RESSALVA

Atendendo a solicitação do autor, o texto completo desta dissertação será disponibilizado somente a partir de 19/08/2027

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA "JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
FACULDADE DE ENGENHARIA
CÂMPUS DE ILHA SOLTEIRA

THAYNA SAYURI SHINOHARA ALVES

POMAR DE SEMENTES POR MUDAS: uma opção no melhoramento genético da madeira na seringueira [*Hevea brasiliensis* (Willd. ex A. Juss.) Müll. Arg.]

Ilha Solteira
2026

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
Campus de Ilha Solteira

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

THAYNA SAYURI SHINOHARA ALVES

POMAR DE SEMENTES POR MUDAS: uma opção no melhoramento genético da madeira na seringueira [*Hevea brasiliensis* (Willd. ex A. Juss.) Müll. Arg.]

Dissertação apresentada à Universidade Estadual Paulista (UNESP), Faculdade de Engenharia, Ilha Solteira, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Agronomia.

Especialidade: Genética, Melhoramento Vegetal e Propagação de Plantas

Orientador: Mario Luiz Teixeira de Moraes

Ilha Solteira
2026

FICHA CATALOGRÁFICA
Desenvolvido pelo Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação

A474p

Alves, Thayna Sayuri Shinohara.
Pomar de sementes por mudas: uma opção no melhoramento genético da madeira na seringueira [Hevea brasiliensis (Willd. ex A. Juss.) Müll. Arg.] / Thayna Sayuri Shinohara Alves. -- Ilha Solteira: [s.n.], 2026
72 f. : il.

Dissertação (Mestrado em Engenharia Agronômica) - Universidade Estadual Paulista (UNESP), Faculdade de Engenharia, Ilha Solteira. Área de conhecimento: Genética, melhoramento vegetal e propagação de plantas, 2026

Orientador: Mario Luiz Teixeira de Moraes

Inclui bibliografia

1. Clones. 2. Diversidade genética. 3. Qualidade da madeira.

Sandra Montibeller - CRB-8/060/2025

Impacto potencial desta pesquisa

O cultivo da seringueira se tornou uma das poucas opções de cultivo permanente para sustentação do desenvolvimento de várias regiões e de fonte de renda para produtores rurais, além de ser considerado um recurso renovável e de valor para a conservação genética. É possível o aproveitamento da madeira após o ciclo da borracha. Desse modo, o aumento da demanda mundial por madeira tem incentivado pesquisas por novas espécies promissoras, sendo possível a utilização de espécies nativas, como a seringueira, devido a vantagens como a adaptabilidade, podendo ser uma segunda fonte de renda, na região Noroeste do Estado de São Paulo que se destaca no plantio da seringueira e como região moveleira de referência.

Potential impact of this research

Rubber tree cultivation has emerged as one of the few permanent crop options capable of supporting regional development and providing income for rural producers; furthermore, it is considered a renewable resource of value for genetic conservation. The wood can be utilized after the rubber production cycle ends. Consequently, rising global demand for wood has spurred research into promising new species, highlighting the potential of native species like the rubber tree—which offers advantages such as adaptability—to serve as a secondary income source, particularly in the northwestern region of São Paulo State, an area distinguished by its rubber tree plantations and status as a key hub for the furniture industry.

Impacto potencial de esta investigación

El cultivo del árbol del caucho se ha convertido en una de las pocas opciones de cultivo permanente para sostener el desarrollo de diversas regiones y proporcionar ingresos a los productores rurales, además de ser considerado un recurso renovable de valor para la conservación genética. La madera puede utilizarse tras el ciclo del caucho. Por ello, el aumento de la demanda mundial de madera ha impulsado la investigación de nuevas especies prometedoras, haciendo posible el uso de especies autóctonas, como el árbol del caucho, gracias a ventajas como su adaptabilidad. Esto podría constituir una fuente secundaria de ingresos en la región noroeste del estado de São Paulo, que destaca por su plantación de árboles del caucho y como región de referencia en la producción de muebles.

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

Câmpus de Ilha Solteira

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO DA DISSERTAÇÃO: POMAR DE SEMENTES POR MUDAS: UMA OPÇÃO NO MELHORAMENTO GENÉTICO DA MADEIRA NA SERINGUEIRA [Hevea brasiliensis (Willd. ex A.Juss.) Müll.Arg.]

AUTORA: THAYNÁ SAYURI SHINOHARA ALVES
ORIENTADOR: MARIO LUIZ TEIXEIRA DE MORAES

Aprovada como parte das exigências para obtenção do Título de Mestra em Agronomia, especialidade: Sistemas de Produção pela Comissão Examinadora:

Documento assinado digitalmente
gov.br MARIO LUIZ TEIXEIRA DE MORAES
Data: 19/08/2026 13:51:44-0300
Verifique em https://validar.iti.gov.br

Prof. Dr. MARIO LUIZ TEIXEIRA DE MORAES (Participaçao Virtual)
Departamento de Fitotecnia, Tecnologia de Alimentos e Sócio-Economia / UNESP / Câmpus de Ilha Solteira - FEIS

Documento assinado digitalmente
gov.br ENES FURLANI JUNIOR
Data: 20/08/2026 10:23:51-0300
Verifique em https://validar.iti.gov.br

Prof. Dr. ENES FURLANI JUNIOR (Participaçao Virtual)
Departamento de Fitotecnia, Tecnologia de Alimentos e Sócio-Economia / UNESP / Câmpus de Ilha Solteira - FEIS

Documento assinado digitalmente
gov.br LIGIA REGINA LIMA GOUVEA
Data: 19/08/2026 18:12:12-0300
Verifique em https://validar.iti.gov.br

Dra. LIGIA REGINA LIMA GOUVÊA (Participaçao Virtual)
Instituto Agronômico de Campinas - IAC

Ilha Solteira, 18 de agosto de 2026.

Dedico este trabalho à minha família, meu porto seguro e minha base para todas as conquistas. Em especial, à minha mãe e à minha avó, por todo o amor incondicional, pelas orações silenciosas, pelo apoio contínuo e por sempre acreditarem nos meus sonhos, mesmo nos momentos mais difíceis. Este trabalho é de vocês.

AGRADECIMENTOS

A Deus, que guiou meus passos e me renovou as forças diante de cada obstáculo. Sou grata por Sua presença constante, que fortaleceu minha determinação e tornou possível a concretização deste sonho.

Minha gratidão mais profunda às grandes referências da minha vida, minha mãe Márcia e minha avó Aparecida, que não mediram esforços para me apoiar e viabilizar a conclusão deste ciclo. E aos demais familiares que nos bastidores e à sua maneira, tornaram este momento possível.

Aos meus valiosos amigos da vida, faculdade e pós-graduação, Isabelli Cristini dos Santos e Kauan Augusto Ceriani de Luna, agradeço de coração pela parceria, pelas trocas acadêmicas e por todo o apoio nos momentos de incerteza. Ter amigos com quem dividir a caminhada fez toda a diferença.

Agradeço às minhas colegas da pós-graduação, Talita Carvalho de Souza Santos e Júlia Araújo Petreca, por todo apoio em campo. Assim como aos colegas do DFTASE e do Laboratório de Genética de Populações, Evolução e Silvicultura, pela disponibilidade, proatividade, grande parceria e auxílio nas atividades que realizei, assim como a Selma Maria Bozzite Moraes e Sandra.

Aos funcionários Alonso Ângelo da Silva, Manoel Fernando Rocha Bonfim, Alexandre Marques da Silva, Sinval Antônio de Abreu, Alvino da Silva, João Carlos de Lima Corrêa, Guilherme Zambolin da Silva e João Pedro dos Santos Sousa, por toda assistência nos trabalhos em campo, coleta de dados e pela amizade.

Agradeço ao Instituto Agronômico (IAC), pelas sementes dos clones doadas para a instalação desse experimento, na pessoa dos Drs. Paulo de Souza Gonçalves, Erivaldo José Scaloppi Júnior e Lígia Regina Lima Gouvêa.

À Prof. Dr.ª Ananda Virgínia de Aguiar, pela disponibilidade e empréstimo dos equipamentos utilizados na análise da qualidade da madeira.

Agradeço imensamente ao meu orientador Prof. Dr. Mario Luiz Teixeira de Moraes, pela confiança depositada, pela paciência nas revisões e por todos os ensinamentos transmitidos. Sua dedicação e incentivo constante foram essenciais para o meu crescimento acadêmico e pessoal.

Aos demais docentes e funcionários da UNESP e da FEPE que colaboraram para meu desenvolvimento e formação profissional, em especial a minha banca de qualificação Prof. Dr. Erivaldo José Scaloppi Júnior e Drª Silvelise Pupin.

