RESSALVA

Atendendo solicitação do(a) autor(a), o texto completo desta tese/dissertação será disponibilizado somente a partir de 11/12/2025

At the author's request, the full text of this thesis/dissertation will not be available online until December 11, 2025

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
Campus de Botucatu

FCA
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS
UNESP | BOTUCATU

TALITA CARVALHO DE SOUZA SANTOS

SELEÇÃO DE PROGÊNIES DE *Pinus caribaea* MORELET var. *bahamensis* BARRETT & GOLFARI PARA PRODUÇÃO E QUALIDADE DE MADEIRA E RESINA

Botucatu

2023

TALITA CARVALHO DE SOUZA SANTOS

SELEÇÃO DE PROGÊNIES DE *Pinus caribaea* MORELET var. *bahamensis* BARRETT & GOLFARI PARA PRODUÇÃO E QUALIDADE DE MADEIRA E RESINA

Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências Agronômicas da Unesp Câmpus de Botucatu, para obtenção do título de Mestre em Ciência Florestal.

Orientador: Dr. Eduardo Luiz Longui

Coorientadora: Drª Ananda Virgínia de Aguiar

Botucatu

2023

S237s

Santos, Talita Carvalho de Souza

Seleção de progênies de Pinus caribaea Morelet var. bahamensis Barrett & Golfari para produção e qualidade de madeira e resina / Talita Carvalho de Souza Santos. -- Botucatu, 2023

106 p. : il., tabs., fotos, mapas

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista (UNESP), Faculdade de Ciências Agronômicas, Botucatu

Orientador: Eduardo Luiz Longui

Coorientadora: Ananda Virgínia de Aguiar

1. Melhoramento genético em plantas. 2. Pinus tropicais. 3. Seleção genética. 4. Resina de pinheiro. 5. Madeira anatomia. I. Título.

Sistema de geração automática de fichas catalográficas da Unesp. Biblioteca da Universidade Estadual Paulista (UNESP), Faculdade de Ciências Agronômicas, Botucatu. Dados fornecidos pelo autor(a).

Essa ficha não pode ser modificada.

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

Câmpus de Botucatu

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO DA DISSERTAÇÃO: SELEÇÃO DE PROGÊNIES DE Pinus caribaea Morelet var. bahamensis Barrett & Golfari PARA PRODUÇÃO E QUALIDADE DE MADEIRA E RESINA

AUTORA: TALITA CARVALHO DE SOUZA SANTOS
ORIENTADOR: EDUARDO LUIZ LONGUI
COORIENTADORA: ANANDA VIRGÍNIA DE AGUIAR

Aprovada como parte das exigências para obtenção do Título de Mestra em Ciência Florestal, pela Comissão Examinadora:

Pesquisador Dr. EDUARDO LUIZ LONGUI (Participaçao Virtual)
Divisao de Dasonomia / Instituto Florestal do Estado de Sao Paulo

Pesquisador Dr. ISRAEL LUIZ DE LIMA (Participaçao Virtual)
. / Instituto de Pesquisas Ambientais

Prof. Dr. MARIO LUIZ TEIXEIRA DE MORAES (Participaçao Virtual)
Fitotecnia, Tecnologia de Alimentos e Socio Economia / Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira - UNESP

Botucatu, 11 de dezembro de 2023

gov.br Documento assinado digitalmente
EDUARDO LUIZ LONGUI
Data: 13/12/2023 09:18:05-0300
Verifique em https://validar.iti.gov.br

gov.br Documento assinado digitalmente
ISRAEL LUIZ DE LIMA
Data: 27/12/2023 14:41:30-0300
Verifique em https://validar.iti.gov.br

gov.br Documento assinado digitalmente
MARIO LUIZ TEIXEIRA DE MORAES
Data: 28/12/2023 18:08:45-0300
Verifique em https://validar.iti.gov.br

A Deus,

meus pais e meu esposo

dedico.

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao professor Dr. Eduardo Luiz Longui pela orientação, pela paciência, e que mesmo à distância me deu a oportunidade de realizar esse mestrado;

À pesquisadora Dra. Ananda Virgínia de Aguiar pela coorientação que foi de suma importância para meu aprendizado, pela paciência e mesmo com seus inúmeros afazeres nunca deixou de me atender;

Ao Instituto de Pesquisas Ambientais unidade Assis, ao gestor da unidade, Antônio Carlos de Galvão Melo, ao pesquisador Osmar Villas Boas, que me auxiliou no campo, com o fornecimento de dados, da área, a todo corpo de colaboradores do Instituto que me auxiliaram no campo;

Ao Jéfferson Lima que me auxiliou na coleta de dados do projeto;

Ao João Roberto Menuccelli e Erick Phelipe Amorim que me auxiliaram nas avaliações de campo, e, também ao Erick por ter me repassado as informações sobre as metodologias de caracterização da qualidade da madeira;

Ao Juraci de Andrade por me auxiliar com a parte laboratorial;

À Fernanda Lima que me auxiliou com dados computacionais;

Ao Wanderley dos Santos pelas explicações;

À Daniela Paiva que me ajudou em uma hora crítica com os gráficos;

Ao Bruno Marchetti de Souza, por me ensinar a utilizar os programas computacionais para as análises do trabalho;

À Débora Cavalcante e seu esposo Neemias Carneiro, foi um prazer imenso conhecê-los, pela amizade, e que Deus os abençoe sempre;

Ao Roldão Carlos por me auxiliar e preocupar com minhas as atividades complementares, que Deus te abençoe;

À Miriam Fantazia, que me ajudou quando precisei;

À Luzia Espindola Fioravanti pelas orações, aconselhamentos e pelo carinho;

À todo corpo docente da instituição de ensino, pois sem eles não seremos nunca profissionais, todos nós precisamos de um professor em nossas vidas. Muito obrigado a todos pelos ensinamentos;

À Unesp pela bolsa de estudos concedida.

