

Melhoramento genético de eucaliptos subtropicais:  
contribuições para a espécie *Eucalyptus badjensis*





**Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária  
Embrapa Florestas  
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento**

**DOCUMENTOS 325**

**Melhoramento genético de eucaliptos subtropicais:  
contribuições para a espécie *Eucalyptus badjensis***

*Paulo Eduardo Telles dos Santos  
Estefano Paludzyszyn Filho  
Washington Luiz Esteves Magalhães  
Paula Burigo Vandresen*

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

**Embrapa Florestas**

Estrada da Ribeira, km 111, Guaraituba,  
Caixa Postal 319  
83411-000, Colombo, PR, Brasil  
Fone: (41) 3675-5600  
www.embrapa.br/florestas  
www.embrapa.br/fale-conosco/sac

Comitê Local de Publicações da  
Embrapa Florestas

Presidente  
*Patrícia Póvoa de Mattos*

Vice-Presidente  
*José Elidney Pinto Júnior*

Secretário-Executivo  
*Neide Makiko Furukawa*

Membros  
*Álvaro Figueredo dos Santos, Gizelda Maia Rego,  
Guilherme Schnell e Schühli, Ivar Wendling, Luis  
Cláudio Maranhão Froufe, Maria Izabel Radomski,  
Marilice Cordeiro Garrastazu, Valderés Aparecida  
de Sousa*

Supervisão editorial  
*José Elidney Pinto Júnior*

Revisão de texto  
*José Elidney Pinto Júnior*

Normalização bibliográfica  
*Francisca Rasche*

Projeto gráfico da coleção  
*Carlos Eduardo Felice Barbeiro*

Editoração eletrônica  
*Neide Makiko Furukawa*

Fotos capa e texto  
*Paulo Eduardo Telles dos Santos*

**1ª edição**

Versão digital (2018)

**Todos os direitos reservados.**

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte,  
constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)**

*Embrapa Florestas*

---

Melhoramento genético de eucaliptos subtropicais: contribuições para a  
espécie *Eucalyptus badjensis*. [recurso eletrônico] / Paulo Eduardo  
Telles dos Santos ... [et al.]. - Colombo : Embrapa Florestas, 2018.  
95 p. : il. color. - (Documentos / Embrapa Florestas, ISSN 1980-  
3958 ; 325)

Modo de acesso: World Wide Web:

<<http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/handle/item/221>>

1. Melhoramento genético vegetal. 2. Pesquisa florestal. 3. Manejo  
florestal. 4. Produção de madeira. 5. Adaptabilidade. I. Santos,  
Paulo Eduardo dos. II. Paludzyszyn Filho, Estefano. III. Magalhães,  
Washington, Luiz Esteves. IV. Vandresen, Paula Burigo. V. Série.

CDD (21. ed.) 634.97342

## Autores

### **Paulo Eduardo Telles dos Santos**

Engenheiro-agrônomo e Engenheiro florestal, doutor em Genética e Melhoramento de Plantas, pesquisador da Embrapa Florestas, Colombo, PR

### **Estefano Paludzyszyn Filho**

Engenheiro-agrônomo, doutor em Genética Vegetal, pesquisador da Embrapa Florestas, Colombo, PR

### **Washington Luiz Esteves Magalhães**

Engenheiro químico, doutor em Ciências e Engenharia de Materiais, pesquisador da Embrapa Florestas, Colombo, PR

### **Paula Burigo Vandresen**

Engenheira florestal, Mestre em Ciências Florestais, supervisora de Pesquisa e Qualidade da Celulose Irani S.A., Vargem Bonita, SC



## Apresentação

Nos 40 anos de existência da Embrapa Florestas, pesquisas envolvendo o gênero *Eucalyptus* estiveram presentes praticamente na totalidade de sua linha de tempo. Inicialmente com foco exclusivo no melhoramento genético, participou logo após a sua fundação da introdução de germoplasmas com potencial de adaptação à região Sul do Brasil. Nos primórdios, pode-se dizer que as atenções praticamente se concentraram em zelar pela sobrevivência dos materiais no campo. Porém, à medida que os anos foram passando e os materiais se desenvolvendo, novas oportunidades foram surgindo, tais como a condução de estudos comparativos de desempenho silvicultural entre os diversos materiais, ampliação do conhecimento sobre a biologia reprodutiva e caracterização da madeira objetivando seu uso como matéria-prima para diversos fins. Em pouco mais de uma década de existência, a Embrapa Florestas já havia disseminado por todo o País por volta de 12 espécies, parte significativa delas vinculadas a um projeto de melhoramento que ficou conhecido nacionalmente como “Projeto *Eucalyptus*”. Em paralelo, o volume de conhecimento acumulado nos mais variados temas aumentou enormemente. Essa forte presença trouxe benefícios incontestáveis ao setor florestal e estimulou a estruturação de novas parcerias.

No atual estágio das pesquisas, consideráveis esforços têm sido feitos em prol da disponibilização de produtos tecnológicos na forma de cultivares seminais e clonais, atestando a maturidade dos trabalhos e a importância de parceiros privados nas fases de seleção e multiplicação. Dentre as espécies de eucaliptos subtropicais que participam desse processo, *E. badjensis* tem se mostrado bastante promissora, pela destacada tolerância a geadas e pelo elevado potencial produtivo de madeira.

Com o intuito de reunir informações disponíveis na literatura técnica e científica, somadas àquelas provenientes de documentos internos que foram elaborados ao longo do tempo e da experiência acumulada em trabalhos recentes desenvolvidos, especialmente pelos melhoristas de eucalipto da Unidade, juntamente com seus parceiros, foi elaborada a presente publicação, centrada na espécie *E. badjensis*, a qual certamente retrata a grande dedicação de profissionais da Empresa e colaboradores externos na busca de soluções e na divulgação dos resultados alcançados.

*Sérgio Gaiad*

Chefe Adjunto de Pesquisa e Desenvolvimento



## Sumário

1	Introdução .....	9
2	Generalidades sobre a espécie .....	9
3	Introduções de material genético no Brasil pela Embrapa e empresas .....	15
4	Estabelecimento de parcerias regionais .....	26
5	Clima e solo dos locais de experimentação .....	29
6	Ameaças potenciais associadas a fatores biológicos .....	29
7	Melhoramento genético e propagação .....	29
7.1	Caracteres prioritários .....	30
7.2	Seleção, referenciamento e fenotipagem de matrizes .....	30
7.3	Produção de sementes melhoradas .....	58
7.4	Estratégia clonal .....	65
7.4.1	Enxertia .....	65
7.4.2	Estaquia .....	74
7.4.3	Alporquia .....	82
8	Benefícios silviculturais e tecnológicos alcançados .....	86
9	Desafios e perspectivas .....	86
10	Considerações finais .....	87
	Agradecimentos .....	88
	Referências .....	88
	Anexos .....	91



## 1 Introdução

Os plantios de eucalipto localizados em altitudes elevadas do Sul do Brasil diferem das demais regiões produtoras nacionais pelo restrito número de materiais genéticos disponíveis comercialmente. Como os germoplasmas invariavelmente devem ser adaptados para suportar frios intensos associados a quedas bruscas de temperatura e geadas de forte intensidade, há limitações em termos de opções para a produção de madeira. As suas utilizações são diversificadas, muito embora haja prevalência para fins energéticos na forma direta (combustão da madeira como lenha ou transformada em cavaço) e para a obtenção de peças roliças destinadas a usos gerais dentro e fora das propriedades rurais.

Graças a iniciativas pioneiras efetuadas pela Embrapa Florestas, diversas unidades experimentais de três espécies de eucalipto potenciais foram implantadas há pouco mais de três décadas em várias localidades da região Sul, a maioria delas mediante o estabelecimento de parcerias com empresas privadas. O objetivo primordial da rede de pesquisa era fornecer indicativos seguros sobre adaptação às condições de solo e clima e potencial produtivo de madeira, de modo a orientar esforços subsequentes na estruturação de programas de melhoramento genético.

Nesse contexto, a Celulose Irani S.A. foi uma das empresas que demonstrou grande interesse em participar dos trabalhos, tendo sido contemplada com germoplasmas das espécies *E. viminalis*, *E. dunnii* e *E. badjensis*, todas elas tipicamente de clima subtropical (temperado) em suas regiões de ocorrência natural. Com isso, foram criadas oportunidades para se obter avanços em termos de produtividade e qualidade de madeira, bem como de padrão silvicultural, para as novas plantações florestais de eucalipto que fossem estabelecidas na região de atuação da empresa e em outras zonas semelhantes em termos de ambiente. As expectativas foram se concretizando como resultado dos ganhos obtidos por meio do melhoramento genético e pelo aprimoramento de práticas operacionais.

A formação de plantações florestais com eucaliptos praticada em regiões propensas a fortes geadas está, portanto, grandemente vinculada à utilização de sementes melhoradas de duas a três espécies e de algumas poucas cultivares clonais, neste caso, quando muito, de somente duas espécies.

O presente documento tem o propósito de recapitular as principais contribuições da Embrapa, bem como relatar de forma mais esmiuçada possíveis procedimentos, tentativas e resultados atrelados às pesquisas conduzidas durante os vários anos de atividade nos temas. A espécie abordada no conteúdo deste é *Eucalyptus badjensis*, ainda pouco conhecida no âmbito da silvicultura de eucaliptos no Brasil, mas que em contrapartida apresenta alto potencial produtivo de madeira.

A elaboração do presente conteúdo se tornou possível graças ao registro de informações na forma de relatórios técnicos, imagens fotográficas e um pormenorizado esforço de ordenamento de resultados gerados por processamento de medições geradas por inventários de campo, análises de amostras de naturezas as mais diversas em laboratórios especializados e anotações gerais. Com isso, pretende-se que não se perca um dos mais preciosos componentes para a continuidade das pesquisas: informação confiável e devidamente documentada.

## 2 Generalidades sobre a espécie

A Austrália é o sexto maior país do globo, sendo também conhecido como “Ilha Continente” devido à sua destacada dimensão (7,69 milhões de km<sup>2</sup>). A Federação é formada por sete estados (Austrália Ocidental - Western Australia, Território do Norte - Northern Territory, Austrália Meridional

- South Australia, Queenslândia - Queensland, Nova Gales do Sul - New South Wales, Vitória - Victoria e Tasmânia - Tasmania) e alguns territórios, compondo uma área que representa a maior parte da Oceania. A superfície do país perpassa por diversas latitudes ( $10^{\circ}41'$  a  $43^{\circ}38'$  Sul) e longitudes ( $113^{\circ}09'$  a  $153^{\circ}38'$  Leste), conforme pode ser visualizado na Figura 1. Em termos de relevo, há forte predomínio de planícies de baixa elevação, com extremo inferior de -15 m (Lago Eyre) e superior de 2.228 m (Monte Kosciuszko) (Year Book Australia, 2012).



**Figura 1.** Mapa político da Austrália com as respectivas denominações dos estados, assim como o georreferenciamento do país em termos de coordenadas geográficas.

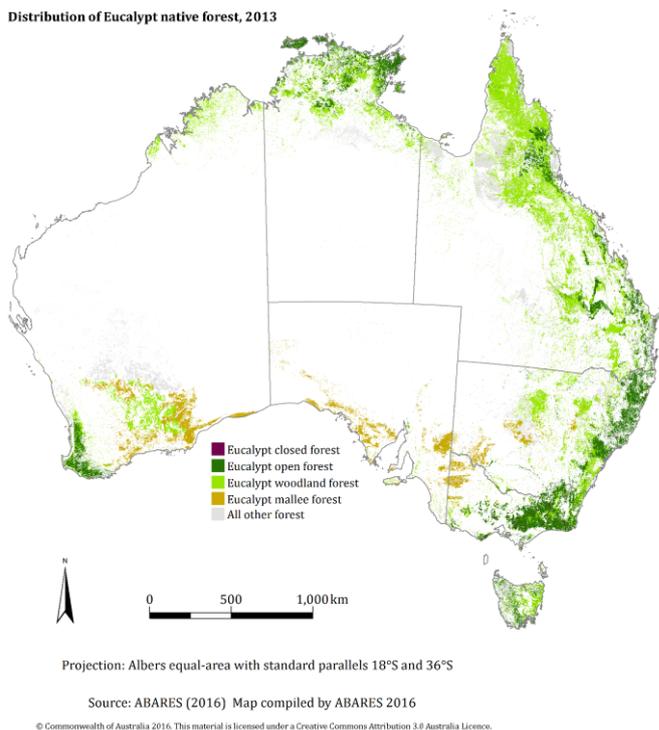
Fonte: Guia... (2018).

Por sua vez, em sua evolução, o gênero *Eucalyptus* (incluindo nesse contexto também o gênero *Corymbia*) disseminou-se amplamente ao longo de uma larga faixa contornando o país, resultando numa ampla distribuição geográfica (Figura 2). A Austrália detém a maior biodiversidade desse gênero no mundo, o que acaba por refletir numa forte adaptação em sua evolução a um considerável sortimento de tipos climáticos e suas variantes.