À banca examinadora, Prof. Dr. Enes Furlani Junior e Drª. Lígia Regina Lima Gouvêa, expresso minha sincera gratidão pelas valiosas contribuições e pelo tempo dedicado à avaliação deste trabalho. Suas observações e sugestões foram fundamentais para o aprimoramento desta pesquisa.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001, da Fazenda de Ensino, Pesquisa e Extensão – FEPE, da Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira/UNESP e da Associação Pontal Flora de Presidente Venceslau, SP.

“Não é possível segurar o tempo. Em relação a ele, a única coisa de que podemos nos apropriar é a experiência que ele nos permite construir o tempo todo” (Ana Cláudia Quintana Arantes).

RESUMO

A *Hevea brasiliensis*, destaca-se por sua relevância econômica na produção de látex. Ao fim do ciclo produtivo, a madeira pode ser aproveitada, tornando essencial a avaliação de suas propriedades tecnológicas para subsidiar programas de melhoramento genético. O objetivo foi quantificar a variabilidade genética em uma população de seringueira, a fim de contribuir para a seleção de genótipos com atributos tecnológicos adequados para a indústria madeireira. Para isso, foi avaliado um teste de progênies instalado em 2006, em Selvíria-MS, composto por 31 progênies de polinização aberta oriundas do Instituto Agronômico de Campinas (IAC), em delineamento de blocos casualizados. Aos 20 anos de idade foram mensurados: altura total (ALT), diâmetro à altura do peito (DAP), densidade aparente a 12% (DAX), densidade básica da madeira (DBM), espessura de casca (ESP), módulo de elasticidade (MOE), volume (VOL) e sobrevivência (ZOB). Para formação do PSM, foi realizado um desbaste seletivo com intensidade de seleção de 50%, obtendo 3 situações: POP-ALL (população total), POP-COR (árvores desbastadas) e POP-REM (árvores remanescentes). Além disso, o tamanho efetivo populacional e a diversidade genética foram monitorados. Os parâmetros genéticos foram estimados via REML/BLUP. Seis modelos volumétricos foram ajustados, sendo o de Schumacher-Hall, não linear, o mais eficiente ($\boldsymbol{R^2_{aj}}$ = 0,9959). As médias da POP-ALL foram: 21,19 m (ALT), 19,35 cm (DAP), 0,70 g/cm^3 (DAX), 0,61 g/cm^3 (DBM), 1,03 cm (ESP), 10.353 MPa (MOE), 0,63 m³ (VOL) e 78% (ZOB). Houve diferenças significativas entre as progênies ($p < 0,001$) nos caracteres de crescimento. Os coeficientes de herdabilidade indicaram forte controle genético e elevado potencial de resposta à seleção. VOL destacou-se como o caráter mais promissor para fins de seleção para o melhoramento. O tamanho efetivo apresentou uma pequena redução entre 2006 (127) e 2026 (122), enquanto a diversidade genética manteve-se igual a 1, confirmando a conservação da base genética. Há ampla variabilidade genética e potencial para exploração madeireira, contribuindo tanto para a sustentabilidade quanto para a agregação de valor econômico à seringueira. O desbaste seletivo foi adequado (POP-COR), pois é possível dar continuidade ao programa de melhoramento genético na POP-REM.

Palavras-chave: clones; diversidade genética; qualidade da madeira.

ABSTRACT

Hevea brasiliensis is notable for its economic importance in latex production; however, at the end of the production cycle, the wood can be utilized, making the assessment of its technological properties essential to support genetic improvement programs. The objective was to quantify genetic variability in a rubber tree population to aid in selecting genotypes with technological attributes suitable for the timber industry. To this end, a progeny test established in 2006 in Selvíria, MS—comprising 31 open-pollinated progenies from the Agronomic Institute of Campinas (IAC) in a randomized block design—was evaluated. At 20 years of age, the following traits were measured: total height (ALT), diameter at breast height (DAP), apparent density at 12% moisture (DAX), basic wood density (DBM), bark thickness (ESP), modulus of elasticity (MOE), volume (VOL), and survival (ZOB). To form the Seed Production Area (SPA), selective thinning was performed with a 50% selection intensity, resulting in three groups: POP-ALL (total population), POP-COR (thinned trees), and POP-REM (remaining trees). Additionally, effective population size and genetic diversity were monitored. Genetic parameters were estimated using REML/BLUP. Six volumetric models were fitted, with the non-linear Schumacher-Hall model proving the most efficient (adjusted R^2 = 0.9959). The mean values for POP-ALL were: 21.19 m (TH), 19.35 cm (DBH), 0.70 g/cm³ (AD), 0.61 g/cm³ (MBD), 1.03 cm (BT), 10,353 MPa (MOE), 0.63 m³ (VOL), and 78% (ZOB). Significant differences ($p < 0.001$) were observed among progenies regarding growth traits. Heritability coefficients indicated strong genetic control and high potential for response to selection. VOL stood out as the most promising trait for selection in the breeding program. Effective population size showed a slight decrease between 2006 (127) and 2026 (122), while genetic diversity remained at 1, confirming the conservation of the genetic base. There is extensive genetic variability and potential for timber exploitation, contributing to both sustainability and the generation of economic value for the rubber tree. Selective thinning was appropriate (POP-COR), as it allows for the continuation of the genetic improvement program in the POP-REM population.

Keywords: clones; genetic diversity; wood quality.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Distribuição geográfica no Brasil da *Hevea brasiliensis*..... 21
Figura 2 - Folha trifoliolada de *Hevea brasiliensis*..... 21
Figura 3 - Inflorescência com flores femininas e masculinas..... 22
Figura 4 - Fruto tricoca de *Hevea brasiliensis*..... 22
Figura 5 - Sementes de *Hevea brasiliensis*..... 23
Figura 6 - Látex da seringueira a sangrar após desbaste da cepa da árvore.. 24
Figura 7 - Disco de madeira de *Hevea brasiliensis* aos 20 anos de idade.... 25
Figura 8 - Teste de progênies de *Hevea brasiliensis* localizado em Selvíria-MS..... 32
Figura 9 Gráfico da precipitação média anual e da temperatura média anual, entre os anos de 2006 e 2026 (em andamento), obtidos do Canal Clima – FEIS/UNESP..... 33
Figura 10 - Coleta de solo no teste de progênies de *Hevea brasiliensis*..... 34
Figura 11 - Uso da fita métrica para medir a circunferência a altura do peito (CAP,cm) de árvores de *Hevea brasiliensis*..... 35
Figura 12 - Medição da altura com uso do Vertex..... 35
Figura 13 - Paquímetro para medição da espessura da casca..... 36
Figura 14 - Etapas da cubagem rigorosa em árvores de *Hevea brasiliensis*.... 37
Figura 15 - Fakopp TreeSonic..... 37
Figura 16 - Posicionamento do TreeSonic para obtenção da leitura..... 38
Figura 17 - Trado de incremento de Haglof para retirada da baqueta..... 39
Figura 18 - Baqueta retirada do trado de incremento..... 39
Figura 19 - Disco retirado na altura do diâmetro a altura do peito (DAP,cm) durante o desbaste seletivo..... 40
Figura 20 - Caixa d'água com os discos submersos das árvores de *Hevea brasiliensis* desbastadas..... 40
Figura 21 - Obtenção do peso imerso (Pi), peso úmido (Pu) e peso seco em estufa (PS) para posterior determinação da densidade básica da madeira..... 41

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Análise química do solo realizada em 2026 na área experimental do teste de progênies de *Hevea brasiliensis*, em Selvíria-MS..... 44

Tabela 2 - Coeficientes e parâmetros estatísticos dos modelos volumétricos testados..... 45

Tabela 3 - Estimativas de parâmetros genéticos e estatísticos para os caracteres: altura (ALT, m), diâmetro à altura do peito (DAP, cm), densidade aparente (DAX, g cm^{-3}), densidade básica da madeira (DBM, g cm^{-3}), espessura da casca (ESP, cm), módulo de elasticidade (MOE, MPa), volume (VOL, m^3 $arv.^{-1}$) e sobrevivência (ZOB, %) em um teste de progênies de *Hevea brasiliensis* aos 20 anos após o plantio, em 2006, em Selvíria-MS, antes do desbaste (POP-ALL)..... 46

Tabela 4 - Estimativas de parâmetros genéticos e estatísticos para os caracteres: altura (ALT, m), diâmetro à altura do peito (DAP, cm), densidade aparente (DAX, g cm^{-3}), densidade básica da madeira (DBM, g cm^{-3}), espessura da casca (ESP, cm), módulo de elasticidade (MOE, MPa), volume (VOL, m^3 $arv.^{-1}$) e sobrevivência (ZOB, %) em um teste de progênies de *Hevea brasiliensis* aos 20 anos após o plantio, em 2006, em Selvíria-MS, das árvores desbastadas (POP-COR) 51