*“*Ora, a fé é o firme fundamento das coisas que se espera, e a prova daquilo que não se vêem”.

BÍBLIA. Hebreus. *In*: Bíblia Sagrada. Tradução João Ferreira de Almeida 9ª edição. Santo André – SP: Editora Geográfica, 2007.

RESUMO

Nas regiões em que predomina o clima tropical no Brasil, as variedades de *Pinus caribaea,* vulgarmente conhecidas como pínus tropicais, apresentaram maior adaptabilidade. Assim, o objetivo do presente estudo foi estimar a variabilidade genética de um teste de progênie de *Pinus caribaea* var. *bahamensis* para formação de pomar de sementes por mudas para produção e qualidade de madeira e resina. O material utilizado foi um teste de progênie de polinização aberta de *P. caribaea* var. *bahamensis* com 34 anos. O experimento está instalado no município de Assis, SP, em um delineamento experimental de blocos completos ao acaso, composto por 72 progênies, uma planta por parcela com 28 repetições, totalizando 2.016 árvores, em espaçamento de 6 x 6 metros. Foram avaliados os caracteres de crescimento (DAP, altura total, volume) e forma de fuste (forma de fuste, conicidade, a largura entrenós, o ângulo e a espessura dos galhos) e características da madeira (velocidade do som e o módulo de elasticidade dinâmico). A dimensão das traqueídes para os índices de qualidade de papel e a celulose foram avaliados. A produção de resina de todos os indivíduos remanescentes também mensurada. Todos os dados obtidos foram submetidos a análise de normalidade e análise descritiva e realizada a análise de deviance e a estimativa de componentes de variância e parâmetros genéticos. Foram observadas as diferenças significativas entre as progênies para todos os caracteres avaliados. Os valores médios obtidos para DAP, altura, volume, índice de seleção e resinagem total foram 47,95 cm, 26,45 m, 2,34 $m^3 arv^{-1}$, 3.641,71 e 5,07 kg. arv^{-1} ano^{-1}, respectivamente. Os coeficientes de variação relativa apresentaram maiores índices para DAP, volume, produção de resina da primeira, segunda e terceira coleta, produção de resina por estria e total. A acurácia foi alta para todos os caracteres de crescimento, silvicultural e resinífero, exceto para o MOEd, o entrenó e o índice de seleção, os quais apresentaram acurácias moderadas. As herdabilidades individual e média de progênies variaram de 0,08 a 0,51 e 0,35 a 0,76 entre os caracteres de crescimento, silviculturais e resiníferos, respectivamente. As porcentagens de breu e terebentina da resina total variaram de 74,6% a 95% e de 5% a 25,4%, respectivamente. As porcentagens de alfa pineno, beta pineno e canfeno variaram de 29,80% a 84,92%; 2,43% a 44,42% e 0,68% a 2,29%, respectivamente. As porcentagens de ganho genético com a seleção para volume de madeira e resina foram maiores, 63,50% e 50,87%, respectivamente, com o método de seleção individual com pressão de seleção de 2%. A diversidade genética foi maior para madeira e resina no método de seleção dentro de progênie, variando de 0,97 a 1,00. Para a qualidade da madeira, os índices de qualidade de papel e celulose (Coeficiente de Flexibilidade, Fração Parede, Índice de Runkel e Índice de Enfeltramento) foram de 69,92%, 30,08%, 0,57 e 68,69%, respectivamente. As correlações genéticas com maiores expressões positiva foi entre os conjuntos de caracteres de crescimento (DAP, altura e volume) e resiníferos (produção de resina da primeira e segunda coleta, produção resina por estrita e total), as características da madeira (velocidade, MOEd e índice de seleção) e os caracteres silviculturais (ângulo do galho, grossura do galho, entrenó, forma de fuste, caracteres silviculturais). Nas correlações fenotípicas as

maiores expressões ocorreram entre o volume, o DAP, produção de resina da primeira e segunda coleta, produção de resina total, MOEd, velocidade, grossura e ângulo do galho, caracteres silviculturais e índice de seleção. As 72 progênies foram agrupadas em 10 grupos, sendo o primeiro com maior número de progênies. O teste genético apresentou variabilidade genética significativa para os caracteres avaliados, indicando possibilidade de obtenção ganho genético para formação de pomares de sementes por mudas e clonais, bem como para exploração em futuras gerações de melhoramento genético.

Palavras-chave: ganho genético; módulo de elasticidade dinâmico; resina; qualidade da madeira.