Na literatura científica australiana *E. badjensis* é conhecida popularmente como “Big Badja Gum”, em alusão a um monte proeminente, de 1.363 metros de altitude, que está situado proximo à região de ocorrência natural, denominado Big Badja Hill. Por sua vez, essa elevação no relevo está localizada na borda oeste do Parque Nacional Deua, localizado na região dos Tabuleiros do Sul de Nova Gales do Sul, Austrália (Wikipedia, 2017).

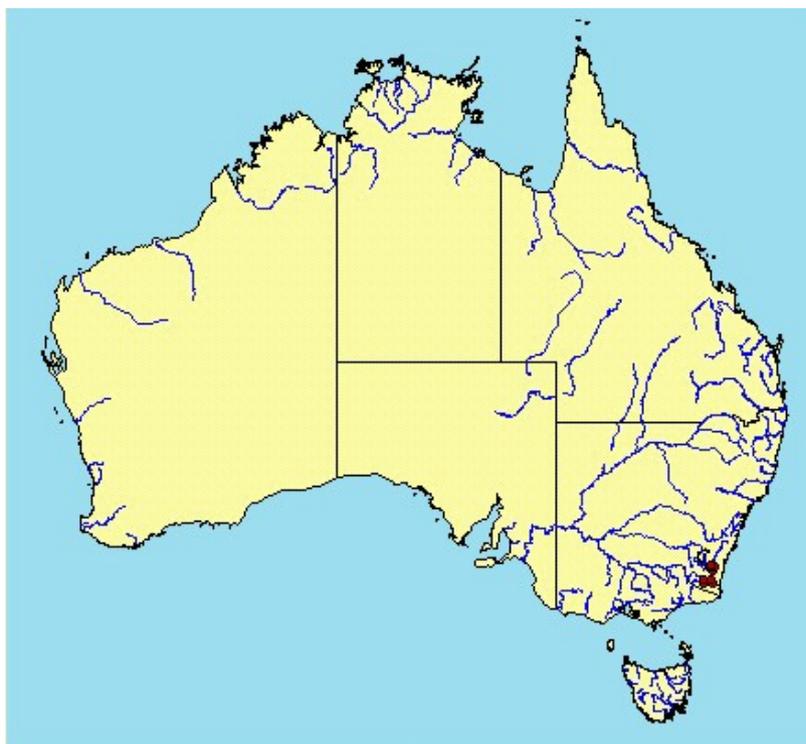
A espécie apresenta uma distribuição bastante restrita no sudeste de Nova Gales do Sul nas elevações situadas na margem leste dos Tabuleiros do Sul e particularmente na escarpa costeira da chamada Montanha Marrom, situada meridionalmente como o Monte Darragh. A distribuição natural ocorre em áreas sujeitas à queda de neve durante o inverno (Boland et al., 1984). A representação das zonas de ocorrência natural de *E. badjensis*, especificamente, encontra-se na Figura 3.

Segundo Boland et al. (1984), *E. badjensis* é caracterizada como tendo distribuição geográfica bastante restrita na Austrália, sendo que suas populações naturais concentram-se na porção sudeste do estado de Nova Gales do Sul, ocupando uma faixa latitudinal de apenas  $36^{\circ}00'S$  a  $36^{\circ}45'S$  e altitudinal de 800 m a 1.200 m. Nessa região, o clima é frio e subúmido, sendo que as médias das temperaturas máximas do mês mais quente variam de  $22^{\circ}C$  a  $25^{\circ}C$  e as médias das temperaturas mínimas



**Figura 2.** Mapa da Austrália contendo a distribuição das fitofisionomias florestais definidas por especialistas para o gênero *Eucalyptus*.

Fonte: Australian Bureau of Agricultural and Resource Economics (2016).



**Figura 3.** Mapa da Austrália contendo em destaque na cor vermelha as áreas de ocorrência natural de *E. badjensis*.

Fonte: *Eucalypts badjensis* (2015).

do mês mais frio variam de 0 °C a -4 °C. Quanto à ocorrência de geadas, os autores afirmam que podem ultrapassar 100 eventos por ano. A precipitação pluviométrica média anual oscila entre 800 mm e 1.200 mm, distribuídos de forma relativamente uniforme ao longo do ano. Finalmente, em termos de solos, nos melhores sítios a espécie pode ser encontrada esparsamente vegetando em Podzóis (Espodosolos, de acordo com Santos et al. (2013)), havendo, contudo, predomínio de sua ocorrência em solos de forte limitação como é o caso dos Litólicos (Neossolos Litólicos, de acordo com Santos et al. (2013)), que são rochosos e pedregosos e com fraca diferenciação entre horizontes.

Na região Sul do Brasil (latitudes situadas entre os paralelos 24° e 30° Sul e altitudes acima de 750 metros), as espécies de eucaliptos tradicionalmente plantadas em áreas sujeitas a geadas de forte intensidade são *Eucalyptus benthamii* e *E. dunnii*. Também se cultiva *E. viminalis*, a despeito das limitações silviculturais e de qualidade da madeira para usos múltiplos, tendo como uma das poucas características favoráveis a comprovada tolerância ao frio. O fato é que, ao se deparar com a oferta de materiais genéticos que agreguem tolerância a baixas temperaturas, reprodutibilidade por via clonal e usos múltiplos da madeira, um número restrito de alternativas encontra-se disponível para plantios de áreas situadas em regiões sujeitas a frios de forte intensidade, durante a estação de inverno. Com base nessa realidade e em face do desempenho silvicultural sob rigorosas condições de frio ocorrido nos últimos 15 anos, especialmente em 2000, 2004, 2008, 2010 e 2013, com mínimas absolutas de até -12 °C, *E. badjensis* apresenta-se como uma alternativa viável, cujo melhoramento genético reveste-se de grande interesse para torná-lo uma opção adicional frente às atualmente disponíveis.

Na condição de plantação florestal, portanto, a espécie é indicada para regiões de clima subtropical a temperado com temperaturas mínimas absolutas de até -12 °C, desde que as plantas sejam submetidas a condições de aclimação prévia e de abaixamento gradual de temperatura na estação fria. Para o seu pleno desenvolvimento, é preferível efetuar o plantio no início estação da primavera em locais sob condições de temperatura média anual entre 13 °C e 17 °C. Responde melhor ao crescimento em solos de média a alta fertilidade, de textura média à argilosa. Em solos arenosos, cuja fertilidade natural é limitada, tende a apresentar sinais de má adaptação (gomose e pau-preto).

Comparativamente a outras espécies de eucalipto plantadas em condições climáticas similares, o germoplasma de *E. badjensis* introduzido em Santa Catarina destaca-se em termos de taxa de crescimento, conforme pode ser visualizada na Tabela 1, cujos resultados referem-se a valores de médias de indivíduos de melhor desempenho.

**Tabela 1.** Incrementos Médios Anuais (IMA) para Diâmetro à Altura do Peito (DAP), Altura (Alt) e Volume de Madeira (Vol) obtidos a partir de diferentes germoplasmas plantados em localidades geograficamente próximas situadas nos estados de Santa Catarina (SC) e Rio Grande do Sul (RS) e submetidos a condições climáticas assemelhadas entre si.

Germoplasmas	Nº de árvores avaliadas	Idade (anos)	Localidades	IMA		
				DAP (cm)	Alt (m)	Vol (m³)
<i>E. dunnii</i>	32	16 e 17	Irani, SC	2,74	2,44	0,12
<i>E. grandis</i>	35	17 a 20	Erval Grande, RS e Concórdia, SC	3,09	2,54	0,21
<i>E. badjensis</i>	39	17	Campina da Alegria, SC	3,30	2,16	0,27
<i>E. viminalis</i>	20	17	Vargem Bonita, Irani e Campina da Alegria, SC	2,80	1,50	0,14

Ressalta-se que a silvicultura de eucaliptos na região Sul do Brasil representa pouco mais de 12% do total da área plantada no País, estimada em 5,674 milhões de hectares no ano de 2016 (Indústria Brasileira de Árvores, 2017). Os levantamentos realizados nesse ano indicam 308.178 hectares plantados no estado do Rio Grande do Sul, 116.240 hectares em Santa Catarina e 294.050 hectares no Paraná. Nessa região, a madeira produzida tem sido utilizada predominantemente pela indústria de celulose e papel, seguida pelo segmento energético, este último representado principalmente por lenha e cavaco. As plantações destinadas à fabricação de celulose/papel estão situadas em zonas menos sujeitas a frios intensos. Já os plantios para produção de lenha encontram-se disse-

minados numa gama de situações, sendo bastante comum estarem situados em regiões muito frias e de elevadas altitudes. A madeira para fins energéticos tem sido utilizada preponderantemente na secagem de grãos para fins de armazenagem, na geração de vapor para uso industrial e na manufatura de itens de construção civil em olarias e cerâmicas. Uma parcela menor vem sendo transformada em carvão vegetal para consumo doméstico, o mesmo acontecendo com a lenha destinada ao aquecimento de habitações e preparo de alimentos. Em regiões de climas subtropicais, deve-se considerar também a recorrência na substituição de parte dos plantios de pinus por eucaliptos, condicionada por fatores econômicos e praticada tanto por empresas florestais verticalizadas como por produtores rurais, repercutindo na necessidade de se dispor de materiais genéticos produtivos e adaptados para atender, segundo as possibilidades, a demanda extra de madeira.

Nas localidades com cultivos comerciais de eucaliptos situadas no domínio do bioma Mata Atlântica, a principal causa de redução de produtividade e mortalidade de plantas é o estresse térmico advindo de baixas temperaturas. O efeito deste componente abiótico difere em intensidade dependendo do nível de tolerância ao frio do germoplasma, da altitude da área, da conformação do relevo e do grau de exposição à radiação solar.

Uma das vantagens apresentadas pela espécie *E. badjensis* é a facilidade de brotação de touças, conforme observações realizadas no Brasil e também segundo relatos publicados a partir de trabalhos conduzidos na África do Sul (Little; Gardner, 2003; Swain; Gardner, 2003). Em regimes de rotações múltiplas, como é comum em plantações destinadas ao uso energético, essa habilidade constitui uma grande vantagem no sistema de manejo silvicultural conhecido como talhadia simples. Quanto ao potencial na fabricação de celulose, tem sido reportada a adequação da espécie, conforme citado por Swain e Gardner (2003) e Thompson (2012), ampliando as possibilidades de uso da madeira proveniente de plantações.

Estudos conduzidos pelo Institute for Commercial Forestry Research (ICFR) na África do Sul, em uma série de ensaios de interação entre espécies e sítios revelaram que as propriedades da madeira de *E. badjensis* são promissoras para a produção de polpa, superando *E. nitens*, em termos de rendimento, e ficando abaixo apenas de *E. smithii*. Considerando a existência de diferenças significativas entre procedências para crescimento e propriedades de polpa verificada em ensaios de melhoramento, há potencial para melhorar esses caracteres por meio da seleção de genótipos (Swain, 2014).

A Tabela 2 ilustra as diferenças encontradas entre espécies avaliadas na África do Sul para alguns caracteres tecnológicos da madeira relativas ao processo de polpação.

**Tabela 2.** Resultados de densidade básica da madeira (DB) e de rendimento em polpa (RP) para eucaliptos avaliados no ensaio de interação entre espécies e sítios instalado pelo ICFR na localidade de Draycott, África do Sul (Gardner, 2001).

Espécie	Densidade básica - DB (kg/m <sup>3</sup> )	Variação da DB (kg/m <sup>3</sup> )	Rendimento em polpa - RP (%)	Variação do RP (%)
<i>E. smithii</i>	586,3	527,0 - 617,6	47,37	45,5 - 48,6
<i>E. nitens</i>	553,9	487,5 - 677,2	43,46	41,7 - 44,3
<i>E. macarthurii</i>	569,0	466,8 - 678,4	43,23	41,3 - 47,5
<i>E. badjensis</i>	539,7	436,3 - 645,8	45,30	43,1 - 46,9
<i>E. benthamii</i>	515,9	428,1 - 598,6	42,80	40,2 - 45,4

Observação: Idade de nove anos.