Tabela 5 - Estimativas de parâmetros genéticos e estatísticos para os caracteres: altura (ALT, m), diâmetro à altura do peito (DAP, cm), densidade aparente (DAX, g cm^{-3}), densidade básica da madeira (DBM, g cm^{-3}), espessura da casca (ESP, cm), módulo de elasticidade (MOE, MPa), volume (VOL, m^3 $arv.^{-1}$) e sobrevivência (ZOB, %) em um teste de progênies de *Hevea brasiliensis* aos 20 anos após o plantio, em 2006, em Selvíria-MS, das árvores remanescentes (POP-REM) 52

Tabela 6 - Média geral dos caracteres para as três populações avaliadas..... 54
Tabela 7 - Acurácia dos caracteres para as três populações avaliadas..... 55
Tabela 8 - Coeficiente de variação genética individual das variáveis para as três populações avaliadas..... 56
Tabela 9 - Parâmetros do tamanho efetivo e da diversidade genética em: 2006 (plantio), POP-ALL 2026, POP-REM 2026, POP-COR 2026..... 57

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
STBD	Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação
Unesp	Universidade Estadual Paulista
IBÁ	Indústria Brasileira de Árvores
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

LISTA DE SÍMBOLOS

$\hat{\sigma}_a^2$ Variância genética aditiva

$\hat{\sigma}_c^2$ Variância ambiental entre parcelas

$\hat{\sigma}_e^2$ Variância residual (ambiental + não aditiva)

$\hat{\sigma}_f^2$ Variância fenotípica individual

$\hat{h}_a^2$ Herdabilidade individual dos efeitos aditivos

$\hat{h}_{aj}^2$ Herdabilidade individual ajustada para os efeitos de parcela

$\hat{C}_p^2$ Coeficiente de determinação dos efeitos de parcelas

$\hat{h}_m^2$ Herdabilidade da média de progênies

$r_{\hat{a}a}$ Acurácia

$\hat{h}_{ad}^2$ Herdabilidade aditiva dentro de parcela

$\hat{h}_m^2$ Herdabilidade da média de progênies

$r_{\hat{a}a}$ Acurácia

CV_{gi} Coeficiente de variação genética aditiva individual

CV_{gp} Coeficiente de variação genotípica entre progênies

CV_e Coeficiente de variação experimental

CV_r Coeficiente de variação relativa

$\hat{m}$ Média geral

χ^2 Qui-quadrado da deviance

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO 16
2 OBJETIVOS 19
3 REVISÃO DE LITERATURA 20
3.1 *Hevea brasiliensis* (Willd. ex A. Juss.) Müll. Arg. 20
3.2 POMAR DE SEMENTES POR MUDAS: ESTRATÉGIA DE MELHORAMENTO 26
3.3 MELHORAMENTO GENÉTICO APLICADO À QUALIDADE DA MADEIRA 27
4 MATERIAL E MÉTODOS 32
4.1 INSTALAÇÃO DO TESTE DE PROGÊNIES E CARACTERES AVALIADOS 32
4.2 MODELOS MATEMÁTICOS E ESTIMATIVAS DE PARÂMETROS GENÉTICOS 42
4.3 FORMAÇÃO DO POMAR DE SEMENTES POR MUDAS (PSM) 43
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO 44
5.1 ANÁLISE QUÍMICA DE MACRO E MICRONUTRIENTES DO SOLO 44
5.2 CUBAGEM RIGOROSA E ESTIMATIVA DO VOLUME DE MADEIRA
5.3 ESTIMATIVA DOS PARÂMETROS GENÉTICOS: POPULAÇÃO TOTAL 46
5.4 ESTIMATIVA DOS PARÂMETROS GENÉTICOS: POPULAÇÃO CORTADA E POPULAÇÃO REMANESCENTE 51
5.5 TAMANHO EFETIVO E DIVERSIDADE GENÉTICA 56
6 CONCLUSÃO 59
REFERÊNCIAS 60
APÊNDICE A – CROQUI DA ÁREA DO EXPERIMENTO 71
DADOS CURRICULARES 72

1 INTRODUÇÃO

A seringueira, conhecida como *Hevea brasiliensis*, é uma árvore da família Euphorbiaceae, produtora de látex, a matéria-prima da borracha natural, que é um componente utilizado na fabricação de milhares de produtos em vários setores industriais e área médica (Cruz *et al.*, 2017; Rocha *et al.*, 2023). Pertencente ao gênero *Hevea*, é nativa da Floresta Amazônica e engloba mais de 11 espécies, com destaque para a *Hevea brasiliensis* (Willd ex Adr. de Juss) Müell. Arg, devido à variabilidade genética para resistência a doenças e a qualidade superior de seu látex, tornando-a altamente demandada pela indústria (Priyadarshan, 2017; SAGAFF *et al*., 2022).

De acordo com o relatório anual da IBÁ – Indústria Brasileira de Árvores (2025), a área cultivada no Brasil, em relação à área total de árvores plantadas, corresponde a 247 mil hectares de seringueira. Quanto à América Latina, segundo o IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2024), o Brasil é o maior produtor de borracha natural, com aproximadamente 440 mil toneladas por ano. A produção de borracha natural do Estado de São Paulo, líder nacional, correspondeu a 61% da produção nacional em 2024. Isto foi possível devido ao melhoramento genético, que igualou a competitividade dos clones do estado de São Paulo à dos provenientes da Ásia (Costa *et al.*, 2001).

Apesar da grande importância da seringueira para o agronegócio brasileiro, ainda há pouco incentivo a investimentos na cultura, especialmente porque a produção nacional não supre a demanda interna, sendo necessária a importação de borracha dos principais produtores: Tailândia, Indonésia, Malásia, Costa do Marfim, Vietnã e China. No entanto, a cultura é considerada estratégica pelas propriedades únicas da borracha natural, como elasticidade, plasticidade, impermeabilidade, isolamento elétrico e resistência à fricção, e pelos benefícios ambientais que oferece, contribuindo para a sustentabilidade por meio da recuperação de áreas degradadas, conservação dos recursos hídricos, manutenção do clima, da qualidade do solo e a possível reutilização da água visando propósitos ambientais (Gonçalves *et al.*, 2002, Faostat, 2023, Alvarenga, 2023; Alvarenga; Gomes, 2026).

A seringueira, como outras espécies florestais, enfrenta diversos desafios nos programas de melhoramento genético, principalmente devido ao seu longo ciclo de avaliação e seleção, o que dificulta o avanço na compreensão de sua complexa

estrutura genética e na análise de genótipos recém-descobertos por métodos tradicionais. Esses programas também enfrentam obstáculos, como a baixa produção de sementes por polinização — cerca de dez sementes a cada cem flores — e os efeitos da endogamia, que limitam a obtenção de progênies adequadas para estudos convencionais. Além disso, muitas características de interesse são controladas por inúmeros loci (QTLs), cuja identificação é complexa. Apesar de diversos QTLs já terem sido mapeados para diferentes caracteres, seu uso ainda é limitado, devido à baixa proporção da variação fenotípica explicada pelos marcadores, reflexo tanto da ação de múltiplos genes quanto da forte influência ambiental sobre os caracteres quantitativos (Conson *et al.*, 2018; Francisco, 2023).

De acordo com Gonçalves e Marques (2014), o processo de melhoramento genético da seringueira atualmente adotado envolve várias fases de seleção, demandando de 20 a 25 anos para ser concluído, desde a obtenção de sementes por polinização aberta ou controlada até a recomendação de clones para plantio em larga escala.

O sucesso de um programa de seleção está intrinsecamente ligado à redução do ciclo de melhoramento da espécie, ao determinar a variabilidade genética da população e a herança de caracteres de interesse, bem como à maior acurácia da seleção e à possibilidade de ganhos genéticos inesperados. Os principais focos dos programas comumente estão relacionados ao desenvolvimento de variedades superiores em produção de borracha, resistência a doenças e redução do tempo de melhoramento para introduzir novos clones, enquanto a seleção baseada na qualidade da madeira ainda carece de informações detalhadas, tendo alguns estudos que descrevem o uso para fabricação de madeira serrada (COSTA *et al.*, 2000; Sant'Anna *et al.*, 2021, Francisco, 2023; Lima *et al.*, 2024).