ABSTRACT

In regions with a predominantly tropical climate in Brazil, varieties of *Pinus caribaea*, commonly known as tropical pines, have shown greater adaptability. Therefore, the aim of this study was to estimate the genetic variability of a progeny test of *Pinus caribaea* var. *bahamensis* for the formation of a seed orchard by seedlings for the production and quality of wood and resin. The material used was a 34-year-old open-pollinated progeny test of *P. caribaea* var. *bahamensis*. The experiment was set up in the municipality of Assis, SP, in a randomized complete block design, consisting of 72 progenies, one plant per plot with 28 repetitions, totaling 2,016 trees, at a spacing of 6 x 6 meters. Growth characters (DBH, total height, volume) and stem shape (stem shape, taper, internode width, branch angle and thickness) and wood characteristics (sound velocity and dynamic modulus of elasticity) were evaluated. The size of the tracheids for the paper quality indices and pulp were evaluated. The resin production of all remaining individuals was also measured. All the data obtained was subjected to normality analysis and descriptive analysis, and deviance analysis and the estimation of variance components and genetic parameters were carried out. Significant differences were observed between the progenies for all the characters evaluated The average values obtained for DBH, height, volume, selection index and total resin yield were 47.95 cm, 26.45 m, 2.34 m^3 arv $^{-1}$, 3,641.71 and 5.07 kg. arv $^{-1}$ year $^{-1}$, respectively. The coefficients of relative variation were highest for DBH, volume, resin production from the first, second and third harvests, resin production per groove and total resin production. Accuracy was high for all growth, silvicultural and resin characters, except for MOEd, internode and selection index, which showed moderate accuracies. Individual and average progeny heritabilities ranged from 0.08 to 0.51 and 0.35 to 0.76 for growth, silvicultural and resin characters, respectively. The percentages of pitch and turpentine in the total resin ranged from 74.6% to 95% and from 5% to 25.4%, respectively. The percentages of alpha pinene, beta pinene and camphene ranged from 29.80% to 84.92%; 2.43% to 44.42% and 0.68% to 2.29%, respectively. The percentages of genetic gain from selection for wood volume and resin were higher, 63.50% and 50.87%, respectively, with the individual selection method with 2% selection pressure. Genetic diversity was higher for wood and resin in the within-progeny selection method, ranging from 0.97 to 1.00. For wood quality, the pulp and paper quality indices (Flexibility Coefficient, Wall Fraction, Runkel Index and Thinning Index) were 69.92%, 30.08%, 0.57 and 68.69%, respectively. The genetic correlations with the highest positive expressions were between the sets of growth characters (DBH, height and volume) and resin characters (resin production of the first and second collection, resin production per stricture and total), wood characteristics (speed, MOEd and selection index) and silvicultural characters (branch angle, branch thickness, internode, stem shape, silvicultural characters). In the phenotypic correlations, the greatest expressions occurred between volume, DBH, resin production from the first and second collection, total resin production, MOEd, speed, thickness and angle of the branch, silvicultural characters and selection index. The 72 progenies were grouped into 10 groups, with the first having the largest number of

progenies. The genetic test showed significant genetic variability for the characters evaluated, indicating the possibility of obtaining genetic gain for the formation of seedling and clonal orchards, as well as for exploitation in future generations of genetic improvement.

Keywords: genetic gain; dynamic modulus of elasticity; resin; wood quality.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Revisão de literatura

Figura 1 – Áreas de árvores plantadas em 2021 (milhões de hectares) 23

Figura 2 – Área plantada de pínus por região, em 2022(%) 24

Figura 3 – Localização geográfica populacional de *Pinus caribaea* e suas variedades na Bacia do Caribe 25

Capítulo 1 – Estimativas de parâmetros e ganhos genéticos

Figura 1 – Localização do município de Assis, SP (A); Mapa da Estação Ecológica de Assis, SP (B) 31

Figura 2 – Gráfico climatológico de precipitação, temperatura média e evapotranspiração do município de Assis, SP, do ano de 1988 a 2022 32

Figura 3 – Equipamento de Ultrassom portátil (Tree Sonic) instalado na árvore 34

Figura 4 – Baguetas recém retirada da árvore (A) Posicionamento do trado no indivíduo (B) 35

Figura 5 – Pesagem da bagueta (A). Deslocamento da água após imersão da bagueta (B) 36

Figura 6 – Comprimento da traqueíde (A). Diâmetro do lúmen da traqueíde (B) 39

Figura 7 – Dez melhores progênies em volume de madeira e a produção de resina total de *Pinus caribaea* var. *bahamensis* aos 34 anos, no município de Assis, SP 46

Capítulo 2 – Divergência genética e relações entre progênies de *Pinus caribaea* var. *bahamensis* **com base em caracteres quantitativos**

Figura 1 – Localização do município de Assis, SP (A); Mapa da Estação Ecológica de Assis, SP (B) 82

Figura 2 - Gráfico climatológico de precipitação, temperatura média e evapotranspiração do município de Assis, SP, do ano de 1988 a 2022 83