Por outro lado, ainda no contexto da produção industrial de polpa celulósica, num estudo efetuado no Chile, por Carrillo et al. (2018), objetivando comparar sete materiais genéticos de eucaliptos com seis anos de idade, quanto às propriedades estruturais e termoquímicas da madeira e da holocelulose, a espécie *E. badjensis* apresentou os mais baixos valores para cristalinidade, por via da refração de raios-X, e valores intermediários para degradação térmica da celulose. Também foi a espécie que apresentou as densidades mais baixas ( $420 \pm 21 \text{ kg/m}^3$ ) e o menor teor de alfa-celulose ( $48,5\% \pm 0,3\%$ ). Considerando os resultados obtidos, ao menos para os referidos parâmetros, *E. badjensis* foi a espécie de menor aptidão para atender esse propósito de utilização. Nesse mesmo estudo, para a composição química da madeira foram determinados os seguintes valores para seus constituintes: glucanas -  $51,7\% \pm 0,3\%$ ; xilanas -  $11,1\% \pm 0,6\%$ ; lignina -  $25,2\% \pm 0,4\%$ ; extrativos -  $2,4\% \pm 0,3\%$ . O teor de holocelulose encontrado foi de  $69,0\% \pm 1,0\%$ .

Diante de resultados divergentes como os apresentados para polpação, é factível afirmar que não se dispõe até o momento de um volume de resultados suficientemente representativo para uma gama de condições ambientais e situações silviculturais que permita dizer sobre a real aptidão da espécie para um determinado fim.

Quanto à utilização industrial da madeira para a fabricação de papel, ao se avaliar as características das fibras no sentido longitudinal da madeira em árvores de sete anos de idade, ficou demonstrado que para a espécie, os resultados ficaram abaixo do esperado para o coeficiente de flexibilidade, o que resulta no aumento da rigidez, dificultando a união entre as fibras. Por outro lado, o índice de Runkel, a fração parede e o índice de enfiletramento apresentaram valores satisfatórios. Os autores concluíram que as fibras apresentam características anatômicas desejáveis para a produção de celulose e papel, sendo, no entanto, necessários estudos complementares (Vieira et al., 2017).

Em outro estudo anatômico, desta vez efetuado com amostras de madeira obtidas de árvores com seis anos de idade, foram mensurados o comprimento das fibras, o comprimento dos elementos de vaso, os diâmetros total e do lúmen das fibras e a espessura da parede das fibras. Constatou-se que o comprimento dos elementos de vaso e o comprimento das fibras próximo à região da medula foram menores e maiores próximo à casca, o mesmo acontecendo com a espessura da parede das fibras. Para o diâmetro total da fibra e diâmetro do lúmen foram observados menores valores na medula e não houve variação entre as posições próxima à casca e intermediária (Gonçalves et al., 2017).

A espécie foi também estudada quanto à manufatura de painéis de madeira aglomerada, tendo sido determinada, a partir de amostras de árvores com seis anos de idade, diversas características da matéria-prima, tais como densidade, composição química, geometria das partículas e também propriedades tecnológicas dos painéis, abrangendo neste contexto propriedades físicas e mecânicas. Os valores encontrados no estudo foram os seguintes: densidade básica -  $476 \text{ kg/m}^3$ ; teor de holocelulose -  $70,73\%$ ; teor de lignina -  $24,63\%$ ; teor de extrativos -  $4,02\%$ ; teor de cinzas -  $0,59\%$ . Para os painéis manufaturados, os valores encontrados para as avaliações realizadas foram: índice de esbeltez - 21,08; razão de planicidade - 7,09; área superficial - 81,86; densidade aparente -  $601 \text{ kg/m}^3$ ; razão de compactação - 1,26; teor de umidade -  $9,42\%$ ; absorção de água em 2 horas -  $50,9\%$ ; absorção de água em 24 horas -  $69,3\%$ ; inchamento em espessura em 2 horas -  $17,6\%$ ; inchamento em espessura em 24 horas -  $20,2\%$ ; tração perpendicular - 0,58 MPa; módulo de elasticidade à flexão estática - 1.282,90 MPa; módulo de ruptura à flexão estática - 15,80 MPa; arrancamento de parafuso (topo) - 1.523,93 N; arrancamento de parafuso (superfície) - 1.642,50 N. Concluiu-se que a madeira de *E. badjensis*, tanto na forma pura como em mistura com pinus, apresenta potencial para produção de aglomerados, mostrando propriedades superiores ou equivalentes aos painéis

de pinus, sendo contudo necessários ajustes no processo produtivo dos painéis, principalmente em relação à densidade e aplicação de redutores de higroscopicidade (Pereira et al., 2017).

Para as utilizações não-madeireiras, observou-se um bom potencial de *E. badjensis* na exploração de compostos fenólicos e óleo essencial para aplicações farmacológicas e industriais, com um nível de produção de 4% de 1,8-cineol (teor superior a 80%) na hidro-destilação de folhas secas provenientes de uma planta adulta coletada em Colombo, PR (Antônio, 2011). Nessa mesma temática, num estudo conduzido na Argentina com diversas espécies e híbridos de eucaliptos, entre os quais figuravam *E. badjensis* e o híbrido *E. badjensis* x *E. nitens*, óleos essenciais extraídos por meio de hidrodestilação de folhas coletadas em plantas de 10 anos de idade mostraram efeito tóxico sobre formas adultas da mosca-de-chifre, um inseto cuja larva representa um sério problema de ordem sanitária devido ao exoparasitismo causado em gado bovino. Os compostos 1,8-cineol,  $\alpha$ -pineno,  $\alpha$ -terpineol, 4-terpineol e p-cimeno foram as substâncias predominantemente recuperadas na destilação, sendo que detectou-se que 1,8-cineol foi o responsável pela atividade tóxica fumigante causada às moscas devido à volatilidade dos terpenóides presentes em sua composição (Juan et al., 2011).

Curiosamente, dentre as espécies de eucalipto relatadas como as primeiras a terem árvores descascadas por macaco-prego (*Sapajus nigritus*), figura *E. badjensis*. Nessa espécie, os registros foram efetuados em plantios de oito anos de idade pertencentes à empresa Celulose Irani S.A. localizados em Santa Catarina (Liebsch; Mikich, 2015).

Com base nos resultados apresentados e demais considerações técnicas relatadas percebe-se, portanto, que a espécie *E. badjensis* vem recebendo atenção da comunidade científica em alguns países do mundo, angariando interesse de pesquisadores de nações que têm expressão no cultivo de eucaliptos, tais como Brasil, Argentina, Chile e África do Sul, havendo prevalência de estudos relativos ao uso como fonte de matéria-prima para conversão industrial em polpa, papel e chapas reconstituídas.

### 3 Introduções de material genético no Brasil pela Embrapa e empresas

A Embrapa participou diretamente da introdução de material genético de *E. badjensis* no Brasil, tendo importado em 1995 amostras de sementes da espécie por intermédio da empresa Kylisa Seeds Pty. Ltd., com sede na Austrália. Na ocasião, foram remetidas ao País um total de 60 progênies de polinização aberta, sendo 20 progênies da procedência geográfica Glenbog, NSW - Austrália (latitude 36°29'00"S, longitude 149°19'00"L e altitude 1.100 m) e 40 progênies da procedência geográfica Badja State Forest, NSW - Austrália (latitude 36°02'08"S, longitude 149°34'00"L e altitude 1.000 m), além de um lote adicional na forma de *bulk* das matrizes colhidas na população de Badja S.F.

As fichas originais de coleta do material (Tabelas 3 e 4) apresentam informações sobre porte e forma das matrizes colhidas nas duas localidades.

Um resumo da composição do germoplasma e demais detalhes do ambiente pertinentes às duas procedências de *E. badjensis* avaliadas em condições brasileiras encontra-se na Tabela 5.

**Tabela 3.** Identidade (ID) e dados das matrizes da procedência Glenbog, NSW, Austrália.

ID da matriz	Altura (m)	DAP (cm)	Nota para forma	ID da matriz	Altura (m)	DAP (cm)	Nota para forma
1	20	64	4	11	20	38	3
2	25	72	5	12	25	58	4
3	20	66	3	13	21	68	2
4	18	54	2	14	15	47	2
5	22	56	4	15	25	68	4
6	35	88	5	16	35	75	3
7	40	100	3	17	26	28	1
8	35	68	4	18	18	46	4
9	25	70	3	19	21	58	3
10	41	105	4	20	24	81	3
				<b>Média</b>	25,6	65,5	3,3

Observação: Notas para forma: 1 - muito ruim (10% das plantas segundo o padrão geral da espécie em sua área de distribuição natural); 2 - abaixo da média (20%); 3 - média (40%); 4 - acima da média (20%); 5 - elite (10%).

**Tabela 4.** Identidade (ID) e dados das matrizes da procedência Badja S.F., NSW, Austrália.

ID da matriz	Altura (m)	DAP (cm)	Nota para forma	ID da matriz	Altura (m)	DAP (cm)	Nota para forma
1	Nd	Nd	Nd	21	Nd	Nd	Nd
2	Nd	Nd	Nd	22	Nd	Nd	Nd
3	Nd	Nd	Nd	23	Nd	Nd	Nd
4	Nd	Nd	Nd	24	Nd	Nd	Nd
5	Nd	Nd	Nd	25	Nd	Nd	Nd
6	Nd	Nd	Nd	26	Nd	Nd	Nd
7	Nd	Nd	Nd	27	Nd	Nd	Nd
8	Nd	Nd	Nd	28	Nd	Nd	Nd
9	Nd	Nd	Nd	29	18	36	2
10	Nd	Nd	Nd	30	26	34	3
11	Nd	Nd	Nd	31	28	56	3
12	Nd	Nd	Nd	32	30	41	2
13	Nd	Nd	Nd	33	35	55	4
14	Nd	Nd	Nd	34	42	140	2
15	Nd	Nd	Nd	35	43	105	2
16	Nd	Nd	Nd	36	42	110	3
17	Nd	Nd	Nd	37	37	62	2
18	Nd	Nd	Nd	38	39	57	2
19	Nd	Nd	Nd	39	27	56	4
20	Nd	Nd	Nd	40	43	67	5
				<b>Média</b>	34,2	68,3	2,8

Observação: Notas para forma: 1 - muito ruim (10% das plantas segundo o padrão geral da espécie em sua área de distribuição natural); 2 - abaixo da média (20%); 3 - média (40%); 4 - acima da média (20%); 5 - elite (10%). Nd - não disponível.

No Brasil, os registros da experimentação coordenada pela Embrapa se restringem unicamente a três localidades: Campina da Alegria (denominação distrital de antiga vila estruturada pela empresa Celulose Irani S.A. para abrigar seus empregados, pertencente ao município de Vargem Bonita, Estado de Santa Catarina) e Ponte Serrada, município este também situado em Santa Catarina e,

finalmente, Ponta Grossa, localizado no Estado do Paraná. Vargem Bonita e Ponte Serrada situam-se no meio oeste de Santa Catarina, inseridos na formação conhecida pela denominação Serra Geral. Ponta Grossa situa-se geograficamente na parte centro-oriental do Paraná, posicionada no Segundo Planalto Paranaense, região dos Campos Gerais.

**Tabela 5.** Características geográficas, climáticas e edáficas das procedências de *E. badjensis* introduzidas no Brasil.

Procedência geográfica	Nº de progênies	Latitude (S)	Longitude (L)	Altitude (m)	Caracterização do solo	Nº médio de geadas por ano	Temperatura mínima absoluta (°C)
<i>Glenbog</i>	20	36°29'	149°19'	1.162	Limo-argilosos avermelhados	82	-12
<i>Badja State Forest</i>	40	36°02'	149°34'	1.000	Limo-argilosos marrom-avermelhados	82	-12

Fonte: fichas descritivas fornecidas pelo agente exportador das amostras de sementes para o Brasil (Kylisa Seeds Pty Ltd.).

O experimento instalado em Campina da Alegria continha o conjunto completo de 60 progênies de polinização aberta das duas procedências - *Glenbog* e *Badja State Forest*. Foram utilizadas dez repetições e parcelas lineares de seis plantas, aplicando-se o espaçamento de 3 m x 2 m. Foi utilizada bordadura dupla ao redor do experimento. O experimento foi instalado em janeiro de 1996 e a área total do mesmo totalizou 2,2 ha. Recebeu a denominação de População P5 no âmbito da parceria Embrapa-Celulose Irani S.A.

Os resultados das análises correspondentes às avaliações efetuadas em idades precoces, para crescimento e sobrevivência, nos experimentos instalados no formato de Teste de Procedências/Progênies nas localidades de Vargem Bonita, SC e Ponta Grossa, PR foram apresentados por Higa et al. (2002), conforme constam na Tabela 6.

**Tabela 6.** Sobrevivência, desenvolvimento e controle genético para caracteres de crescimento em DAP e Altura, no primeiro e no terceiro ano para progênies plantadas em Vargem Bonita, SC e, no segundo e no terceiro ano, para progênies plantadas em Ponta Grossa, PR.