No fim do ciclo da seringueira, ocorre uma queda na produção de látex, tornando economicamente inviável sua exploração. Devido a isso, as árvores são desbastadas para a renovação do plantio, e a madeira da seringueira torna-se disponível para uso. O crescimento das áreas de plantio no Brasil, aliado à crescente demanda mundial por madeira, fortalece uma alternativa ao látex, incentivando pesquisas sobre seu uso. Embora tradicionalmente utilizada como lenha, a madeira apresenta qualidades valorizadas pelo mercado, como boa qualidade, resistência, durabilidade, fácil coloração e boa trabalhabilidade, podendo ser utilizada na fabricação de móveis, laminados, madeira serrada, painéis e compensados. Além

disso, apresenta potencial no mercado de créditos de carbono devido à sua alta capacidade de sequestro de carbono (Gonçalves, 2001; Eufrade Júnior *et al.*, 2015; Lima *et al.*, 2020; Faria *et al.*, 2020; Gonçalves; Cardoso; Cabral Júnior, 2021; CRÚS *et al.*, 2023).

Diferentes metodologias podem ser utilizadas para determinar os parâmetros de qualidade da madeira. Entre elas, as técnicas de avaliação não destrutiva têm se destacado nos últimos anos como ferramentas relevantes para a estimativa das propriedades físicas e mecânicas da madeira, principalmente em razão do menor custo dos equipamentos, da agilidade e da praticidade na medição (BALLARIN; Nogueira, 2005). Um aparelho utilizado na seleção precoce da madeira é o TreeSonic, desenvolvido pela Fakopp Enterprise, em Ágfalva, Hungria, e é um método não destrutivo que mede o módulo de elasticidade do material com base na velocidade do som. Assim, uma maior elasticidade implica maior resistência mecânica, resultando em melhor qualidade da madeira. Portanto, esta ferramenta acústica é considerada altamente viável para os programas de melhoramento genético, contribuindo para a seleção de árvores de genótipos superiores (Mora *et al.*, 2009; Newton, 2018; Santos *et al.*, 2021).

Aliado a isso, a densidade da madeira é uma propriedade física de suma importância na avaliação da qualidade, visto que possui forte correlação com propriedades mecânicas e outros caracteres da madeira, podendo ser utilizada como critério indireto de seleção, além de permitir a classificação para fins industriais e estruturais (Leonello *et al.*, 2011).

Sendo assim, torna-se necessária a ampliação das pesquisas voltadas tanto à caracterização da qualidade da madeira quanto ao desenvolvimento de programas de melhoramento genético capazes de elevar a produtividade dos plantios e aprimorar as características tecnológicas da matéria-prima.

2 OBJETIVOS

O objetivo geral será o de quantificar a variabilidade genética em uma população de seringueira [*Hevea brasiliensis* (Willd ex A. Juss) Müll. Arg], procedente de sementes clonas ilegítimas (ill.) – provenientes de polinização aberta, visando a formação de um pomar de sementes por mudas, a fim de contribuir para a seleção de genótipos com atributos tecnológicos adequados para a indústria madeireira.

Como objetivos específicos, tem-se:

i) estimar parâmetros genéticos, a partir da utilização do procedimento REML/BLUP (máxima verossimilhança restrita/melhor predito linear não viciado);

ii) monitorar o tamanho efetivo e a diversidade genética, para a formação dos pomares de sementes por mudas e clonais;

iii) comparar os parâmetros genéticos após o desbaste, visando à continuidade do programa de melhoramento genético da seringueira, com base em uma ampla base genética.

REFERÊNCIAS

ALVARENGA, A.P. O grande potencial de uma seringueira. **Boletim Técnico – SIF**, Viçosa, v. 9, p. 1-6, 2023. Disponível em: https://sif.org.br/wp-content/uploads/2023/12/Boleti-09.pdf. Acesso em: 17 mar. 2026.

ALVARENGA, A. P.; GOMES, M. A. Seringueira: uma floresta que favorece a "produção" de água. **Boletim Técnico – SIF**, Viçosa, v. 6, n. 1, p. 1-9, 2026. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/400012140_Seringueira_uma_floresta_que_favorece_a_producao_de_agua. Acesso em: 17 mar. 2026

ALVES, T. S. S. **VARIAÇÃO GENÉTICA PARA CARACTERES DE CRESCIMENTO E QUALIDADE DA MADEIRA EM PROGÊNIES DE** *Eucalyptus urophylla* **S.T. BLAKE**. 61 f. 2022. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Agronômica), Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira – Universidade Estadual Paulista, 2022. Disponível em: https://repositorio.unesp.br/server/api/core/bitstreams/c9198643-e8d1-47c6-bb39-8e40ec7f31a6/content. Acesso em: 17 mar. 2026.

AMORIM, E. P. *et al*. Anatomical radial variation and density in wood of rubber tree [*Hevea brasiliensis* (Willd. ex A. Juss.) Muell. Arg.] clones. **Revista do Instituto Florestal**, v. 33, n. 1, p. 7-16, 2021. Disponível em: https://rif.emnuvens.com.br/revista/article/view/20. Acesso em: 06 jun. 2026.

ANDRADE, C.M.S. *et al.* Guia de espécies. In: Andrade, C.M.S *et al*. *Guia ARBOPASTO: manual de identificação e seleção de espécies arbóreas para sistemas silvipastoris*. Brasília, DF: Embrapa, 2012. cap. 4, p. 91-338. Disponível em: https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/964750/1/24666.pdf. Acesso em: 18 mar. 2026.

ARANTES, A. C. Q. **A morte é um dia que vale a pena viver: a história de um olhar sobre a vida**. São Paulo: Casa da Palavra, 2016.

ARANTES, F. C. *et al*. Ganho genético com base no tamanho efetivo populacional de progênies de seringueira. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 45, n. 12, p. 1419-1424, 2010. Disponível em: https://www.scielo.br/j/pab/a/PBgHcYhGqKdHmzDRkPtrRyz/?format=html&lang=pt. Acesso em: 05 ago. 2025.

BALLARIN, A. W.; NOGUEIRA, M. Determinação do módulo de elasticidade da madeira juvenil e adulta de *Pinus taeda* por ultra-som. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 25, n. 1, p. 19-28, 2005. Disponível em: https://www.scielo.br/j/eagri/a/SpbyxnGHWpqSvLJrbDDPF7t/?lang=pt. Acesso em: 06 mar. 2026.

BALSIGER, J., BAHDON, J.; WHITEMAN, A. The utilization, processing and demand for Rubberwood as a source of wood supply. Forestry Policy and Planning Division. Asia Pacific Forestry Sector Outlook Study Working Paper no. 50. **FAO – Food and**

Agriculture Organization of the United Nations, Rome, p. 1-78, 2000. Disponível em: https://www.sidalc.net/search/Record/dig-fao-it-20.500.14283-Y0153E/Description. Acesso em: 03 jun. 2026.

BOOCK, M. V. *et al*. Herdabilidade, variabilidade genética e ganhos genéticos para produção e caracteres morfológicos em progênies jovens de seringueira. **Pesquisa agropecuária brasileira**, Brasília, v. 30, n. 5, p. 673-681, 1995. Disponível em: https://www.sidalc.net/search/Record/rev-pab-br-article-4352/Description. Acesso em: 04 mar. 2025.

BRITO, R. R.; VIEIRA, T. A. Exploração econômica do látex da *Hevea brasiliensis* no desenvolvimento da região norte do Brasil. **Nature and Conservation**, v.11, n.1, p.9-25, 2018. Disponível em: http://doi.org/10.6008/CBPC2318-2881.2018.001.0002. Acesso em: 21 ago. 2026.

CANTARELLA, H. *et al.* (Eds.). **Boletim 100: Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. Instituto Agronômico, Campinas, p. 500, 2022.

CANUTO, D. S. O. *et al*. Genetic characterization of a progeny test of *Dipteryx alata* Vog., from a forest fragment of Estação Ecológica Paulo de Faria, São Paulo State, Brazil. **Hoehnea**, v. 42, n. 4, p. 641-648, 2015. Disponível em: https://www.scielo.br/j/hoehnea/a/FBtB8hChd3PdZFmGHyhmB5G/abstract/?lang=en. Acesso em: 05 mai. 2025.

CAVALCANTE, J. R.; CONFORTO, E. C. Caracteres secundários da produção e estado nutricional em dois clones jovens de seringueira em São José do Rio Preto, SP. **Revista Biociências**, Taubaté, v. 19, n. 2, 2013. Disponível em: https://periodicos.unitau.br/biociencias/article/view/1571. Acesso em: 02 jun. 2026.

CERQUEIRA, C. L. et al. Equações de volume para eucalipto em sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta. *In:* Congresso brasileiro de sistemas agroflorestais, 10., 2016, Cuiabá. **Anais: SBSAF**. Sinop: Embrapa Agrossilvipastoril, 2016. p. 1-3. Disponível em: https://www.bdpa.cnptia.embrapa.br/consulta/busca?b=ad&busca=(autoria:%22VENDRUSCOLO,%20D.%20G.%20S.%22)&qFacets=(autoria:%22VENDRUSCOLO,%20D.%20G.%20S.%22)&biblioteca=&sort=autoria-sort&paginacao=t&paginaAtual=1. Acesso em: 30 jul. 2025.