Figura 3 - Equipamento de ultrassom portátil (Tree Sonic) instalado na árvore 84

Figura 4 – Baguetas recém retirada da árvore (a) Posicionamento do trado no indivíduo (b) 86

Figura 5 – Correlações genéticas (diagonal superior) e fenotípicas (diagonal inferior) entre os caracteres resiníferos, crescimento, qualidade da madeira e silviculturais de *P. caribaea* var. *bahamensis* aos 34 anos, no município de Assis, SP 90

LISTA DE TABELAS

Capítulo 1 – Estimativa de parâmetros e ganhos genéticos

Tabela 1 – Análise química do solo no experimento de *Pinus caribaea* var. *bahamensis* na Estação Ecológica de Assis, no município de Assis, SP 44

Tabela 2 – Análise descritiva para os caracteres madeireiros e resiníferos de *Pinus caribaea* var. *bahamensis* aos 34 anos, no município de Assis, SP 45

Tabela 3 – Análise química da produção de resina de *Pinus caribaea* var. *bahamensis* aos 34 anos, no município de Assis, SP 47

Tabela 4 – Análise de deviance, herdabilidade individual e média, coeficientes de variações e acurácia dos caracteres resiníferos e madeireiros de *Pinus caribaea* var. *bahamensis* aos 34 anos, no município de Assis, SP 48

Tabela 5 – Estimativa do progresso genéticos de seleção para quatro métodos em seis intensidades de seleção para volume de madeira de *Pinus caribaea* var. *bahamensis* aos 34 anos, no município de Assis, SP 50

Tabela 6 – Estimativa do progresso genético de seleção para quatro métodos em seis intensidades de seleção para produção de resina total de *Pinus caribaea* var. *bahamensis* aos 34 anos no município de Assis, SP 51

Tabela 7 – Análises descritivas das características anatômicas de *Pinus caribaea* var. *bahamensis* aos 34 anos no município de Assis, SP 52

Tabela 8 – Análises individual dos índices de qualidade de papel e celulose para dez progênies selecionadas de *Pinus. caribaea* var. *bahamensis* aos 34 anos no município de Assis, SP 53

Tabela 9 – Caracterização das fibras de acordo com o Coeficiente de flexibilidade 65

Capítulo 2 – Divergência genética e relações entre progênies de *Pinus caribaea* var *bahamensis* **com base em caracteres quantitativos**

Tabela 1 – Estimativa de medidas de distâncias de Mahalanobis (D^2) entre pares de progênies para os caracteres de resina e madeira de *Pinus. caribaea* var. *bahamensis* aos 34 anos no município de Assis, SP 91

Tabela 2 - Agrupamento baseado no método de aglomeração (Otimização de Tocher para os caracteres de resina e madeira de *Pinus. caribaea* var. *bahamensis* aos 34 anos no município de Assis, SP 93

SUMÁRIO

	INTRODUÇÃO GERAL.....	21
	CAPÍTULO 1 – ESTIMATIVA DE PARÂMETROS E GANHOS GENÉTICOS.....	28
1.1	INTRODUÇÃO.....	28
1.2	MATERIAL E MÉTODOS.....	31
1.2.1	Material.....	31
1.2.2	Métodos.....	32
1.2.2.1	Análise de solos.....	32
1.2.2.2	Avaliação dos caracteres de crescimento e silviculturais.....	33
1.2.2.3	Velocidade da onda acústica.....	34
1.2.2.4	Retirada das baguetas.....	35
1.2.2.5	Densidade aparente.....	36
1.2.2.6	Cálculo do módulo de elasticidade dinâmico – MOEd.....	37
1.2.2.7	Índice de seleção.....	37
1.2.2.8	Determinação das dimensões das traqueídes e índices para qualidade de papel e celulose.....	38
1.2.2.9	Produção de resina.....	39
1.2.2.10	Análise de deviance e estimativa de parâmetros genéticos.....	40
1.2.2.11	Estratégias de seleção.....	42
1.3	RESULTADOS.....	44
1.3.1	Resultados da análise de solos do local do teste.....	44
1.3.2	Estimativa de parâmetros genéticos para madeira e resina.....	45
1.3.3	Qualidade da resina.....	46
1.3.4	Análise de deviance e parâmetros genéticos.....	47
1.3.5	Progresso genético na seleção de madeira e resina.....	49
1.3.6	Características da madeira de *P. caribaea* var. *bahamensis*.....	52
1.4	DISCUSSÃO.....	54
1.4.1	Caracterização do solo.....	54
1.4.2	Estimativa de parâmetros genéticos para produção de madeira e resina.....	55
1.4.3	Qualidade da resina de *P. caribaea* var. *bahamensis*.....	58
1.4.4	Análise de deviance e parâmetros genéticos.....	59
1.4.5	Progressos genéticos na seleção para madeira e resina.....	61