Variável	Vargem Bonita, SC				Ponta Grossa, PR			
	1 ano		3 anos		2 anos		4 anos	
	G	B	G	B	G	B	G	B
DAP (cm)	-	-	9,63	8,49	8,02	8,71	14,30	15,36
$h^2_{DAP}$ (%)	-	-	-	0,50	0,00	0,01	29,19	16,01
Altura (m)	3,30	3,28	10,58	9,20	8,61	9,29	16,03	16,56
$h^2_{Altura}$ (%)	11,70	8,60	1,80	0,30	0,00	0,06	41,70	19,47
Sobrevivência (%)	97,00	97,30	96,30	96,80	75,20	76,30	70,10	73,60

Observação: G = Procedência Glenbog e B = Procedência Badja State Forest.

As coordenadas geográficas da localidade de Vargem Bonita (Campina da Alegria) são: latitude 26°52'05,1" Sul; longitude 51°48'47,5" Oeste; altitude 1.020 metros em relação ao nível médio do mar. Por sua vez, as coordenadas geográficas do local de experimentação em Ponta Grossa são: latitude 25°09'29,1" Sul; longitude 50°05'33,8" Oeste; altitude 832 metros em relação ao nível médio do mar. O clima em ambas as localidades é, segundo a classificação de Köppen, do tipo temperado quente (Cfb). Segundo os autores (Higa et al., 2002), as duas procedências apresentaram crescimentos em DAP e altura semelhantes.

Em Ponta Grossa, o Teste de Procedências/Progênes foi plantado em março de 1996 e ocupa uma área de 3 hectares. Nessa localidade existe ainda um talhão experimental, plantado em janeiro de 1998 e que ocupa uma área de 10 hectares, que fora manejado para ser transformado numa Área de Coleta de Sementes com Matrizes Seleccionadas (ACS-MS). Ambas as áreas se mantêm até hoje, a despeito de inúmeros eventos de incêndios que ficaram fora de controle, o que acabou comprometendo a sobrevivência das árvores mais fortemente atingidas pelas chamas.

Uma População-Base de Melhoramento, formada pela mistura das duas procedências citadas anteriormente, foi também instalada em 1996 no município de Ponte Serrada, SC pela empresa Celulose Irani S.A., ocupando uma área aproximada de 10 ha. Esse plantio apresenta um padrão silvicultural muito bom, tendo sido submetido a três desbastes, sendo o primeiro deles aos quatro anos de idade e o último aos 21 anos de idade. As coordenadas geográficas desta última unidade são: latitude 26°49'15.36" Sul; longitude 51°49'55.51" Oeste; altitude 1.095 metros em relação ao nível médio do mar. Nas duas localidades catarinenses o tipo climático é o mesmo (Cfb). Para esta área foi adotada a denominação População P6.

Ainda no município de Vargem Bonita, SC foi implantado em dezembro de 2014, sob iniciativa da empresa Celulose Irani S.A., um teste de progênes na Fazenda Marrecas (Gleba São Francisco), cujo delineamento experimental fora concebido pela Embrapa. Os germoplasmas, importados pela empresa, são provenientes das mesmas procedências geográficas da introdução anterior. O experimento contém 40 tratamentos (26 progênes de Glenbog State Forest e 14 progênes de Badja State Forest, a partir da coleta de sementes em árvores de populações naturais). Foi instalado em terreno favorável (Nitossolo Bruno Distroférrico) e constatou-se alta sobrevivência inicial das mudas.

O experimento foi instalado segundo o delineamento blocos completos ao acaso, contendo seis repetições, parcelas lineares de sete plantas, as quais foram arranjadas espacialmente no campo sob o espaçamento 2,5 m entrelinhas e 2,5 m entre plantas. As respectivas áreas foram as seguintes: "parcela" - 43,75 m<sup>2</sup>; "bloco" - 1.750 m<sup>2</sup>; "útil do experimento" - 7.000 m<sup>2</sup> e "total do experimento" - 8.775 m<sup>2</sup>. As coordenadas geográficas do local de experimentação são: latitude 26°50'55,7" Sul; longitude 51°48'20,5" Oeste; altitude 1.030 metros em relação ao nível médio do mar. Este módulo recebeu a denominação População P7.

Decorridos oito meses desde o plantio, o experimento encontrava-se com excelente sobrevivência, apresentando crescimento compatível com a idade. As árvores mais vigorosas apresentavam à época dois metros de altura. Após um ano e 10 meses de instalação no campo observou-se boa sobrevivência, notando-se algum efeito de danos por geada nas copas das plantas situadas nas cotas de posição mais baixa do terreno, porém restrito a poucos exemplares. A mortalidade devido a causas diversas manteve-se dentro do esperado. Em geral, o material selvagem importado de *E. badjensis* apresentou-se bastante heterogêneo por ocasião dessa avaliação, havendo baixa ocorrência de árvores com potencial de aproveitamento no programa de melhoramento devido à prevalência de plantas de forma ruim e com excesso de galhos desde a base do fuste.

A pretendida avaliação precoce para crescimento, sanidade e caracteres silviculturais, de modo a permitir a seleção de genótipos candidatos à clonagem em escala experimental, foi descartada em função do fraco desempenho silvicultural do material. Caso houvesse a presença de árvores que correspondessem aos critérios de seleção, o manejo mediante corte rente ao solo de plantas jovens seria mais favorável à emissão de brotações face ao estado juvenil das plantas. Em idades mais avançadas há, contudo, possibilidade de ser encontrada uma ou outra árvore contendo caracteres desejáveis que justifiquem esforços para resgate do genótipo para fins de clonagem e inserção no programa de melhoramento.

Com base no que fora relatado, pode-se afirmar que a espécie se encontra representada no Brasil por apenas duas procedências: Glenbog e Badja. Além disso, as avaliações se restringem a poucas localidades situadas em Santa Catarina e no Paraná.

O aspecto geral das unidades experimentais, antigas e novas, existentes em Santa Catarina e no Paraná, pode ser visualizado na sequência das Figuras 4 a 8.



**Figura 4.** Teste de Procedências/Progenies (P5) instalado em janeiro de 1996 na Fazenda Aroeira (Vargem Bonita, SC), pertencente à Celulose Irani. Idade: 22 anos.



**Figura 5.** Talhão Experimental instalado em janeiro de 1996 na Fazenda Pinho (Ponte Serrada, SC), pertencente à Celulose Irani, manejado para constituir População-Base de Melhoramento (P6). Idade: 22 anos.



**Figura 6.** Teste de Procedências/Progenies (P7) instalado em dezembro de 2014 na Fazenda Marrecas (Vargem Bonita, SC), pertencente à Celulose Irani. Idade: 2 anos e 8 meses.



**Figura 7.** Talhão Experimental instalado em janeiro de 1998 na Fazenda Modelo (Ponta Grossa, PR), pertencente à Embrapa, manejado para constituir ACS-MS. Idade: 7 anos.



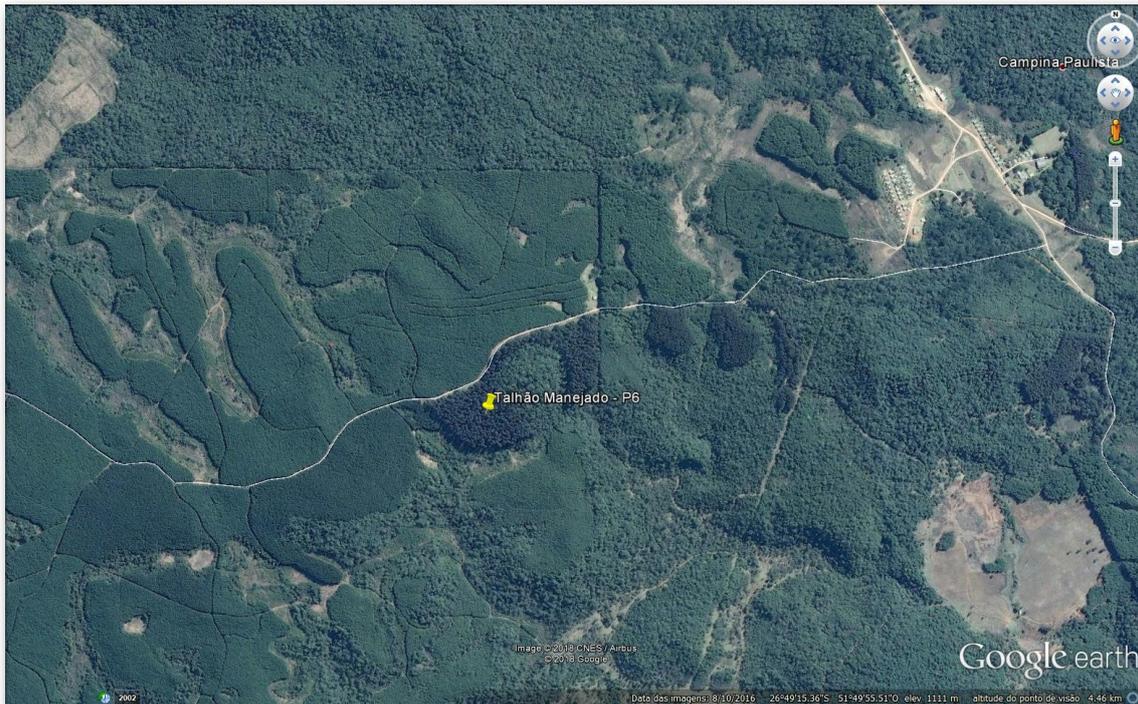
**Figura 8.** Teste de Procedências/Progênes instalado em março de 1996 na Fazenda Modelo (Ponta Grossa, PR), pertencente à Embrapa. Idade: 12,5 anos.

As Figuras 9, 10 e 11 mostram, por sua vez, a localização geográfica e os posicionamentos na paisagem das áreas que contém as glebas que correspondem às Populações P5, P6 e P7 de *E. badjensis* pertencentes à empresa Celulose Irani S.A. nos municípios sob sua atuação. Da mesma forma, a Figura 12 mostra a localização e o posicionamento das áreas de *E. badjensis* existentes na Fazenda Modelo da Embrapa, município de Ponta Grossa, PR.



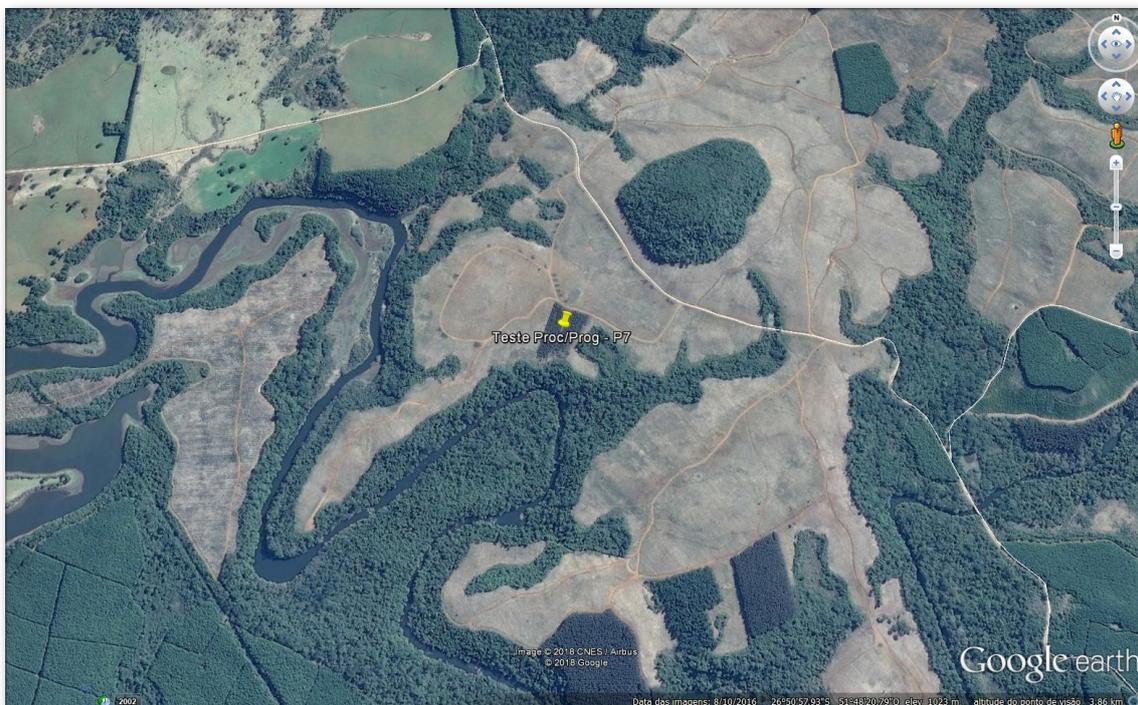
**Figura 9.** Localização do talhão localizado na Fazenda Aroeira (Vargem Bonita, SC) correspondente à População P5 de *E. badjensis* (Latitude 26°52'02.70"S, Longitude 51°48'47.16"O, Altitude 1.017 m).

Fonte: Imagem: Google Earth (08/10/2016).



**Figura 10.** Localização do talhão localizado na Fazenda Pinho (Ponte Serrada, SC) correspondente à População P6 de *E. badjensis* (Latitude 26°49'15.36"S, Longitude 51°49'55.51"O, Altitude 1.111 m).