CERQUEIRA, C. L. *et al.* Modelagem do volume de eucalipto em sistema de integração Lavoura-Pecuária-Floresta. **Advances in Forestry Science**, Cuiabá, v. 7, n. 4, p. 1213-1221, 2020. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Clebson-Cerqueira/publication/348444450_Modelagem_do_volume_de_eucalipto_em_sistema_de_integracao_Lavoura-Pecuaria-Floresta/links/5fff945845851553a0417f4c/Modelagem-do-volume-de-eucalipto-em-sistema-de-integracao-Lavoura-Pecuaria-Floresta.pdf. Acesso em: 25 jul. 2025.

COMISSÃO TÉCNICA DA SERINGUEIRA. A cultura da seringueira para o Estado de São Paulo. **Manual Técnico - CATI**, n. 72, ed. 2, p. 163, Campinas, 2010.

CONSON, A. R. *et al.* High-resolution genetic map and QTL analysis of growth-related traits of *Hevea brasiliensis* cultivated under suboptimal temperature and humidity conditions. **Frontiers in plant science**, v. 9, p. 1255, 2018. Disponível em: https://www.frontiersin.org/journals/plant-science/articles/10.3389/fpls.2018.01255/full. Acesso em: 25 jul. 2025.

COSTA, R. B. *et al.* Melhoramento e conservação genética aplicados ao Desenvolvimento Local – o caso da seringueira (*Hevea* sp). **Interações**, Campo Grande, v. 1, n. 2, 2001. Disponível em: https://www.interacoes.ucdb.br/interacoes/article/view/600. Acesso em: 25 jul. 2025.

COSTA, R. B. *et al.* Seleção combinada univariada e multivariada aplicada ao melhoramento genético da seringueira. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 35, n. 2, p. 381-388, 2000. Disponível em: https://www.scielo.br/j/pab/a/zfmCGZrgv3RY3VFsyNtxRdJ/?format=html&lang=pt. Acesso em: 25 jul. 2025.

COSTA, E. R. et al. Biomassa e Estoque de Carbono em plantio experimental de *Hevea brasiliensis* no sul do Espírito Santo. *In:* Encontro Brasileiro de Mensuração Florestal – Mensuflor, 7., 2025, Lavras. **Anais 2025: Manejo Florestal**. Lavras: Universidade Federal de Lavras, 2025. p. 4-5. Disponível em: https://mensuflor.ufla.br/index.php/evento/article/view/143/175. Acesso em: 08 jul. 2026.

CRÚS, L. B. *et al.* AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO DE ALGUNS CLONES DE SERINGUEIRA PARA PRODUÇÃO DE MADEIRA. **Nucleus (16786602),** v. 20, n. 2, p. 111, 2023. Disponível em: https://openurl.ebsco.com/EPDB%3Agcd%3A2%3A1778818/detailv2?sid=ebsco%3Aplink%3Acrawler-gcd&id=ebsco%3Agcd%3A173304150&crl=c&jrnl=16786602&link_origin=scholar.google.com. Acesso em: 06 jun. 2026.

CRUZ, C. D. **Princípios de genética quantitativa**. UFV, 2005.

CRUZ, A.T. *et al*. Stimulation of latex production in seringueira (*Hevea Brasiliensis* L.) with Etrhel doses. **Revista Árvore**, v. 41, n. 5, p. 1-6, 2017. Disponível em: https://www.scielo.br/j/rarv/a/49DjGZCrPt69Tx7SbkHWLKL/?lang=en. Acesso em: 02 fev. 2025.

ECKARD, J. T. *et al.* Selection efficiency for solid wood traits in *Pinus taeda* using time-of-flight acoustic and micro-drill resistance methods. **Forest Science**, v. 56, n. 3, p. 233-241, 2010. Disponível em: https://academic.oup.com/forestscience/article-abstract/56/3/233/4604153. Acesso em: 06 jun. 2025.

ESCOBAR, J. F. *et al*. Rendimento da laminação e módulo de elasticidade das lâminas da madeira de seringueira (*Hevea brasiliensis*). *In:* CIMAD 11 – Congresso Ibero-LatinoAmericano da Madeira na Construção, 1., 2011, Coimbra. **Anais do CIMAD 11**. Coimbra, 2011, p. 1-9. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/344494729_Rendimento_da_Laminacao_e

_Modulo_de_Elasticidade_das_Laminas_da_Madeira_de_Seringueira_Hevea_brasiliensis. Acesso em: 03 fev. 2026.

EUFRADE JUNIOR, H. J. *et al.* Potential of rubberwood (*Hevea brasiliensis*) for structural use after the period of latex extraction: a case study in Brazil. **Journal of Wood Science**, v. 61, n. 4, p. 384-390, 2015. Disponível em: https://link.springer.com/article/10.1007/s10086-015-1478-7. Acesso em: 02 jun. 2026.

FAOSTAT. Food and Agriculture Organization of the United Nations. FAOSTAT Statistical Database. Rome: **FAO**, 1997. Disponível em: https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL. Acesso em: 05 mai. 2026.

FARIA, D. L. *et al*. QUALIDADE DA MADEIRA DE *HEVEA BRASILIENSIS* VISANDO A PRODUÇÃO DE CELULOSE E PAPEL. **AGRARIAN ACADEMY**, Centro Científico Conhecer, Goiânia, v.6, n.11, p. 303-314, 2019. Disponível em: https://web.archive.org/web/20220302160813id_/http://www.conhecer.org.br/Agrarian%20Academy/2019A/qualidade.pdf. Acesso em: 20 jun. 2026.

FARIA, D. L. *et al.* Physical and mechanical behavior of glulam beams produced with rubberwood treated with preservatives. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 44, p. 1-11, 2020. Disponível em: https://www.scielo.br/j/cagro/a/jtVWwNTNXjGggj46873qF4m/?lang=en. Acesso em: 10 jul. 2026.

FIGURA, M. A. *et al.* Mapeamento densitrométrico e caracterização da densidade básica de *Pinus taeda*: estudo de caso Fazenda Guará no Planalto Catarinense. *In:* ABTCP Pulp and Paper International Congress, 49. 2016, São Paulo. **Anais: ABTCP 2016.** 2016. p. 1-9. Disponível em: https://www.eucalyptus.com.br/artigos/2016_Mapeamento+densidade+Pinus.pdf. Acesso em: 10 jul. 2026.

FOELKEL, C. E. B. *et al.* Métodos para determinação da densidade básica de cavacos de coníferas e folhosas. **IPEF**, Piracicaba, v. 2, n. 3, p. 65-74, 1971. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Celso-Foelkel/publication/237412037_METODOS_PARA_DETERMINACAO_DA_DENSIDADE_BASICA_DE_CAVACOS_PARA_CONIFERAS_E_FOLHOSAS/links/558d2ce808aee43bf6ae7a32/METODOS-PARA-DETERMINACAO-DA-DENSIDADE-BASICA-DE-CAVACOS-PARA-CONIFERAS-E-FOLHOSAS.pdf. Acesso em: 03 mai. 2025.

FRANCISCO, F. R. **Ferramentas genômicas e moleculares para caracterização genética e predição genômica em seringueira**. 2023. 131 f. Tese (Doutorado em Genética e Biologia Molecular) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2023. Disponível em: https://repositorio.unicamp.br/acervo/detalhe/1267765. Acesso em: 05 ago. 2025.

FRANKHAM, R.; BALLOU, J. D.; BRISCOE, D. A. Introduction to conservation genetics. **Cambridge University Press**, ed. 2, n. 4, p. 480, 2002. Disponível em: file:///C:/Users/Visitantes/Documents/MESTRADO/PROJETO%20DE%20PESQUISA

/QUALIFICA%C3%87%C3%83O/ARTIGOS/Frankhan,%202014.pdf. Acesso em: 28 ago. 2025.

FRAZÃO, D. A. C. *et al*. **Seringueira na Amazônia: Situação atual e perspectivas**. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, ed. 1, 290 p., 2003. Disponível em: file:///C:/Users/Pc/Downloads/Seringueira-na-Amazonia.pdf. Acesso em: 20 ago. 2026.

FREITAS, M. L. M. *et al.* POMAR DE SEMENTES POR MUDAS A PARTIR DA SELEÇÃO DENTRO EM TESTE DE PROGÊNIES DE *Myracrodruon urundeuva* Fr. All. **Revista do Instituto Florestal**, São Paulo, v. 19, n. 2, p. 65–72, 2007. Disponível em: https://rif.emnuvens.com.br/revista/article/view/349. Acesso em: 20 jul. 2026.