1.4.6 Índices de qualidade para papel e celulose..... 63
1.5 CONCLUSÕES..... 67
REFERÊNCIAS..... 68
CAPÍTULO 2 – DIVERGÊNCIA GENÉTICA EM PROGÊNIE DE *Pinus caribaea* var. *bahamensis* COM BASES EM CARACTERES QUANTITATIVOS..... **79**
2.1 INTRODUÇÃO..... 79
2.2 MATERIAL E MÉTODOS..... 82
2.2.1 Material..... 82
2.2.2 Métodos..... 83
2.2.2.1 Avaliação dos caracteres de crescimento e silviculturais..... 83
2.2.2.2 Velocidade da onda acústica..... 84
2.2.2.3 Retirada das baguetas..... 85
2.2.2.4 Densidade aparente..... 86
2.2.2.5 Cálculo do módulo de elasticidade dinâmico – MOEd..... 87
2.2.2.6 Índice de seleção..... 87
2.2.2.7 Produção de resina..... 88
2.2.2.8 Estimativa das correlações genéticas e fenotípicas..... 88
2.2.2.9 Divergência genética e agrupamentos de Tocher..... 89
2.3 RESULTADOS..... 90
2.3.1 Correlações genéticas e fenotípicas 90
2.3.2 Divergência genética..... 91
2.3.3 Agrupamento de otimização de Tocher..... 92
2.4 DISCUSSÃO..... 94
2.4.1 Correlações genéticas e fenotípicas..... 94
2.4.2 Diversidade genética..... 95
2.4.3 Agrupamento de otimização de Tocher..... 96
2.5 CONCLUSÕES..... 97
2.6 REFERÊNCIAS..... 98
CONSIDERAÇÕES FINAIS..... 102
REFERÊNCIAS..... 103

INTRODUÇÃO GERAL

Plantios florestais de *Pinus* spp. para produção de madeira e resina foram importantes desde meado da década de 60. Os primeiros plantios comerciais com espécies desse gênero ocorreram na região Sul e Sudeste do Brasil, com intuito de assegurar o estoque madeireiro de uso geral do país, devido à exploração exacerbada da madeira principalmente de *Araucaria augustifolia* (Shimizu *et al.,* 2018) Nas regiões brasileiras que há um predomínio de climas mais quentes, as espécies de *Pinus* tropicais são as mais utilizadas devido à sua adaptação a temperatura mais altas e períodos chuvosos mais escassos, onde um dos pioneiros dessa inserção dos *Pinus* tropicais foi o Instituto Florestal do Estado de São Paulo (Pires *et al.,* 2013).

Em *Pinus caribaea*, que é o tema deste estudo, encontramos três variedades (*bahamensis, caribaea e hondurensis*), todas apresentam grande produção de resina, e suas madeiras possuem boa qualidade para processos mecânicos (Souza *et al.,* 2023), sendo que *P. caribaea* apresenta uma boa adaptabilidade no Estado de São Paulo, devido aos períodos secos durante o inverno e a primavera e solos pobres (Souza *et al.,* 2023). Uma boa parte dos povoamentos florestais de *Pinus* é destinada à resinagem, onde se extrai a goma resina composto por uma fração sólida e outra volátil, derivado de uma mistura orgânica chamado de terpenos (Anjos, 2022).

O Brasil é o segundo maior produtor mundial de resina, apresentando uma produção de 210.000 MT ano^{-1}, na última década essa produção quase dobrou devido ao declínio florestal chinês por falta de área florestal da espécie e a elevação do custo da mão de obra. Entretanto, a China detém o primeiro lugar dessa produtividade resinosa (460.000 $MTano^{-1}$) (Associação dos Resinadores do Brasil – Aresb, 2022). Mais de 90% da produtividade de resina de *Pinus* está concentrada nos países: China, Brasil e Indonésia, porém os países, como: Índia, México, Cuba, Nepal, Ilhas Fiji, Rússia, Portugal, Espanha, Vietnã, Madagascar, Honduras, África do Sul, Colômbia Malásia, Uruguai também se encontram como produtores de resina de *Pinus* (Cunningham, 2012).

Outra característica que *Pinus* spp. apresentam é a produtividade de madeira, graças aos altos índices volumétricos (Ruiz, 2016). No início, a produção era voltada para a indústria de papel e celulose, por ser um material que apresenta como característica “fibra longa”, as traqueídes, que é muito utilizada para a produção de papéis de embalagens ou camadas internas de papelão com maior resistência

mecânica (Vidrano, 2019). Além da produção de papel e celulose, outros produtos derivados da madeira de *Pinus*, são: as chapas de fibra de média densidade, os compensados e os laminados (Perek *et al.,* 2022). Os plantios de pínus têm se mostrado uma opção lucrativa em locais de solos rochosos, rasos, ou de intensa exploração agrícola devido à maior adaptabilidade das espécies desse gênero à esses sítios (Cruz, 2021).

Devido à existência de diferenças significativas no desenvolvimento, hábitos de crescimento, qualidade da madeira, resistência ou tolerância a fatores climáticos e inúmeros aspectos ecológicos, a seleção de indivíduos para os plantios comerciais deve ser criteriosa (Zanela, 2021). Para melhorar os caracteres indesejados como baixo incremento volumétrico, formato de fuste, propriedades físico-mecânico baixas, é essencial o estabelecimento de um programa de melhoramento genético florestal (Shimizu *et al.,* 2018).