Fonte: Imagem: Google Earth (08/10/2016).



**Figura 11.** Localização do talhão localizado na Fazenda Marrecas (Vargem Bonita, SC) correspondente à População P7 de *E. badjensis* (Latitude 26°50'57.93"S, Longitude 51°48'20.79"O, Altitude 1.023 m).

Fonte: Imagem: Google Earth (08/10/2016).



**Figura 12.** Localização dos talhões localizados na Fazenda Modelo (Ponta Grossa, PR) correspondentes ao Teste de Procedências/Progenies e ACS-MS de *E. badjensis* (Latitude 25°09'25.89"S, Longitude 50°05'15.58"O, Altitude 847 m).

Fonte: Imagem: Google Earth (26/09/2017).

Aos 17 anos de idade, o Teste de Procedências/Progenies de Vargem Bonita foi novamente avaliado, desta vez numa condição silvicultural bem diferente em função de dois desbastes realizados, o primeiro aos quatro anos de idade e o segundo aos oito anos de idade. Um total de 279 genótipos foram mensurados para diâmetro à altura do peito (DAP), altura total (Alt) e volume real do fuste com casca (Vol), sendo os dados das variáveis submetidos independentemente a análises estatístico-genéticas pelo programa Selegen/REML-BLUP. As médias gerais encontradas para DAP, Alt e Vol foram 45,17 cm, 33,30 m e 2,84 m<sup>3</sup>, respectivamente. No caso do agrupamento formado somente pelas árvores selecionadas, os valores médios para DAP, Alt e Vol se elevaram para 56,12 cm, 36,68 m e 4,59 m<sup>3</sup>, respectivamente (Tabela 7).

As Figuras 13 a 16 ilustram o aspecto das matrizes que foram definidas para a realização dos trabalhos de melhoramento genético com a espécie.

**Tabela 7.** Resultados de estatísticas descritivas e de incrementos médios anuais (IMAs) obtidos para cada um dos caracteres estudados, considerando todas as árvores do experimento e o agrupamento formado por árvores selecionadas somente (*E. badjensis*, 17 anos de idade, Campina da Alegria, SC).

Atributo	Caracteres		
	DAP (cm)	Alt (m)	Vol (m <sup>3</sup> )
..... População original .....			
Média (N = 279)	45,17	33,30	2,84
Maior valor	67,50	42,00	7,01
Menor valor	27,70	21,90	0,81
Amplitude	39,80	20,10	6,20
Desvio padrão	8,41	3,54	1,25
IMA	2,66	1,96	0,17
..... Árvores selecionadas .....			
Média (N = 39)	56,12	36,68	4,59
Maior valor	67,50	42,00	7,01
Menor valor	45,80	29,10	2,68
Amplitude	21,70	12,90	4,33
Desvio padrão	4,95	2,75	0,99
IMA	3,30	2,16	0,27

N = tamanho da amostra.



**Figura 13.** Matriz nº 11 do Teste de Procedências/ Progênes (P5) instalado em janeiro de 1996 na Fazenda Aroeira, da Celulose Irani. Idade: 17 anos. DAP: 52,2 cm. À direita aspecto da casca, do tipo rugosa (mais frequente).



**Figura 14.** Matriz nº 11 do Teste de Procedências/ Progênes (P5) instalado em janeiro de 1996 na Fazenda Aroeira, da Celulose Irani. Idade: 17 anos. Altura: 37,2 m. Aspectos da parte intermediária e da copa.



**Figura 15.** Matriz nº 44 do Teste de Procedências/ Progênes (P5) instalado em janeiro de 1996 na Fazenda Aroeira, da Celulose Irani. Idade: 17 anos. DAP: 54,1 cm. À direita aspecto da casca, do tipo lisa (menos frequente).



**Figura 16.** Matriz nº 44 do Teste de Procedências/Progênes (P5) instalado em janeiro de 1996 na Fazenda Aroeira, da Celulose Irani. Idade: 17 anos. Altura: 38,1 m. Aspectos da parte intermediária e da copa.

Com base na avaliação de crescimento efetuada no Teste de Procedências/Progênes instalado em 1996 em Campina da Alegria, SC, Santos et al. (2015) determinaram uma série de parâmetros genéticos úteis para a estruturação do programa de melhoramento (Tabela 8). As estimativas dos coeficientes de variação genética individual ( $\widehat{CV}_{gi}$  (%)), para DAP, Alt e Vol foram 12,59%, 5,91% e 26,51%, suficientes para sustentar o avanço de geração de melhoramento genético. Coeficientes de herdabilidade individual dos efeitos aditivos ( $\hat{h}_a^2$ ), foram também estimados, sendo encontrados

**Tabela 8.** Estimativas de parâmetros genéticos para os caracteres diâmetro à altura do peito (DAP), altura total (Alt) e volume de madeira (Vol) em progênes de *E. badjensis* avaliadas aos 17 anos de idade no município de Campina da Alegria, SC.

Parâmetros da avaliação genética		Caracteres		
		DAP	Alt	Vol
$\sigma_a^2$	Variância genética aditiva	32,340	3,876	0,565
$\sigma_{parc}^2$	Variância ambiental entre parcelas	2,841	1,967	0,075
$\sigma_{pop}^2$	Variância genética entre populações	4,837	0,264	0,080
$\sigma_e^2$	Variância residual	32,955	6,330	0,857
$\sigma_f^2$	Variância fenotípica individual	72,973	12,437	1,577
$\hat{h}_a^2$	Herdabilidade dos efeitos aditivos	0,443 ± 0,226	0,312 ± 0,189	0,358 ± 0,203
$C_{parc}^2$	Coef. de determinação dos efeitos de parcelas	0,039	0,158	0,048
$C_{pop}^2$	Coef. de determinação dos efeitos de populações	0,066	0,021	0,051
$CV_{gi}$ (%)	Coef. de variação genética aditiva individual	12,590	5,912	26,511
$CV_{gp}$ (%)	Coef. de variação genotípica entre progênes	6,295	2,956	13,255
$CV_e$ (%)	Coef. de variação residual	7,788	5,624	18,947
Média geral	45,17 cm	33,30 m	2,84 m <sup>3</sup>	

Nota: número de observações = 279.

os seguintes valores para as variáveis descritas: 0,44, 0,31 e 0,36. Estabelecida a classificação das árvores pelo critério de valor genético aditivo ( $\mu+a$ ), posteriormente foi efetuada, para fins de seleção definitiva, a comprovação visual no campo da superioridade dos genótipos candidatos quanto à taxa de crescimento, sendo ainda considerados como critérios adicionais de escolha a sanidade e a forma do fuste. Essa etapa culminou com a escolha de 39 matrizes de 25 progênies distintas, sendo quatro provenientes da procedência Glenbog e 35 da procedência Badja State Forest. Apesar do teste da razão de verossimilhança restrita (LRT) ter evidenciado diferenças significativas entre progênies para DAP e Vol, entre procedências não houve significância estatística para os três caracteres de crescimento, indicando que as progênies poderiam ser agrupadas para formar uma única população de melhoramento (Tabela 9).

**Tabela 9.** Efeitos dos componentes do modelo matemático-estatístico utilizado na análise de deviance dos dados fenotípicos de diâmetro à altura do peito (DAP), Alt e Volume (Vol) em progênies de *E. badjensis* avaliadas aos 17 anos de idade em Vargem Bonita, SC.

Efeito	Deviance			LRT <sup>1</sup>		
	DAP	Alt	Vol	DAP	Alt	Vol
Progênies	1.437,36	971,57	410,86	5,83*	1,88ns	4,11*
Procedências	1.434,20	970,24	408,74	2,67ns	0,55ns	1,99ns
Parcelas	1.431,62	970,93	406,92	0,09ns	1,24ns	0,17ns
Resíduo	-	-	-	-	-	-
Modelo completo	1.431,53	969,69	406,75			

Efeito	Componente da variância			Coeficiente de determinação (C <sup>2</sup> )		
	DAP	Alt	Vol	DAP	Alt	Vol
Progênies	72,973**	12,437**	1,5775ns	0,443	0,312	0,358
Procedências	4,840*	0,261ns	0,081ns	0,066	0,021	0,051
Parcelas	2,888ns	1,941ns	0,077ns	0,041	0,158	0,050
Resíduo	-	-	-	0,449	0,509	0,540
Modelo completo				1,000	1,000	1,000

Significâncias do teste de  $X^2$  (Qui-quadrado): 3,84 (5%) e 6,63 (1%).

<sup>1</sup> Teste da razão da verossimilhança restrita.

\*\* Significativo a 1% de probabilidade pelo teste de Qui-quadrado.

\* Significativo a 5% de probabilidade pelo teste de Qui-quadrado.

ns Não significativo pelo teste de Qui-quadrado.

Os resultados encontrados indicaram possibilidade de se conseguirem ganhos genéticos consideráveis, a despeito do valor e do amplo intervalo de confiança para  $\hat{h}_a^2$  (coeficiente de herdabilidade no sentido restrito em nível de plantas individuais ou dos efeitos aditivos). Os coeficientes de variação experimentais ( $\widehat{CV}_e$  (%)) podem ser considerados, de acordo com Garcia (1989) e Pimentel-Gomes e Garcia (2002), citados por Santos et al. (2015), como sendo de baixa magnitude para as três variáveis, indicando adequado controle ambiental e boa exatidão das estimativas. Os coeficientes de variação genética individual ( $\widehat{CV}_{gi}$  (%)) e demais atributos descritivos das variáveis para o conjunto das 279 árvores também demonstram que o germoplasma possui potencial condizente para o melhoramento, apresentando valores que indicam perspectivas satisfatórias de ganhos em termos de crescimento. Salienta-se que o material em questão se encontra em geração sem qualquer grau de melhoramento genético, representada por sementes provenientes de árvores que estavam crescendo livremente em regiões de ocorrência natural da espécie na Austrália (Glenbog e Badja S.F.) e, portanto, ainda no estado selvagem.

De modo geral, portanto, o germoplasma estudado atende satisfatoriamente a condução de um programa de melhoramento genético, abrindo perspectivas promissoras em termos de uma alternativa a mais de cultivo voltada para produtores de madeira interessados em utilizar eucalipto tolerante a invernos rigorosos e, portanto, sujeitos a frequentes geadas, muitas delas de forte intensidade.

Os ganhos de seleção esperados para a geração seguinte em plantio comercial fazendo-se uso de sementes obtidas a partir da recombinação genética dessas 39 árvores selecionadas foram 4,85 cm; 1,05 m e 0,63 m<sup>3</sup> para DAP, Alt e Vol, respectivamente. Os valores dos diferenciais de seleção ( $ds$ ), dos ganhos em termos absolutos ( $\hat{G}_s$ ) e percentuais [ $\hat{G}_s(\%)$ ], assim como as médias esperadas da população melhorada, são apresentados na Tabela 10.

**Tabela 10.** Ganhos de seleção absolutos e relativos para cada uma das três variáveis consideradas no estudo (DAP, altura total e volume de madeira) e novas médias esperadas para a população melhorada (*E. badjensis*, 17 anos de idade, Vargem Bonita, SC).

Atributo	Caracteres		
	DAP	Alt	Vol
Média da população original sem seleção	45,17 cm	33,30 m	2,84 m <sup>3</sup>
Média das árvores selecionadas	56,12 cm	36,68 m	4,59 m <sup>3</sup>
$ds$	10,95 cm	3,38 m	1,75 m <sup>3</sup>
$\hat{h}_a^2$	0,443	0,312	0,358
$\hat{G}_s$	4,85 cm	1,05 m	0,63 m <sup>3</sup>
$\hat{G}_s(\%)$	10,74	3,17	22,06
Média da população melhorada	50,02 cm	34,35 m	3,47 m <sup>3</sup>

Não foram efetuados cálculos de ganhos com base em valores genotípicos pela inviabilidade até o presente momento de serem obtidos clones diretamente das matrizes no campo.

Pelas estimativas obtidas pode-se depreender que existem reais perspectivas de se incorporar incrementos representativos para taxa de crescimento, particularmente para DAP e volume de madeira, ao se utilizarem sementes oriundas da recombinação dessas matrizes na futura formação de povoamentos, desde que sejam estabelecidos nas mesmas condições ambientais do experimento e sob as mesmas técnicas silviculturais.

Como primeiro ativo tecnológico finalizado gerado pelo trabalho de melhoramento genético tem-se a cultivar seminal denominada BRSCI 9601 Expoente, cujos detalhes que culminaram com a sua inscrição no Registro Nacional de Cultivares (RNC) do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa) encontram-se no item Anexos (página 91).