FREITAS, M. L. M. *et al.* **Produção de sementes de espécies florestais nativas: estratégias de melhoramento**. *In:* PINÃ-RODRIGUES, F. C. M; FIGLIOLIA, M. B.; SILVA, A. Sementes florestais tropicais: da ecologia à produção. Londrina: Abrates, 2015, cap. 2., p 128-152. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Alexandre-Sebbenn/publication/326670994_Capitulo_2-Producao_de_Sementes_Florestais_128_21_Producao_de_sementes_de_especies_florestais_nativas_estrategias_de_melhoramento/links/5b5deb74aca272a2d6736eb9/Capitulo-2-Producao-de-Sementes-Florestais-128-21-Producao-de-sementes-de-especies-florestais-nativas-estrategias-de-melhoramento.pdf. Acesso em: 15 jul. 2026.

GOMES, J. I.; ALBUQUERQUE, J. M. **Características botânicas do gênero** *Hevea*. *In:* VIEGAS, I. de J. M.; CARVALHO, J. G. Seringueira: nutrição e adubação no Brasil. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental; Brasília, DF: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia, p. 17-34, 2000. Disponível em: https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/395217. Acesso em: 28 ago. 2025.

GONÇALVES, P. S. *et al.* Variabilidade de caracteres estruturais do sistema laticífero da casca em plantas jovens de seringueira. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 30, n. 5, p. 649-656, 1995. Disponível em: https://apct.sede.embrapa.br/pab/pt_BR/article/view/4349. Acesso em: 21 ago. 2026.

GONÇALVES, P. S. **Manual de heveicultura para o Estado de São Paulo**. Instituto Agronômico, 2001.

GONÇALVES, P. S. *et al.* Desempenho de clones de seringueira da série IAC 300 na região do Planalto de São Paulo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 37, n. 2, p. 131-138, 2002. Disponível em: https://www.scielo.br/j/pab/a/dSpVSfGnjyzPd3XSQBfw3Gf/?lang=pt. Acesso em: 21 ago. 2025.

GONÇALVES, P. S.; MARQUES, J. R. B. **Clones de Seringueira: Influência dos Fatores ambientais na Produção e recomendação para o plantio**. *In:* Alvarenga, A.P. Seringueira. Viçosa, Epamig, 2014. p. 247-325.

GONÇALVES, R. C.; CARDOSO, S. E. P.; CABRAL JÚNIOR, I. C. **Produção de borracha natural: histórico e caminho a seguir**. Río Branco, AC: Embrapa Acre, 2021. Disponível em: http://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/1133399. Acesso em: 05 ago. 2025.

GONÇALVES, E.C.P. *et al.* Vigor assessment of juvenile rubber tree clones in Northwestern São Paulo State, Brazil. **Revista Ceres**, v. 68, p. 564-568, 2021. Disponível em: https://doi.org/10.1590/0034-737X202168060008. Acesso em: 05 mar. 2026.

HALIP, J. A. *et al.* Effects of planting density of rubber tree clone (RRIM 2020 Clone and RRIM 2025 Clone) wood to particleboard properties. **Journal of Renewable Materials**, v. 10, n. 7, p. 1951, 2022. Disponível em: https://www.techscience.com/jrm/v10n7/46962. Acesso em: 04 mai. 2026.

HERNANDEZ, F. B. T., LEMOS FILHO, M. A. F.; BUZETTI, S. **Software HIDRISA e o balanço hídrico de Ilha Solteira**. Ilha Solteira: UNESP/FEIS/Área de Hidráulica e Irrigação, 1995.

HOPPE, J. M. *et al.* **Produção de sementes e mudas florestais**. Santa Maria: Caderno Didático, n. 1, ed. 2, p. 388, 2004.

HUANG, D.; OU, B.; PRIOR, R. L. The chemistry behind antioxidant capacity assays. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 53, n. 6, p. 1841-1856, 2005. Disponível em: https://doi.org/10.1021/jf030723c. Acesso em: 05 jul. 2025.

IBÁ – Indústria Brasileira de Árvores. **Relatório Anual**. 2025. Disponível em: https://iba.org/wp-content/uploads/2025/10/relatorioAnual2025.pdf. Acesso em: 18 jul. 2026.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**. Produção de borracha em 2024**. 2026. Disponível em: https://www.ibge.gov.br/explica/producao-agropecuaria/borracha-latex-coagulado/br. Acesso em: 18 jul. 2026.

LEONELLO, E. C. *et al.* Variação radial de propriedades físico-mecânicas da madeira de seringueira (*Hevea brasiliensis*). *In:* CIMAD 11 – Congresso Ibero-LatinoAmericano da Madeira na Construção, 1., 2011, Coimbra. **Anais do CIMAD 11**. Coimbra, 2011. p. 1-6. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Elaine-Leonello/publication/344431819_Variacao_Radial_de_Propriedades_Fisico-mecanicas_da_Madeira_de_Seringueira_Hevea_brasiliensis/links/5f7490a8299bf1b53e007b25/Variacao-Radial-de-Propriedades-Fisico-mecanicas-da-Madeira-de-Seringueira-Hevea-brasiliensis.pdf. Acesso em: 04 mai. 2026.

LEONELLO, E. C. *et al.* Classificação Estrutural e Qualidade da Madeira do Clone GT 1 de *Hevea brasiliensis* Muell. Arg. **Floresta e Ambiente**, v. 19, n. 2, p. 229-235, 2012. Disponível em: https://doi.org/10.4322/floram.2012.027. Acesso em: 05 mai. 2026.

LIMA, I. L. *et al*. Seleção de clones de *Hevea brasiliensis* para a região de Mococa, Estado de São Paulo. **Revista do Instituto Florestal**, v. 27, n. 2, p. 137-143, 2015. Disponível em: https://repositorio.usp.br/directbitstream/e120caf8-8752-4384-9b7d-180d08086cd3/3062021-Sele%C3%A7%C3%A3o_de_clones_de_Hevea_brasiliensis_para_a_regi%C3%A3o_de_Mococa__estado_de_S%C3%A3o_Paulo.pdf. Acesso em: 07 jun. 2026.

LIMA, I. L. D. *et al.* Caracterização das propriedades mecânicas da madeira de clones de *Hevea brasiliensis* (Willd. ex Adr.). **Scientia Forestalis**, v. 48, n. 125, p. 1-12, 2020. Disponível em: https://doi.org/10.18671/scifor.v48n125.04. Acesso em: 05 mai. 2026.

LIMA, I. L. D. *et al.* Physical and anatomical properties of *Hevea brasiliensis* clones. **Maderas. Ciencia y tecnología**, v. 25, 2023. Disponível em: https://doi.org/10.4067/s0718-221x2023000100420. Acesso em: 07 abr. 2026.

LIMA, I. L. et al. Evaluation of genetic parameters for growth traits and wood properties in clones of *Hevea brasiliensis* (Willd. Ex Adr. Juss.). **Revista do Instituto Florestal**, v. 36, p. 1-12, 2024. Disponível em: https://rif.emnuvens.com.br/revista/article/view/947. Acesso em: 02 jun. 2026.

LIRA, J. N. **Qualidade do lenho de duas espécies amazônicas com base na densidade básica, anatomia e por método não destrutivo de ondas de tensão em área de manejo florestal**. 2016. 86 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais e Ambientais) – Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2016. Disponível em: https://tede.ufam.edu.br/handle/tede/5296. Acesso em: 01 ago. 2026.

LORENZI, H. **Árvores Brasileiras, Manual de Identificação e Cultivo de Plantas Arbóreas Nativas do Brasil**. v. 1, 368 p. 2016. Disponível em: https://www.academia.edu/43360606/ARVORES_BRASILEIRAS_ri_Manual_de_Identifica%C3%A7%C3%A3o_e_Cultivo_de_Plantas_Arb%C3%B3reas_Nativas_do_Brasil. Acesso em 07 abr. 2026.

MELO, J. E. *et al*. Classes de densidade para madeiras da Amazônia brasileira. *In:* CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 6., 1990, Campos do Jordão. **Anais...** Campos do Jordão, 1990. v. 3. p. 695-705.

MENUCELLI, J. R. *et al.* Potential of *Hevea brasiliensi*s clones, *Eucalyptus pellita* and *Eucalyptus tereticornis* wood as raw materials for bioenergy based on higher heating value. **BioEnergy Research**, v. 12, n. 4, p. 992-999, 2019. Disponível em: https://link.springer.com/article/10.1007/s12155-019-10041-6. Acesso em: 08 jul. 2026.