No Brasil, inicialmente, as estratégias de melhoramento genético para o gênero *Pinus* visavam identificar as espécies e as procedências mais promissoras e que apresentavam melhor adaptabilidade as distintas condições edafoclimáticas. Essas estratégias de melhoramento foram aprimoradas por empresas florestais, principalmente, voltadas para produção de papel e celulose e instituições públicas federais e estaduais (Aguiar *et al.,* 2011). Além do mais, um aumento na produtividade, obtenção de matéria prima de qualidade superior, melhoria das condições de adaptação da espécie, tolerância a praga e a doenças e a manutenção da variabilidade genética são fatores cruciais para que haja bons ganhos genéticos para as próximas gerações (Furlan *et al.,* 2007).

Os trabalhos de campo de melhoramento genético a abrangem uma vasta área de atuação e um custo financeiro alto, além de expertise nos itens de genética quantitativa, genética populacional, genética molecular, estatística experimental, fisiologia vegetal, conhecimentos em silvicultura e diversas especialidades para dar apoio técnico às estratégias aplicadas (Shimizu *et al.,* 2018). Sendo assim, propostas de melhoramento genético cooperativo, como vem sendo realizado no projeto cooperativo de melhoramento de pínus realizado pela Embrapa, empresas e parceiros, poderá gerar resultados mais promissores e com menor custo para todas as instituições, empresas, universidades e produtores envolvidos.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A população de *P. caribaea* var. *bahamensis* apresentou alta taxa de variabilidade, poderão ser exploradas para diferentes caracteres. De modo que a seleção genética deverá ser realizada principalmente por conta das diversas finalidades que o plantio apresenta de exploração para madeira e resina.

REFERÊNCIAS

ALVES, A. *et al.,* Estimativa do módulo de elasticidade global de uma edificação histórica de alvenaria de tijolos maciços pelo método ultrassônico. *In*: Congresso Brasileiro de Patologia das Construções.2016. Belém. **Anais** [...] Belém: CBPAT. 2016. p 1.

ANDRADE JÚNIOR, J.R.; DIAS, A.A. Classificação estrutural de peças de madeira de *Pinus elliottii* por meio do módulo de elasticidade obtido por ondas de tensão longitudinais. *In:* II Congresso Latinoamericano de Estructuras de Madera. **Palestras** [...] Buenos Aires, Argentina. Universidade Nacional Noroeste – Buenos Aires. 2017.

ANJOS, G. L. dos **Inserção do controle de estoque no processo de implantação do planejamento e controle da produção em uma indústria de colofônia e terebintina**. 2022. TCC (Bacharel em Engenharia Industrial Madeireira) Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Faculdade de Engenharia Ilha Solteira, 2022. Disponível em: http://hdl.handle.net/11449/236097. Acesso em 25 set. 2023.

ASSOCIAÇÃO DOS RESINADORES DO BRASIL – ARESB (2022) A produção de Pine Chermicals Brasileira. Disponível em: https://www.aresb.com.br/portal/boletim-informativo-novembro-2022/ Acesso em: 20 nov. 2022.

CAMACHO, V.R. *et al.,* Genetic variation and dispensal patterns in three varieties of *Pinus caribaea* (Pinaceae) in the Caribbean Basin **Plant Ecology and Evolution** 151 (1): 61–76, 2018 Disponível em: https://doi.org/10.5091/plecevo.2018.1343 Acesso em: 23 set. 2021.

CARDELINO, R.C. B**. Influência do adesivo na colagem de emenda Finger Joint nos módulos de elasticidade e ruptura da madeira *Pinus caribaea*.** 2017 – Monografia (Bacharel em Engenharia Florestal) Universidade de Brasília, Brasília, 2017. Disponível em: https://bdm.unb.br/handle/10483/18292 Acesso em: 03 ago 2023.

CARRASCO, E.V.M. *et al.,* Determinação do módulo de elasticidade da madeira em função da inclinação das fibras utilizando tomógrafo acústico. **Revista Matéria.** Art. 11935, 2017. Disponível em: https://doi.org/10.1590/S1517-707620170005.0271 Acesso em: 24 mai.2021.

CONFEDERAÇÃO DA AGRICULTURA E PECUÁRIA DO BRASIL. O Brasil é um dos maiores produtores de Florestas Plantadas do mundo. jul. 2016. Disponível em: http://www.cnabrasil.org.br/noticias/o-brasil-e-um-dos-maiores-produtores-de-florestas-plantadas-do-mundo. Acesso em: 03 mai. 2021.

CRUZ, M. I.. **Rentabilidade econômica de três regimes de manejo de Pinus taeda L., em Dionísio Cerqueira** – SC. 2021. 136 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Energia na Agricultura) - Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Cascavel - PR. Disponível em: https://tede.unioeste.br/handle/tede/5477 Acesso em: 09 out 2023.

CUNNINGHAM, A. Pine resin tapping techniques used around the world Research Signpost 37/ 661 (2), Fort P.O. Trivandrum-695 023 Kerala, India Disponível em:

https://www.academia.edu/32774574/Pine_resin_tapping_techniques_used_around_the_world Acesso em: 29 mar. 2024.

DIAS, A.C.C. *et al.,* Relação entre a densidade básica e as retrações em madeira de teca. **Ciência da Madeira** 9 (1): 37-44, 2018. Disponível em: DOI: 10.12953/2177-6830/rcm.v9n1p37-44 Acesso em: 03 jun. 2021.