O número oficial de registro no RNC do Mapa é 34393. Os detalhes para consulta pública relativos à cultivar encontram-se disponíveis no seguinte endereço: [http://sistemas.agricultura.gov.br/snpc/cultivarweb/cultivares\\_registradas.php](http://sistemas.agricultura.gov.br/snpc/cultivarweb/cultivares_registradas.php).

## 4 Estabelecimento de parcerias regionais

Em sua história, a Embrapa Florestas desenvolveu uma série de trabalhos de pesquisa com germoplasmas de espécies florestais exóticas (coníferas e folhosas). Houve a instalação, por meio de

contratos de parceria, de um grande número de experimentos que foram avaliados e manejados ao longo do tempo. Os módulos promissores constituem até hoje um repositório de variabilidade para a condução de programas de melhoramento para atender variados propósitos de utilização da madeira.

Em meados da década de 1980, por exemplo, em função da implementação do “Projeto *Eucalyptus*” em âmbito nacional e sob a coordenação técnica da Embrapa Florestas, firmaram-se parcerias com empresas privadas, universidades, instituições de pesquisa florestal (Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais (Ipef) e Instituto Florestal do Estado de São Paulo (IF)) e, em alguns casos, com empresários do agronegócio. Especificamente na região Sul do Brasil, houve particular interesse em se avaliar germoplasmas da espécie *E. viminalis*, a qual havia sido contemplada na expedição de coleta de material genético de eucaliptos em 1983-84 empreendida na Austrália mediante a cooperação firmada com a Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization (CSIRO).

A empresa Celulose Irani S.A., com atuação nos municípios catarinenses de Vargem Bonita (incluindo-se aqui o distrito de Campina da Alegria), Irani, Ponte Serrada e Catanduvas, foi uma das empresas que participaram do referido Projeto.

Dessa forma, portanto, graças ao mútuo interesse viabilizado na forma de cooperação técnica entre a Embrapa Florestas e a Celulose Irani S.A., procedeu-se em 1986 o repasse, pela Embrapa, de uma vasta coleção de materiais genéticos de *E. viminalis* para serem avaliados em condições representativas de plantio da Empresa na região. Seguindo-se na cronologia e levando-se em conta os precedentes favoráveis da parceria firmada, uma segunda introdução foi efetuada em 1993 e privilegiou *E. dunnii*. O terceiro e último repasse de germoplasma foi realizado em 1995-96 e constituiu na introdução de procedências/progênes de *E. badjensis*. Mediante essas introduções a empresa incorporou em sua base de germoplasmas as três espécies prioritárias de eucaliptos para a condução de pesquisas, viabilizando assim a obtenção de respostas dentro de um intervalo de tempo compatível com o desenvolvimento dos materiais no campo.

Após 30 anos desde o início das pesquisas em parceria, comprovou-se adequada adaptação e potencial produtivo de madeira para determinadas procedências geográficas dessas espécies. Particularmente para *E. badjensis*, as constatações feitas atualmente são indicativas de um excelente potencial, praticamente inexplorado em programa de melhoramento genético. A espécie demonstra suportar baixas temperaturas durante o inverno, associadas a geadas de forte intensidade, situações estas bastante comuns nas altitudes superiores a 1.000 metros dos altiplanos catarinenses. Além do aspecto adaptativo frente ao rigor climático, fica evidente a excelente capacidade de produção de madeira, tendo ainda a vantagem de as árvores apresentarem boa forma do tronco e promissoras características silviculturais. Num primeiro momento e com base em avaliações visuais do germoplasma, vislumbrou-se aptidão para fins energéticos e obtenção de peças roliças de madeira.

Durante os anos que se seguiram, as ações de pesquisa se concentraram no acompanhamento do desenvolvimento em campo. Ao atingirem a maturidade, o interesse recíproco na realização de estudos mais pormenorizados culminou com o estabelecimento de um novo contrato de cooperação técnica e financeira, atendendo as exigências jurídicas das partes e organizando, mediante um plano operativo, as atividades técnicas a serem desenvolvidas durante o tempo de vigência (2013 a 2019). O Projeto foi denominado “Melhoramento de Eucaliptos para as Condições Pedoclimáticas do Planalto Catarinense”, estando registrado no Sistema Embrapa de Gestão (SEG) pelo código 03.17.00.048.00.00.

Em linhas gerais, o Projeto foi estruturado com base na premissa de gerar benefícios em curto, médio e longo prazo, partindo-se do pressuposto de combinar de forma sinérgica competências, facilidades e recursos. Os citados benefícios poderiam ser traduzidos como melhoria na produção de matéria-prima (qualidade e quantidade), como também aqueles decorrentes da disponibilização ao mercado de insumos tecnológicos (sementes melhoradas e clones). Dessa forma, produtores rurais e outros interessados teriam acesso a novas alternativas para a formação de povoamentos florestais comerciais, beneficiando a cadeia produtiva de madeira da região Sul como um todo.

Para a consecução das pretensões contidas no Projeto, propôs-se empregar técnicas e metodologias de comprovada eficácia em diversas linhas de pesquisa, tais como melhoramento, propagação e tecnologia da madeira. A infraestrutura, capacitação humana e demais facilidades a serem disponibilizadas pelas partes tenderiam a gerar um efeito multiplicativo na execução das atividades de campo e laboratório, abreviando tempo e promovendo o uso racional dos recursos financeiros previstos.

Como produtos advindos do presente Projeto estavam previstos disponibilização de materiais melhorados na forma de sementes e clones, avanços metodológicos e aumento do conhecimento geral de espécies de eucaliptos de clima subtropical. Os resultados gerados seriam divulgados por meio de publicações técnico-científicas e demais instrumentos de comunicação.

O objetivo geral do projeto foi enunciado da seguinte forma: “reunir esforços de recursos físicos, humanos e materiais para promover pesquisas de melhoramento genético de eucaliptos de clima subtropical visando obter produtos tecnológicos na forma de cultivares que atendam múltiplos usos da madeira”.

Quanto aos objetivos específicos, foram destacados:

- Efetuar o melhoramento genético de *E. badjensis* e *E. viminalis*.
- Investigar propriedades da madeira para usos múltiplos em *E. badjensis* e *E. viminalis*.
- Desenvolver protocolos de clonagem para *E. badjensis* e *E. viminalis*.
- Formar unidades produtoras de sementes para *E. badjensis* e *E. viminalis*.
- Selecionar genótipos de *E. badjensis* e *E. viminalis* com aptidão a se tornarem clones comerciais.
- Efetuar a conservação genética de germoplasmas estratégicos.

Decorridos vários anos desde a iniciativa de se introduzir material genético, pode-se dizer que foram obtidos avanços significativos em termos de conhecimento geral sobre a silvicultura da espécie, melhoria da qualidade genética de suas sementes para estabelecimento de plantações comerciais e também do potencial de uso de sua madeira. A clonagem da espécie mostrou-se até o momento constituir-se uma grande dificuldade, não se obtendo êxito no contexto da obtenção de clones experimentais derivados das matrizes escolhidas sob alta intensidade de seleção. Houve relativo sucesso apenas no uso da técnica de enxertia aplicada com a finalidade de estabelecer Pomar Clonal de Sementes (PCS) reunindo as matrizes resgatadas do Teste de Procedências/ Progenies (População P5) e da População-Base de Melhoramento (População P6), ambos situados em Santa Catarina.

## 5 Clima e solo dos locais de experimentação

O clima em Vargem Bonita, SC (Campina da Alegria) e em Ponte Serrada, SC é, segundo a classificação de Köppen, do tipo temperado quente (Cfb), com grande número de horas de frio acumuladas durante o inverno. As localidades estão incluídas na Região Bioclimática 1 do Estado de Santa Catarina, segundo Embrapa (1988). Quanto à precipitação pluviométrica, o total anual é de 2.030 mm (Estação Climatológica de Irani, SC, bem distribuída ao longo das estações e tornando os períodos secos ocasionais, havendo sempre diferença positiva entre a média mensal de chuva e a evapotranspiração potencial (Wrege et al., 2011). O risco de geadas é alto, em decorrência da posição meridional e da altitude local (Santa Catarina, 1958). O relevo da região é tipicamente suave ondulado a ondulado.

Em levantamentos efetuados em áreas da empresa pela Embrapa Florestas em 2013 (relatório interno, não publicado), o solo foi classificado como sendo Nitossolo Bruno Aluminoférrico Latossólico, apresentando horizonte A húmico e textura muito argilosa.

Em Ponta Grossa, PR, o clima também é do tipo temperado quente (Cfb) e o total anual de precipitação é de 1.500 mm, com distribuição regular ao longo dos meses do ano e sem apresentar deficiência hídrica em qualquer mês (IAPAR, 1994). Por se situar na Região Bioclimática 1 do Estado do Paraná, a incidência de geadas é praticamente certa, variando de 1 a 40 eventos por ano. As temperaturas médias anuais variam de 15 °C a 19 °C e as mínimas absolutas variam entre -5 °C e -10 °C (Carpanezzi, 1986). O solo das duas glebas de experimentação nessa localidade foi classificado pela Embrapa como sendo Latossolo Vermelho Distrófico típico, apresentando horizonte A moderado e textura média.

## 6 Ameaças potenciais associadas a fatores biológicos

Não têm sido constatados prejuízos econômicos decorrentes de ataque de pragas (psilídeo-de-concha, psilídeo-de-ponteiro, coleobrocas, lagartas desfolhadoras e vespa-da-galha), doenças foliares (ferrugem e *Ceratocystis*) ou de tronco (cancros causados por *Cryphonectria* e *Coniothyrium*) nas condições climáticas e geográficas consideradas. Na Fazenda Modelo da Embrapa em Ponta Grossa, PR foi constatado no ano de 2009 a presença do percevejo bronzeado em árvores adultas, tão logo os primeiros alertas de presença do inseto em território brasileiro foram anunciados.

Na África do Sul existem relatos que *E. badjensis* é susceptível a *Phytophthora*, agente causal de podridão radicular, sendo que a espécie não deve ser plantada em solos aonde haja ocorrência desse fungo. Também é reportada a presença de larvas do besouro *Gonipterus scutellatus* causando desfolhamento de brotos apicais jovens (Swain, 2014).

## 7 Melhoramento genético e propagação

Pode-se afirmar seguramente que a Embrapa e a sua parceira de pesquisa Celulose Irani foram as entidades pioneiras nos esforços de introdução e melhoramento genético da espécie *E. badjensis* no Brasil, detendo o controle de germoplasmas oriundos de duas procedências australianas. Todos os materiais introduzidos se encontravam praticamente no estado selvagem, uma vez que as árvo-

res provedoras das sementes estavam vegetando em seu habitat natural e foram definidas visualmente como matrizes somente com base em avaliação para crescimento e forma.

## 7.1 Caracteres prioritários

Os atributos de interesse considerados prioritários no programa de melhoramento da espécie *E. badjensis* foram classificados em quatro categorias, conforme segue:

- Características silviculturais das árvores: retidão do fuste, quantidade e espessura de galhos, circularidade na base e sanidade geral.
- Caracteres de crescimento das árvores: DAP, altura e volume de madeira, os quais refletem suas taxas de crescimento.
- Caracteres tecnológicos da madeira para polpação e carvoejamento: densidade básica, poder calorífico superior, teor de lignina Klason, teor de lignina solúvel, teor de açúcares, teor de extrativos, teor de cinzas.
- Caracteres tecnológicos da madeira para processamento mecânico: módulo de resistência à compressão, cisalhamento, tração, dureza, retração volumétrica.

Esse conjunto de atributos atende a grande maioria das necessidades buscadas nas árvores e das aplicações pretendidas a partir da madeira produzida.

## 7.2 Seleção, referenciamento e fenotipagem de matrizes

O trabalho de identificação das 50 melhores árvores da População P5 (Teste de Procedências/ Progênes) levou em consideração uma série de procedimentos, iniciados desde o momento em que foi feita a caracterização fenotípica de cada um dos 364 indivíduos vivos presentes na área.

A caracterização fenotípica consistiu na avaliação do crescimento (circunferência à altura do peito - CAP e altura total), forma do fuste, ramificação, circularidade na base e ainda registro de ocorrência de gomose/pau preto. Posteriormente, com base nos resultados obtidos pelo software Selegen REML/BLUP para o caráter volume (cujos valores para processamento foram calculados convertendo-se CAP em diâmetro à altura de peito - DAP, mantendo-se a altura total e atribuindo-se 0,5 como fator de forma), foram pré-selecionados os 50 melhores indivíduos em termos de valor genético aditivo, os quais foram posicionados em destaque no mapa de campo.

Essas providências preliminares permitiram referenciar no campo as árvores candidatas de modo a facilitar o percurso no experimento para comprovação da superioridade das referidas árvores. Uma vez completada a checagem, observou-se que houve necessidade de descartar alguns indivíduos pré-selecionados por valor genético aditivo, como era de se esperar, por ter sido considerado naquele momento apenas o crescimento de forma isolada, ao passo que foi aproveitada a oportunidade de se incluir outros indicadores que apresentavam qualificação dentro dos padrões desejáveis.