MORA, C. R. *et al.* Relationships between acoustic variables and different measures of stiffness in standing *Pinus taeda* trees. **Canadian Journal of Forest Research**, v. 39, n. 8, p. 1421-1429, 2009. Disponível em: https://doi.org/10.1139/X09-062. Acesso em: 03 mai. 2026.

MORAES, V. H. F.; MORAES, L. A. C.; MOREIRA, A. **Cultivo de seringueira com copas enxertadas resistentes ao mal-das-folhas**. Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus, p. 1-44, 2008. Disponível em: https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/668195/1/Doc63A5.pdf. Acesso em: 08 jul. 2026.

MORAES NETO, S. P. Estimativas de Volume de *Pinus caribaea* var. *hondurensis* no Cerrado do Distrito Federal, DF. **Embrapa Cerrados**, Planaltina, p. 1-16, 2009. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Sebastiao-Moraes-Neto/publication/275519855_Estimativas_de_volume_de_Pinus_caribaea_var_hondurensis_no_Cerrado_do_Distrito_Federal_DF/links/553e34250cf20184050ddd36/Estimativas-de-volume-de-Pinus-caribaea-var-hondurensis-no-Cerrado-do-Distrito-Federal-DF.pdf. Acesso em: 05 jul. 2025.

MORETI, D. *et al.* ESTIMATIVAS DE PARÂMETROS GENÉTICOS E GANHOS ESPERADOS COM A SELEÇÃO DE CARACTERES JUVENIS EM PROGÊNIES DE SERINGUEIRA. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 29, n. 7, p. 1099-1109, 1994. Disponível em: file:///C:/Users/Visitantes/Documents/MESTRADO/PROJETO%20DE%20PESQUISA/DEFESA/ARTIGOS/Moreti%20et.%20al%20-%201994.pdf. Acesso em: 08 jun. 2026.

MORI, E. S. **Pomares de sementes florestais**. Série Técnica - IPEF, Piracicaba, v.5, n. 16, p. 1-27, 1988. Disponível em: https://www.ipef.br/publicacoes/stecnica/nr16/cap01.pdf. Acesso em: 10 jul. 2026.

NEWTON, P. F. Quantifying the effects of wood moisture and temperature variation on time-of-flight acoustic velocity measures within standing red pine and jack pine trees. **Forests**, v. 9, n. 9, p. 527, 2018. Disponível em: https://doi.org/10.3390/f9090527. Acesso em: 05 mai. 2025.

OLIVEIRA, E. B.; PINTO JUNIOR, J. E. **O eucalipto e a Embrapa: quatro décadas de pesquisa e desenvolvimento.** Brasília, DF: Embrapa Florestas, cap. 21, 2021. Disponível em: https://www.sidalc.net/search/Record/dig-alice-doc-1131510/Description. Acesso em: 05 mai. 2025.

OLIVEIRA, M. Madeira da borracha. **Revista Pesquisa FAPESP**. ed. 170, p. 74-79, abr. 2010. Disponível em: https://revistapesquisa.fapesp.br/madeira-da-borracha/#:~:text=%E2%80%9CAssim%2C%20n%C3%A3o%20%C3%A9%20nada%. Acesso em: 14 jul. 2026.

OLIVEIRA, J. M. D. *et al.* Quantificação de volume de árvores utilizando cubagem rigorosa, modelo de afilamento e modelo volumétrico. **Agropecuária Científica no Semiárido**, v. 16, n. 3, p. 134-137, 2020. Disponível em: http://dx.doi.org/10.30969/acsa.v16i3.1269. Acesso em: 05 jul. 2026.

OLIVEIRA JUNIOR, E. F. **Determinação das Propriedades físicas e químicas da madeira de *Hevea brasiliensis* em relação ao painel de extração de látex**. 2011. 55 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Faculdade de Ciências Agronômicas da Unesp – Câmpus de Botucatu, Botucatu, 2011. Disponível em: https://repositorio.unesp.br/entities/publication/fe6879ff-beb6-46e7-b782-68a52836e619. Acesso em: 10 jul. 2026.

PAIVA, J. R.; KALIL FILHO, A. N. Melhoramento genético da seringueira**. Informe Agropecuário**, v. 11, n. 121, p. 52-58, 1985. Disponível em: https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/667231/1/Informe.pdf. Acesso em: 20 ago. 2026.

PARRA-SERRANO, L. J. *et al.* Use of *Hevea brasiliensis* rubberwood for glulam beam production. **Floresta e Ambiente**, v. 25, n. 2, p. 1-7, 2018. Disponível em: https://www.scielo.br/j/floram/a/P5Nz8sdFXKZ6py79XFqYNxt/?format=html&lang=en. Acesso em: 18 jul. 2026.

PEREIRA, J. P. Seringueira; formação de mudas, manejo e perspectivas no Noroeste do Paraná. **IAPAR**, Londrina, 1992. Disponível em: https://www.sidalc.net/search/Record/KOHA-OAI-TEST:24471/Description. Acesso em: 05 jun. 2026.

PIMENTEL-GOMES, F.; GARCIA, C. H. **Estatística aplicada a experimentos agronômicos e florestais: exposição com exemplos e orientações para uso de aplicativos**. Piracicaba, SP: FEALQ, 2002.

PRIYADARSHAN, P. M. **Biology of *Hevea* Rubber**. ed. 1, p. 251, 2017. Disponível em: http://dx.doi.org/10.1007/978-3-319-54506-6. Acesso em: 07 abr. 2026.

PROTO, A. R. *et al.* Acoustic evaluation of wood quality with a non-destructive method in standing trees: A first survey in Italy. **iForest-Biogeosciences and Forestry**, v. 10, n. 4, p. 700-706, 2017. Disponível em: https://doi.org/10.3832/ifor2065-010. Acesso em: 05 mai. 2025.

PUPIN, S. *et al.* Parâmetros genéticos para caracteres de crescimento, espessura de casca e densidade básica da madeira em progênies de *Eucalyptus urophylla* S.T. Blake. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v.45, n.115, p. 455-465, 2017. Disponível em: https://www.ipef.br/PUBLICACOES/SCIENTIA/nr115/cap04.pdf. Acesso em: 05 mai. 2026.

QUEIROGA, V. P. *et al.* SERINGUEIRA (*Hevea brasiliensis* [Willd. ex Adr. de Juss.] Muell. Arg.) SISTEMA PRODUTIVO EM ESCALA COMERCIAL E UTILIZAÇÃO. **AREPB**, Campina Grande, ed. 1, p. 1-311, 2024. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/377725687_SERINGUEIRA_Hevea_brasiliensis_Willd_ex_Adr_de_Juss_Muell_Arg_SISTEMA_PRODUTIVO_EM_ESCALA_COMERCIAL_E_UTILIZACAO. Acesso em: 18 jul. 2026.

RAMALHO, M. A. P. *et al*. **Genética na agropecuária**. 6ª ed. ver. Lavras: UFLA, 2021, 508 p. Disponível em: https://www.bibliotecaagptea.org.br/agricultura/agricultura_geral/livros/GENETICA%20NA%20AGROPECUARIA.pdf. Acesso em: 18 mar. 2026.

RESENDE, M. D. V. **Correções nas expressões do progresso genético com seleção em função da amostragem finita dentro de famílias e populações e implicações no melhoramento florestal.** 1991. Disponível em: http://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/282122. Acesso em: 05 abr. 2025.

RESENDE, M. D. Delineamento de experimentos de seleção para maximização da acurácia seletiva e do progresso genético. **Revista Árvore**, v. 19, n. 4, p. 479-500, 1995.

RESENDE, M. D. V. **Genética biométrica e estatística no melhoramento de plantas perenes**. 2002. Disponível em:

http://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/306061. Acesso em: 05 abr. 2025.

RESENDE, M. D. V. **SELEGEN-REML/BLUP: sistema estatístico e seleção genética computadorizada via modelos lineares mistos**. 2007. Disponível em: http://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/290975. Acesso em: 05 abr. 2025

RESENDE, M. D. V. Software Selegen-REML/BLUP: a useful tool for plant breeding. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, v. 16, n. 4, p. 330-339, 2016. Disponível em: https://doi.org/10.1590/1984-70332016v16n4a49. Acesso em: 05 abr. 2025.

RIYAPHAN, J. *et al.* Variability in chemical and mechanical Properties of Pará rubber (*Hevea brasiliensis*) trees. **ScienceAsia**, **Nakhon Pathom**, v. 41, n. 4, p. 251-258, 2015. Disponível em: https://www.scienceasia.org/content/viewabstract.php?ms=5286. Acesso em: 15 jul. 2026.

ROCHA, L. F. *et al.* Histology and induction of rooting in rubber tree cuttings (*Hevea brasiliensis* (Willd. Ex A. Juss.) Müll. Arg.). **Brazilian Journal of Biology**, v. 83, p. 1-9, 2023. Disponível em: https://doi.org/10.1590/1519-6984.274032. Acesso em: 20 jun. 2026.