DILL, A.F. **Manejo e viabilidade do pólen de *Pinus* spp**. 2016. Graduação (Bacharel em Engenharia Florestal). Universidade Tecnológica do Paraná, Dois Vizinhos, 2016. Disponível em: http://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/11007 Acesso em: 09 out 2023.

FETT NETO, A.G.; NEIS, F.A. Método de identificação precoce de genótipo com alta produção de resina e método para estabelecer florestas resinosas compostas de genótipos superresinosos e homogêneas para resinagem. 2017. República Federativa do Brasil – **Instituto Nacional da Propriedade Industrial**. Disponível em:https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/196755/001097245.pdf?sequence=1 Acesso em: 25 mai. 2021.

FURLAN, Rodrigo de Andrade et al. Estrutura genética de populações de melhoramento de *Pinus caribaea* var. *hondurensis* por meio de marcadores microssatélites**. Bragantia** [online]. 2007, v. 66, n. 4 pp. 553-563. Disponível em: https://doi.org/10.1590/S0006-87052007000400004 Acesso em 31 jan. 2024.

GOWN, D. J. Wood density of *Pinus caribaea* var. *hondurensis* grown in Fiji. New Zeland, 1981. p.244-253.

IBÁ – Indústria Brasileira de Árvores. **Relatório anual** 2022. Disponível em: https https://www.iba.org/datafiles/publicacoes/relatorios/relatorio-anual-iba2022-compactado.pdff. Acesso em: 16 jan. 2023.

IBÁ - Industria Brasileira de Árvores. **Relatório anual** 2023. Disponível em: https://iba.org/datafiles/publicacoes/relatorios/relatorio-anual-iba2023-r.pdf. Acesso em: 21 set. 2023.

JUNKES, C.F.O. **Bases moleculares da resinagem em *Pinus elliottii.*** 2019. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas) Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2019. Disponível em: http://hdl.handle.net/10183/198850 Acesso em 02 mar. 2023.

KERBER, M.R. **Sistema de microresinagem em *Pinus elliottii* Engelm. Para seleção de adjuvantes indutores de resinose**. 2018 Trabalho de Conclusão de Curso. (Graduação em Biotecnologia Molecular). Universidade do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2018. Disponível em: http://hdl.handle.net/10183/198314 Acesso em: 25 set. 2023

LIMA, A.B.; NICOLETTI, M.F.; STEPKA T.F. SILVA, M.T.S.; SOARES, P.R.C. Impactos dendrométricos e psicológicos de um povoamento de *Pinus elliottii* patenteados a produção de resina. Vol. 8 nº 2 (2021). **Advances in Forestry Science**. Disponível em: https://doi.org/10.34062/afs.v8i2. Acesso em: 23 fev. 2023

LIMA, I.L. OLIVEIRA, I.R.; BARBOSA, J.A.; RANZINI, M. Variação em propriedades da madeira de *Pinus caribaea* var. *hondurensis* e *Pinus tecunumanii*. **Advances in**

Forestry Science. Vol.7 n.4 (2020). Disponível em: Doi: http://dx.doi.org/ 10.34062/afs.v7i4.10262 Acesso em: 05 mai. 2021.

LUDWIG, R.L. **Qualidade da madeira de *Pinus patula* SCHLTDL. & CHAM para produção de celulose**. 2018 Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Florestal). Universidade Federal de Santa Catarina. Curitibanos, 2018. Disponível em: https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/196126 Acesso em: 11 ago. 2021.

MEDEIROS, G.I.B.; FLORINDO, T.J. Melhoramento genérico de Pinus no Brasil: Implicações socioeconômicas e ambientais. **Revista Espacios.** Vol.38, nº 28, 2018. Disponível em: https://www.revistaespacios.com/a17v38n28/a17v38n28p04.pdf Acesso em: 01 abr. 2022.

OLIVEIRA, X.M.; MAYRINCK, R.C. Estimativas do afilamento de árvores de *Pinus taeda* L. utilizando a modelagem mista. **Multiplicidade das Ciências Agrárias** vol. 2 cap. 3 pag 22- 27. 2022 Disponível em: DOI: 10.47242/978-65-87959-02-3-3 Acesso em 20 ago 2023

PAULINO, P.S.; LIMA, I.L. Densidade básica e dimensões celulares da madeira em clones de *Eucalyptus urophylla*, aos oito anos de idade. **Ciência da Madeira.** 9(1): 9-18, 2018. Disponível em: doi: 10.12953/2177-6830/rcm.v9n1p9-18. Acesso em: 03 jun. 2021.

PEREK, M. *et al.,* Predicted genetic gains for growth traits and wood resistance in *Pinus maximinoi* and *Pinus tecunumanii*. Crop Breeding and Applied **Biotechnology** [online]. 2022, v. 22, n. 2 , e391022213. Available from: https://doi.org/10.1590/1984-70332022v22n2a23. Epub 05 Aug 2022. ISSN 1984-7033. https://doi.org/10.1590/1984-70332022v22n2a23. Acesso em 05 out 2022.

