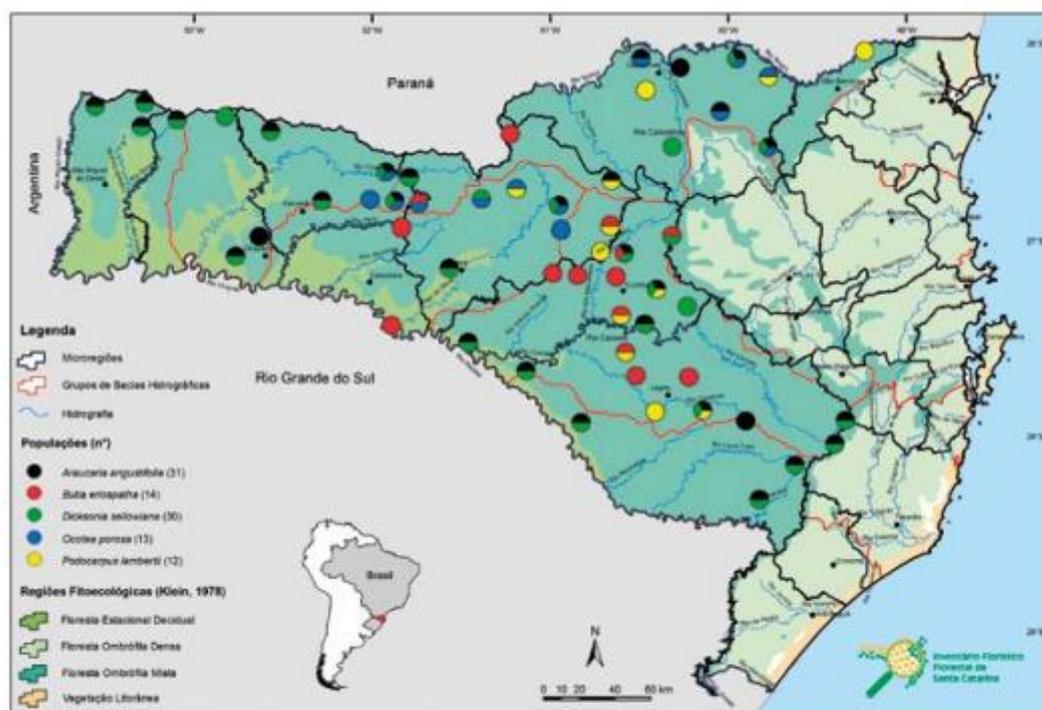


Figura 8.1. Locais de coleta das cinco espécies avaliadas na Floresta Ombrófila Mista.

Figure 8.1. Collection sites of the five species evaluated in the Mixed Ombrophylous Forest.

Tabela 8.2. Índices de diversidade intrapopulacional, índice de fixação, alelos raros e exclusivos para 13 populações de *Ocotea porosa* em suas respectivas microrregiões de ocorrência. $n = n^{\circ}$ indivíduos; $P_{\text{pol}} = \%$ locos polimórficos (15 loc.); $\hat{A} =$ alelos por loco; $\hat{H}_o =$ heteroziguidade observada; $\hat{H}_e =$ heteroziguidade esperada; $\hat{f} =$ índice de fixação * ($p < 0,05$); AR = n° alelos raros (freq. $< 0,05$); AE = n° alelos exclusivos.

Microrregião	População	n	P_{pol}	\hat{A}	\hat{H}_o	\hat{H}_e	\hat{f}	AR	AE
Joaçaba	Caçador – 728	51	80,0	1,87	0,203	0,236	0,137*	3	1
	Caçador – 729	45	73,3	2,07	0,334	0,315	-0,059	3	
	Rio das Antas – 673	46	78,6	2,43	0,243	0,299	0,188*	6	
	Macieira – 724	53	86,7	2,40	0,156	0,260	0,398*	6	
	Microrregião	192	86,7	3,00	0,226	0,327	0,310*	13	2
Canoinhas	Mafra – 1040	55	86,7	2,13	0,167	0,219	0,238*	5	
	Itaiópolis – 901	53	91,7	2,75	0,252	0,314	0,199*	6	2
	Mafra – 1061	49	85,7	2,50	0,195	0,312	0,375*	8	
	Itaiópolis – 984	50	84,6	2,23	0,240	0,357	0,326*	3	
	Canoinhas – 1055	49	73,3	2,47	0,249	0,319	0,219*	7	
Microrregião	232	100,0	3,20	0,206	0,323	0,365*	16	3	
Concórdia	Irani – 605	53	86,7	2,27	0,142	0,204	0,301*	5	-
Xanxerê	Ponte Serrada – 720	62	80,0	2,07	0,263	0,250	-0,053	4	
	Passos Maia – 717	55	85,7	2,20	0,302	0,288	-0,049	7	
	Passos Maia – 832	51	78,6	2,33	0,188	0,266	0,295*	4	
Microrregião	168	86,7	2,60	0,255	0,296	0,141*	7	1	
Estado	Média	50	76,0	2,25	0,221	0,271	0,188	-	-