SAGAFF, S. A. S. *et al.* Emerging and existing major leaf diseases of *Hevea brasiliensis* in Malaysia. **Journal of Current Opinion in Crop Science**, v. 3, n. 1, p. 34-47, 2022. Disponível em: https://doi.org/10.62773/jcocs.v3i1.129. Acesso em: 05 jul. 2026.

SANT'ANNA, I. D. C. *et al.* Genetic diversity associated with natural rubber quality in elite genotypes of the rubber tree. **Scientific Reports**, v. 11, n. 1, p. 1-10, 2021. Disponível em: https://doi.org/10.1038/s41598-020-80110-w. Acesso em: 05 abr. 2025.

SANTOS, H. G., *et al.* **Sistema brasileiro de classificação de solos (5ª ed.)**. Embrapa, 2018.

SANTOS, T. S. *et al.* Growth and wood quality traits in a *Dipteryx alata* Vog. (Fabaceae) progeny and provenance test. **Forest Science**, v. 67, n. 4, p. 468-477, 2021. Disponível em: https://doi.org/10.1093/forsci/fxab010. Acesso em: 05 mai. 2026.

SEBBENN, A. M. *et al.* Parâmetros genéticos na conservação da Cabreúva – *Myroxylon peruiferum* LF Allemão. **Scientia Forestalis**, v. 53, p. 31-38, 1998. Disponível em: http://www.bibliotecaflorestal.ufv.br/handle/123456789/17452. Acesso em: 04 abr. 2025.

SEBBENN, A. M. TAMANHO AMOSTRAL PARA CONSERVAÇÃO EX SITU DE ESPÉCIES ARBÓREAS COM SISTEMA MISTO DE REPRODUÇÃO. **Revista do Instituto Florestal**, São Paulo, v. 15, n. 2, p. 147–162, 2003. Disponível em: https://rif.emnuvens.com.br/revista/article/view/443. Acesso em: 30 jul. 2026.

SILVA, M. P.; VALE, M. L. A. Potenciais usos da madeira de *Hevea brasiliensis* com base na densidade e resistência à compressão paralela às fibras. *In:* Encontro Brasileiro em Madeiras e em Estruturas de Madeira. 18., 2025, Curitiba. **Anais do XVIII EBRAMEM - Encontro Brasileiro em Madeiras e em Estruturas de Madeira,** 2025. p. 2-9. Disponível em: https://static.even3.com/anais/1059576.pdf?v=639256850171141101. Acesso em: 05 mai. 2026.

SOSSOLOTI, O. P. **Variação genética para caracteres silviculturais em uma população de** [*Hevea brasiliensis* **(Willd. ex Adr. de Juss.) Muell.-Arg.]**. 2024. 33 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agronomia) – Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira, 2024. Disponível em: https://repositorio.unesp.br/entities/publication/4298fade-4d14-4afe-a961-d0ea2ec94ee3. Acesso em: 05 jun. 2025.

UNESP - UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA. **Canal Clima UNESP Ilha Solteira**. Ilha Solteira - SP, 2026. Disponível em: http://clima.feis.unesp.br. Acesso em: 19 jul. 2026.

VENCOVSKY, R.; BARRIGA, P. Genética biométrica no fitomelhoramento. **Sociedade Brasileira de Genética**, Ribeirão Preto, 1992. Disponível em: https://bibliotecadigital.infor.cl/handle/20.500.12220/510. Acesso em: 04 abr. 2025.

WALKER, T. D., ISIK, F.; MCKEAND, S. E. Genetic variation in acoustic time of flight and drill resistance of juvenile wood in a large loblolly pine breeding population. **Forest Science**, v. 65, n. 4, p. 469-482, 2019. Disponível em: https://doi.org/10.1093/forsci/fxz002. Acesso em: 05 abr. 2025.

WU, W. *et al.* Ultrahigh-density genetic map construction and identification of quantitative trait loci for growth in rubber tree (*Hevea brasiliensis*). **Industrial Crops and Products**, v.178, 2022. Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2022.114560. Acesso em: 02 abr. 2025.

ZARUMA, D. U. G. **Pomar de sementes por mudas em** *Eucalyptus camaldulensis* e *Hymenaea stigonocarpa***: uma opção para o melhoramento e a conservação genética em espécies arbóreas exóticas e nativas**. 2020. 132 f. Tese (Doutorado em Ciência Florestal) - Faculdade de Ciências Agronômicas da UNESP - Campus de Botucatu, Botucatu, 2020. Disponível em: https://repositorio.unesp.br/entities/publication/3eb3ef81-b99d-43c1-a890-fcf7cd7c214d. Acesso em: 05 jul. 2026.

APÊNDICE A – CROQUI DA ÁREA DO EXPERIMENTO

EXPERIMENTO DE AVALIAÇÃO DE PROGÊNIES DE SERINGUEIRA (*Hevea brasiliensis*) CEDIDAS PELO IAC

PLANTIO: 04 e 05/07/2006; ESPAÇAMENTO: 3 x 3 m; PLANTAS/PARCELA: 10.

R 4				R 3				R 2				R 1			
	5 IAC 35	**23** PB 217	**17** IAC 307		**24** GT1	**23** PB 217	**25** PB 330		**6** 64B 850	**23** PB 217	**21** IAC 44		**25** PB 330	**16** ROI 110	**7** PB 260
	12 IAC 15	**16** ROI 110	**26** FX 3864		**15** IAC 301	**6** 64B 850	**28** FX 2261		**2** IAC 40	**10** RRIM 606	**8** PB 252		**24** GT1	**15** IAC 301	**6** 64B 850
31 IAC 35 Votu	**29** 1-12-56-77	**20** IAN 873	**11** RRIM 701	**31** IAC 35 Votu	**5** IAC 35	**8** PB 252	**20** IAN 873	**34** RRIM 725 Votu	**1** RRIM 600	**26** FX 3864	**30** PIND 595/89	**33** RRIM 725	**23** PB 217	**14** IAC 311	**5** IAC 35
34 RRIM 725 Votu	**25** PB 330	**30** PIND 595/89	**1** RRIM 600	**34** RRIM 725 Votu	**11** RRIM 701	**19** ROI 35	**10** RRIM 606	**32** PB 235 Votu	**3** IAC 41	**27** MT 45	**24** GT1	**31** IAC 35 Votu	**22** PR 261	**13** PB 28/59	**4** PB 235
22 PR 261	**24** GT1	**3** IAC 41	**18** PR 255	**26** FX 3864	**2** IAC 40	**14** IAC 311	**18** PR 255	**28** FX 2261	**15** IAC 301	**22** PR 261	**25** PB 330	**30** PIND 595/89	**21** IAC 44	**12** IAC 15	**3** IAC 41
13 PB 28/59	**10** RRIM 606	**19** ROI 35	**14** IAC 311	**17** IAC 307	**30** PIND 595/89	**16** ROI 110	**9** IRCA 111	**5** IAC 35	**17** IAC 307	**20** IAN 873	**18** PR 255	**29** 1-12-56-77	**20** IAN 873	**11** RRIM 701	**2** IAC 40
15 IAC 301	**2** IAC 40	**27** MT 45	**9** IRCA 111	**3** IAC 41	**7** PB 260	**12** IAC 15	**29** 1-12-56-77	**7** PB 260	**29** 1-12-56-77	**19** ROI 35	**16** ROI 110	**28** FX 2261	**19** ROI 35	**10** RRIM 606	**1** RRIM 600
6 64B 850	**28** FX 2261	**8** PB 252	**32** PB 235 Votu	**13** PB 28/59	**4** PB 235	**27** MT 45	**32** PB 235 Votu	**4** PB 235	**13** PB 28/59	**14** IAC 311	**31** IAC 35 Votu	**27** MT 45	**18** PR 255	**9** IRCA 111	**34** RRIM 725 Votu
7 PB 260	**21** IAC 44	**4** PB 235	**33** RRIM 725	**21** IAC 44	**1** RRIM 600	**22** PR 261	**33** RRIM 725	**12** IAC 15	**9** IRCA 111	**11** RRIM 701	**33** RRIM 725	**26** FX 3864	**17** IAC 307	**8** PB 252	**32** PB 235 Votu

ESTRADA

DADOS CURRICULARES

Eu, Thayná Sayuri Shinohara Alves, sou formada em Engenharia Agronômica pela Faculdade de Engenharia Câmpus de Ilha Solteira – FEIS/UNESP. Atualmente faço parte do Programa de Pós-Graduação em Agronomia da UNESP de Ilha Solteira, especificamente na linha de pesquisa de Genética, Melhoramento Vegetal e Propagação de Plantas.