PIRES, V.C.M.; MARTINS, K.; VILAS BOAS, O.; FREITAS, M.L.M.; SEBBENN, A.M. Viabilidade genética de caracteres silviculturais em progênies de polinização aberta de *Pinus caribaea* var. *bahamensis.* **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 41, n. 97, p. 113-119, mar. 2013.Disponível em: https://www.ipef.br/PUBLICACOES/SCIENTIA/nr97/cap12.pdf. Acesso em: 26 abr. 2023.

RIBEIRO, E.S. *et al.,* Avaliação de propriedades mecânicas na madeira por meio de métodos destrutivos e não-destrutivos. **Nativa,** v.4, n.2, p.103-106, mar./abr. 2016. Disponível em: DOI: 10.14583/2318-7670.v04n02a09. Acesso em: 26 abr. 2023.

RIOS, P. D. *et al.,* Variação radial e longitudinal da densidade básica da madeira de *Pinus patula*. **Pesquisa Florestal Brasileira**, *[S. l.]*, v. 38, 2018. Disponível em: doi: 10.4336/2018.pfb.38e201501016. Acesso em: 2 jun. 2021.

RUIZ, J.G.C.L **Variedade espacial de atributos químicos do solo em variedades de Pinus.** 2016. Tese (Doutorado em Ciências do Solo). Universidade Estadual Paulista – Júlio de Mesquita Filho, Jaboticabal, 2016. Disponível em; http://hdl.handle.net/11449/143079 Acesso em: 14 abr. 2023.

SANTOS, W. dos; ARAÚJO, E. G.; SOUZA, D. C. L.; SILVA, J. R. da; RECCO, C. R. S. B.; MORAES, M. L. T. de; AGUIAR, A. V. de. Divergência genética entre progênies de polinização aberta de *Pinus caribaea* var. *hondurensis* a partir de

caracteres quantitativos. **Pesquisa Florestal Brasileira**, [S. l.], v. 36, n. 86, p. 127–133, 2023.DOI:10.4336/2016.pfb.36.86.920.Disponível em: https://pfb.cnpf.embrapa.br/pfb/index.php/pfb/article/view/920. Acesso em: 20 set. 2023.

SCHLICHTINHG, R.C. **Caracterização morfológica dos *traqueídes* da madeira de** *Cryptomeria japonica* **no sentido medula-casca**. TCC (graduação) - Universidade Federal de Santa Catarina. Campus Curitibanos. Engenharia Florestal (2018). Disponível em: https://repositorio.ufsc.br/xmlui/handle/123456789/183498 Acesso em: 27 fev.2023

SEBBENN, A. M.; PIRES, C. L. da S.; STORCK, L.; CUSTODIO FILHO, A.; ROSA, P. R. F. da. Variação genética em progênies de meios-irmãos de *Pinus caribaea* Mor. var. *bahamensis* Bar. et Golf. na região de Bebedouro - SP. **Revista do Instituto Florestal**, São Paulo, v. 6, p. 63–73, 1994. DOI: 10.24278/2178-5031.19946503. Disponível em: https://rif.emnuvens.com.br/revista/article/view/503. Acesso em: 07 ago 2022.

SHIMIZU J.Y. *et al.,* Esforço cooperativo para suporte à silvicultura de *Pinus* no Brasil. In: ENCONTRO BRASILEIRO DE SILVICULTURA, 4., 2018, Ribeirão Preto. Anais. Brasília, DF: Embrapa; Colombo: Embrapa Florestas, 2018. p. 209-211. http://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/1092356 23 ago. 2021.

SHIMIZU, J. Y. (Ed.). Pinus na silvicultura brasileira. **Colombo: Embrapa Florestas**, 2008. 223 p. il.

SOUZA, M. V. de.*et al*. (2023). Painéis aglomerados com resíduo de *Pinus caribaea* var. *caribaea* com adesivo bicomponente sustentável. **Ambiente Construído**, *23*(3), 263–276. https://doi.org/10.1590/s1678-86212023000300686 Acesso em: 27 ago. 2023.

VIANA, A.L. *et al.,* Determinação da qualidade da madeira de espécies amazônicas pelo método não destrutivo. **Revista de educação, ciência e tecnologia do IFAM.** Vol. 12, nº 2 – dez. 2018. Disponível em: http://igapo.ifam.edu.br/ojs/index.php/igapo/article/view/640/496# Acesso em: mai. 2021.

VIDRANO, B.R.A. **Produção de celulose kraft e papel de madeira de *Pinus taeda* L. *Pinus patula* Schltdl & Cham**. (Tese – Doutorado em Ciência Florestal) Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS (2019). Disponível em: http://repositorio.ufsm.br/handle/1/21023 Acesso em: 03 jul. 2023

ZANELA, W.C. **Plantio de madeira para construção civil enfoque na cultura do Pinus**. 2021. 40 f. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Engenharia Agronômica). Universidade do Sul de Santa Catarina, Tubarão - SC. Disponível em: https://repositorio.animaeducacao.com.br/bitstream/ANIMA/19524/1/O%20USO%20DA%20MADEIRA%20NA%20CONSTRU%C3%87AO%20CIVIL.pdf Acesso em 15 ago 2023.