A desqualificação de árvores ocorreu por conta de critérios fenotípicos cujas avaliações mostraram-se altamente comprometedoras, como por exemplo forma do fuste muito ruim, ramificação fora de padrões aceitáveis e, ou presença de gomose/pau preto. Essa etapa de campo foi finalmente completada por meio da identificação, mediante o uso de plaquetas plásticas numeradas (1 a 50) mais faixa de cor azul circundando todo o perímetro do fuste, das 50 árvores estratégicas para a continuidade dos trabalhos de melhoramento genético, as quais ficaram distribuídas da seguinte

forma: a) 28 matrizes até a 50ª posição na classificação geral e, portanto, situadas dentro do delineamento experimental (sendo 4 da procedência Glenbog, 22 da procedência Badja S.F. e 2 da Testemunha - mistura ou *bulk* de progênies de Glenbog); b) 15 matrizes classificadas abaixo da 50ª colocada pelo Selegen, as quais ocuparam as seguintes posições na classificação geral: 56, 57, 61, 66, 67, 68, 79, 82, 84, 94, 96, 114, 126, 128 e 131 (destas, 2 da procedência Glenbog e 13 da procedência Badja S.F., todas igualmente situadas dentro do delineamento) e c) 7 matrizes situadas na bordadura (procedência desconhecida). Todas essas árvores foram fotografadas.

Por sua vez, na População P6 (talhão sem delineamento experimental, classificado como População-Base de Melhoramento) identificou-se fenotipicamente um total de 50 genótipos altamente potenciais para a condução dos trabalhos de seleção e melhoramento, levando-se em consideração os seguintes caracteres eletivos: crescimento, forma, sanidade, espessura/quantidade de galhos e ainda circularidade na base.

Foi também realizado o georreferenciamento de cada árvore selecionada através de GPS, sendo registradas suas respectivas latitude e longitude. As referidas árvores foram identificadas no campo mediante a fixação de plaquetas plásticas numeradas de 51 a 100 numa altura aproximada de 2 m a partir da superfície do solo, faceando o carreador para facilitar a localização visual.

Um resumo das informações relevantes das Populações P5 e P6 de *E. badjensis*, obtidas a partir dos dados individuais, encontra-se nas Tabelas 11 e 12 que se seguem.

**Tabela 11.** Análise descritiva para diversos caracteres e respectivos IMAs, cujos valores foram obtidos a partir da amostra formada por 50 árvores selecionadas na População P5 de *E. badjensis*. Idade de avaliação: 17 anos.

Parâmetro	CAP (cm)	DAP (cm)	Altura total (m)	Volume real <sup>1</sup> (m <sup>3</sup> )	Nota para forma <sup>2</sup>
Média	179,0	56,9	36,7	4,72	3,4
Maior valor	223,0	71,0	42,0	7,06	4,0
Menor valor	144,0	45,8	29,1	2,68	2,0
Amplitude	79,0	25,1	12,9	4,39	2,0
Desvio-padrão	17,3	5,5	2,7	1,04	-
IMA	10,5	3,3	2,2	0,28	-

Observações: <sup>1</sup>Para a estimativa de volume real adotou-se o valor 0,5 para fator de forma; <sup>2</sup>Escala de notas para forma do fuste varia de 1,0 (pior) a 5,0 (melhor).

**Tabela 12.** Análise descritiva para diversos caracteres e respectivos IMAs, cujos valores foram obtidos a partir da amostra formada por 50 árvores selecionadas na População P6 de *E. badjensis*. Idade de avaliação: 17 anos.

Parâmetro	CAP (cm)	DAP (cm)	Altura total (m)	Volume real <sup>1</sup> (m <sup>3</sup> )	Nota para forma <sup>2</sup>
Média	188,0	60,0	41,8	5,93	4,5
Maior valor	240,0	76,4	46,5	8,78	5,0
Menor valor	165,0	52,5	33,6	4,35	4,0
Amplitude	75,0	23,9	12,9	4,43	1,0
Desvio-padrão	16,2	5,2	2,6	1,00	-
IMA	11,1	3,5	2,5	0,35	-

Observações: <sup>1</sup>Para a estimativa de volume real adotou-se o valor 0,5 para fator de forma; <sup>2</sup>Escala de notas para forma do fuste varia de 1,0 (pior) a 5,0 (melhor).

Pode-se verificar que a taxa de crescimento diametral e de altura são expressivas para a idade de avaliação. É de se supor que nos primeiros anos o IMA era bem maior devido ao fato que durante o período juvenil o crescimento dos eucaliptos encontrar-se em sua fase exponencial. Os resultados

conferem perspectivas de ganhos consideráveis no aumento da média da população na geração seguinte, seja via sementes ou clones, assim que tais propágulos estiverem disponíveis para uso comercial. Em relação à forma, a amostra selecionada está muito bem pontuada. O controle genético do crescimento é tipicamente poligênico (grande número de genes com efeitos de diferentes graus), estando mais sujeitos à interação com os ambientes. Já a herança do caráter forma do fuste, manifestado a partir da ação de um número menor de genes, é menos influenciada pelo meio devido ao seu maior controle genético.

A Figura 17 ilustra o esquema de campo que fora adotado na instalação do Teste de Procedências/Progenies instalado no município de Vargem Bonita, SC no ano de 1996. O posicionamento de cada uma das 50 matrizes encontra-se na Figura 18. Por sua vez, a Figura 19 representa o delineamento aplicado no Teste de Procedências/Progenies, também instalado no município de Vargem Bonita, SC, porém, tendo sido plantado no ano de 2014.

A caracterização dendrométrica das matrizes (DAP, Altura total das árvores e Volume real de madeira) e de outros caracteres de interesse para o melhoramento encontra-se detalhada na Tabela 13.

Os valores médios encontrados para as características métricas (DAP, Altura total e Volume real) denotam um expressivo crescimento, o que pode ser comprovado ao se examinar os respectivos IMAs ( $3,4 \text{ cm.ano}^{-1}$ ;  $2,3 \text{ m.ano}^{-1}$  e  $0,31 \text{ m}^3.\text{ano}^{-1}$ ).

Na continuidade da fenotipagem, o trabalho de amostragem de madeira na forma de bagueta foi efetuado mediante o uso de trado de incremento, sendo obtidas duas amostras por árvore à altura do DAP, sendo uma delas na direção Norte-Sul e a outra na direção Leste-Oeste, as quais foram determinadas com o auxílio de instrumento GPS. Cada uma das baguetas foi acondicionada em porta-amostras confeccionadas em madeira, sendo anotados o número da árvore, a posição correspondente à medula, além da direção da amostra quanto aos pontos cardeais. Pela natureza da amostragem, demandou-se um tempo considerável para se realizar a atividade no campo. Aproximadamente meia hora era necessária para completar o trabalho numa única árvore. As Figuras 20 a 24 ilustram as etapas da amostragem. A Figura 25 mostra o processo de saturação com água sendo realizado no laboratório mediante acondicionamento das subamostras em tubos do tipo Falcon.

As baguetas, devidamente identificadas, foram posteriormente destinadas à determinação da densidade da madeira de do poder calorífico no Laboratório de Tecnologia da Madeira da Embrapa Florestas. O objetivo foi executar essa determinação fracionando-se cada amostra em três partes iguais (segmentos) visando comparações no sentido medula-casca, sendo a mais interna correspondente aos primeiros anos de crescimento numa condição de intensa competição, uma intermediária correspondente à idade juvenil e a mais externa correspondente aos últimos anos de crescimento diametral e, portanto, numa condição silvicultural bastante diferente da original e que de certo modo reflete o efeito dos sucessivos desbastes.

A densidade final da amostra foi calculada de forma ponderada de acordo com a seguinte expressão:  $[(1 \cdot M + 3 \cdot I + 5 \cdot P)/9]$ , em que M = segmento próximo à medula; I = segmento intermediário e P = segmento próximo à periferia (casca). Dessa forma, foi possível analisar o gradiente de densidade presente em cada árvore. Essas informações fizeram parte da caracterização fenotípica de cada uma das matrizes e auxiliam a tomada de decisões futuras. Notou-se claramente uma tendência de crescimento da densidade no sentido medula casca (Tabela 14).

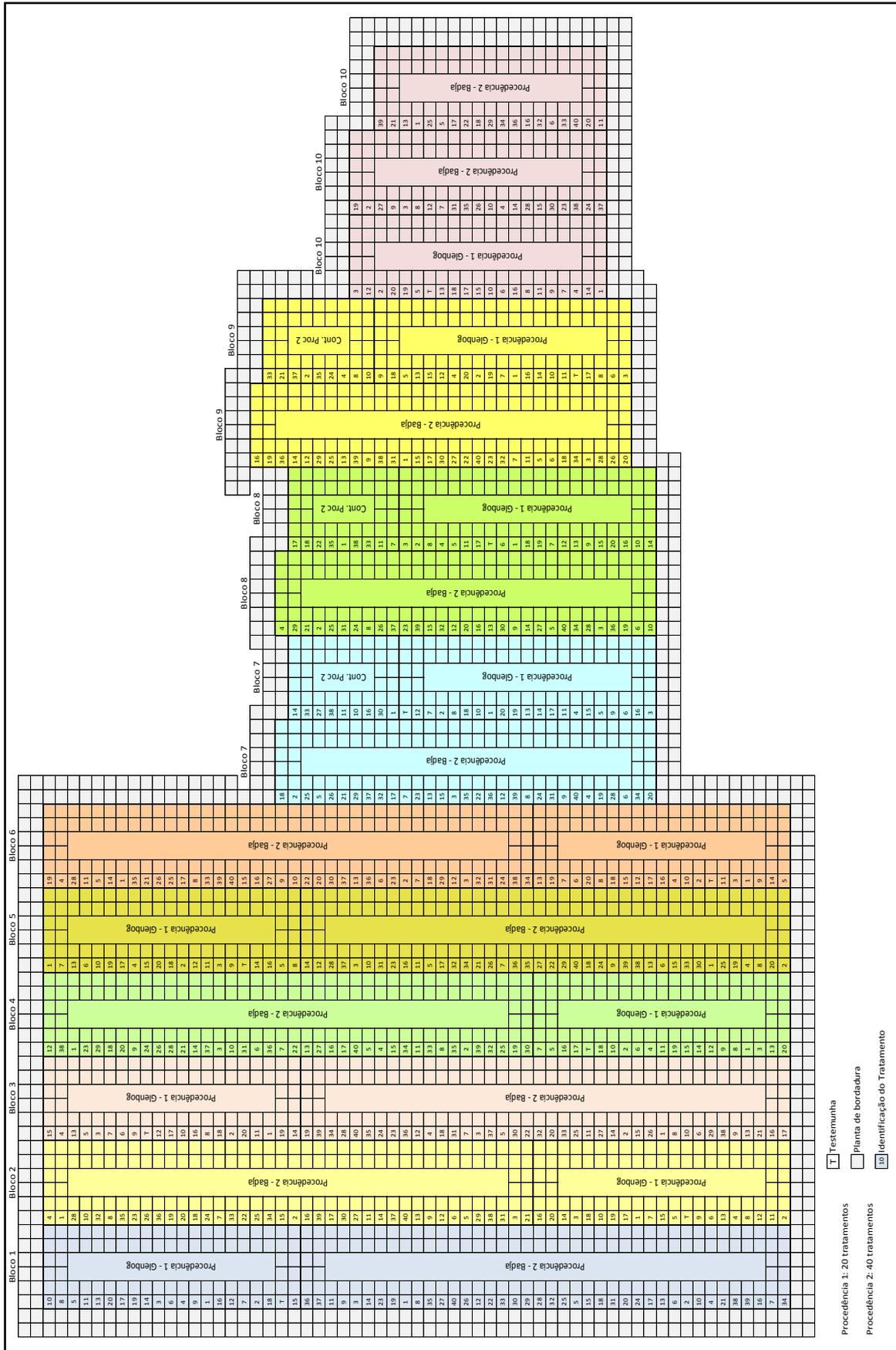
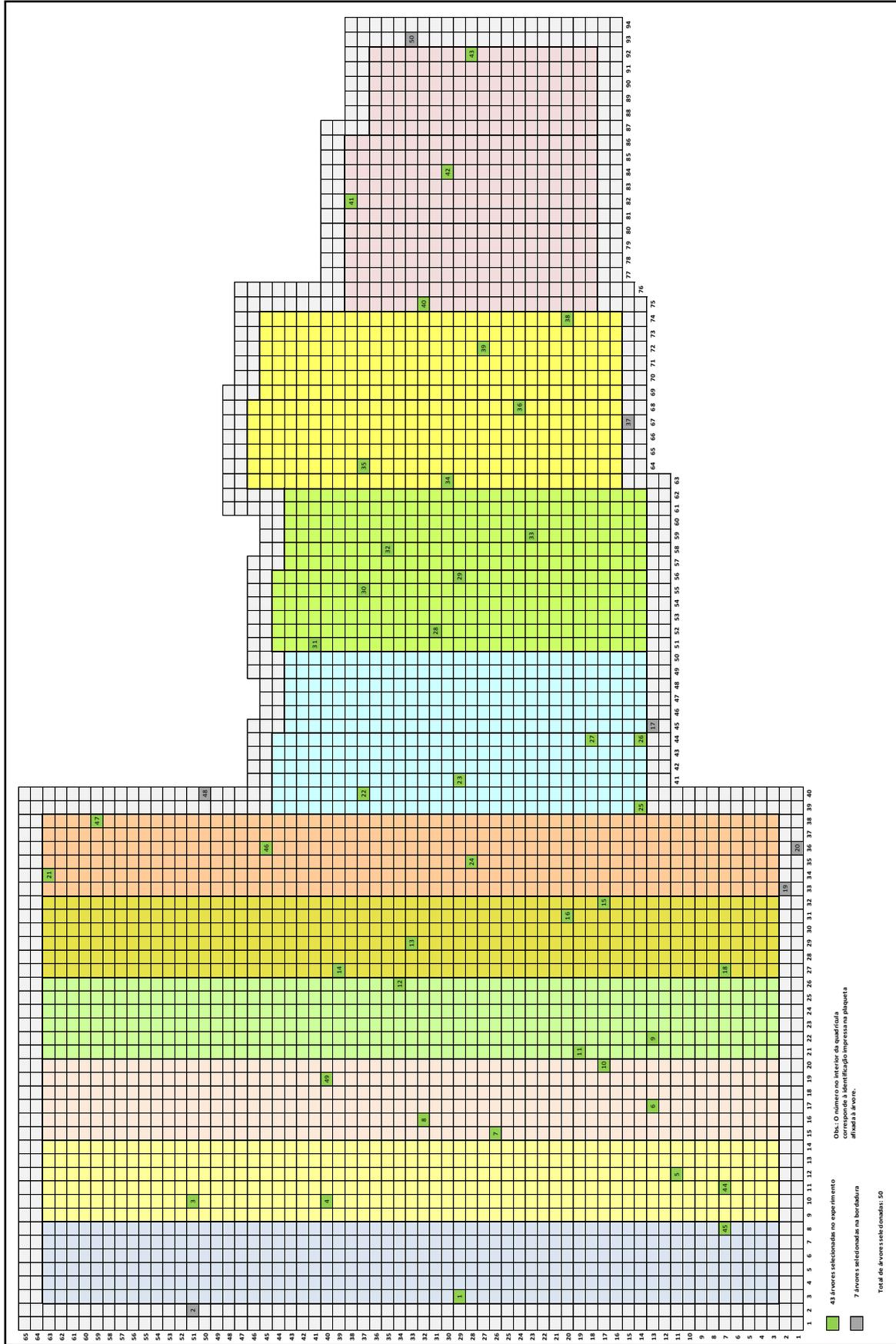
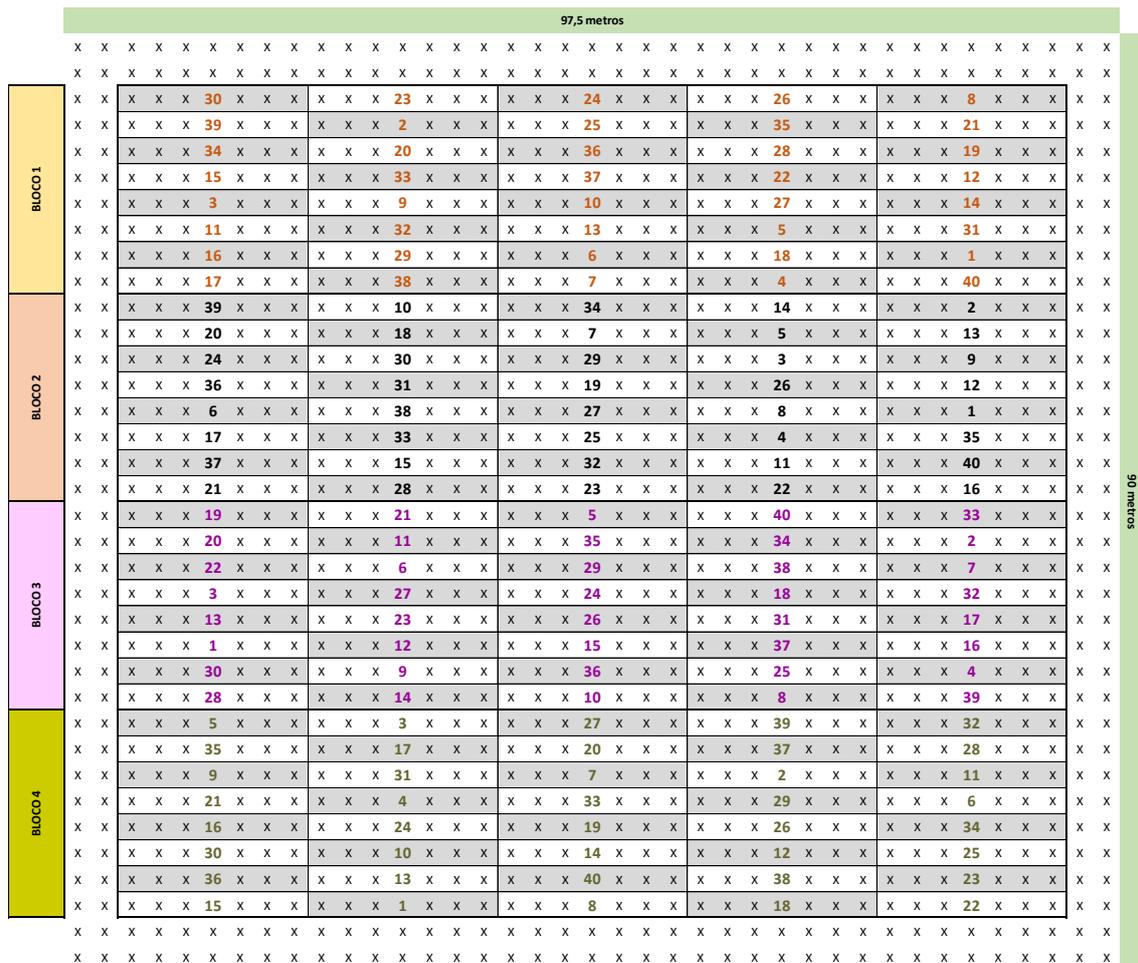


Figura 17. Representação esquemática do delineamento de campo do Teste de Procedências/Progenies de *E. badjensis* (População P5), instalado em janeiro de 1996 na Fazenda Aroeira (Vargem Bonita, SC).



**Figura 18.** Posicionamento em campo das matrizes no Teste de Procedências/Progenies de *E. badjensis* (População P5), instalado em janeiro de 1996 na Fazenda Aroeira (Vargem Bonita, SC), para compor o programa de melhoramento.



**Figura 19.** Representação esquemática do delineamento experimental adotado para a instalação do Teste de Procedências/Progenies de *E. badjensis* (População P7) em dezembro de 2014 na Fazenda Marrecas (Vargem Bonita, SC).

**Tabela 13.** Resultados das medições realizadas para os caracteres DAP (cm) e Altura total (m) e estimativa de Volume real de madeira (m<sup>3</sup>) para cada uma das 100 matrizes de *E. badjensis* selecionadas para o Programa de Melhoramento, assim como das avaliações qualitativas para forma, espessura e quantidade de galhos e da circularidade na base da matriz. Idade: 17 anos.

Nº da Árvore	DAP (cm)	Altura total (m)	Volume real (m <sup>3</sup> )	Forma	Espessura de galhos	Quantidade de galhos	Circularidade na base	Observação
1	54,1	36,9	4,24	4	fina	pouca	boa	-
2	64,3	31,5	5,11	4	média	média	boa	-
3	55,7	35,4	4,31	4	média	grande	regular	-
4	63,0	33,0	5,15	3	grossa	média	regular	-
5	55,7	38,4	4,68	3	média	média	ruim	-
6	65,9	41,1	7,01	4	média	média	boa	-
7	57,9	34,8	4,59	3	média	média	boa	-
8	52,2	42,0	4,49	4	média	média	regular	-
9	50,9	36,0	3,67	3	média	média	regular	-
10	60,5	36,3	5,21	4	média	grande	regular	-
11	52,2	37,2	3,98	4	média	média	regular	-
12	54,7	36,3	4,27	3	média	média	boa	-
13	45,8	38,7	3,19	4	média	pouca	boa	-
14	61,1	37,5	5,50	2	média	grande	ruim	casca lisa
15	57,0	41,1	5,24	3	média	grande	boa	-

Continua...

Tabela 13. Continuação...

Nº da Árvore	DAP (cm)	Altura total (m)	Volume real (m³)	Forma	Espessura de galhos	Quantidade de galhos	Circularidade na base	Observação
16	57,0	36,9	4,70	2	média	média	regular	-
17	53,2	37,8	4,19	4	média	média	ruim	-
18	57,3	35,1	4,52	2	média	grande	ruim	-
19	53,5	41,4	4,65	4	média	média	ruim	-
20	65,3	38,7	6,47	4	média	grande	regular	-
21	55,1	33,6	4,00	3	grossa	grande	ruim	-
22	51,9	36,3	3,84	3	média	grande	regular	casca lisa
23	55,7	36,6	4,46	4	média	média	regular	-
24	50,9	37,2	3,79	3	média	média	regular	-
25	66,2	40,2	6,92	4	média	média	boa	-
26	52,2	41,1	4,40	4	média	média	regular	-
27	55,7	37,8	4,61	2	média	grande	boa	-
28	63,3	39,3	6,19	4	média	média	regular	-
29	58,9	38,4	5,23	3	grossa	média	regular	-
30	56,7	36,3	4,58	4	média	média	regular	-
31	49,7	30,9	2,99	4	média	grande	boa	-
32	57,3	37,8	4,87	4	média	grande	regular	-
33	67,5	37,2	6,65	3	média	média	ruim	-
34	56,7	37,8	4,77	4	média	média	boa	-
35	51,9	35,4	3,74	3	média	média	ruim	-
36	52,8	34,5	3,78	3	média	grande	regular	-
37	67,5	37,8	6,76	4	média	grande	ruim	-
38	55,1	35,7	4,25	4	média	média	regular	-
39	58,9	39,0	5,31	3	média	grande	ruim	-
40	63,0	37,5	5,85	4	média	média	regular	-
41	60,5	36,9	5,30	3	grossa	média	boa	-
42	57,0	36,9	4,70	3	média	média	ruim	-
43	57,6	34,2	4,46	4	média	grande	regular	-
44	54,1	38,1	4,38	3	média	média	boa	casca lisa
45	55,4	37,8	4,55	3	fina	média	ruim	-
46	51,9	32,1	3,39	4	média	média	regular	-
47	48,4	29,1	2,68	3	média	média	ruim	-
48	55,1	33,3	3,97	4	grossa	média	boa	-
49	49,3	34,8	3,33	3	média	média	boa	-
50	71,0	35,7	7,06	3	grossa	grande	regular	-
51	70,0	45,6	8,78	5	média	grande	boa	-
52	53,8	45,6	5,18	5	fina	pouca	boa	-
53	60,2	38,7	5,50	5	fina	pouca	boa	-
54	52,5	44,1	4,78	4	fina	pouca	boa	-
55	62,4	41,4	6,33	4	média	grande	boa	-
56	59,5	39,3	5,47	4	média	grande	boa	-
57	62,4	39,3	6,01	5	média	grande	boa	-
58	62,4	42,0	6,42	5	média	média	boa	-
59	57,0	40,5	5,16	5	fina	grande	boa	-
60	54,1	43,8	5,04	4	fina	média	regular	-
61	70,0	42,6	8,20	4	média	média	boa	-

Continua...

Tabela 13. Continuação...

Nº da Árvore	DAP (cm)	Altura total (m)	Volume real (m³)	Forma	Espessura de galhos	Quantidade de galhos	Circularidade na base	Observação
62	59,8	42,9	6,03	4	fina	média	regular	-
63	55,4	40,5	4,88	5	média	grande	boa	-
64	59,2	39,6	5,45	5	média	grande	boa	-
65	71,9	36,0	7,32	5	média	grande	boa	-
66	55,4	39,9	4,81	4	fina	média	regular	-
67	63,0	41,4	6,46	4	fina	pouca	regular	-
68	63,3	45,3	7,14	5	fina	pouca	boa	-
69	66,2	43,2	7,44	4	média	grande	regular	-
70	76,4	33,6	7,70	4	grossa	grande	regular	-
71	60,5	42,3	6,08	5	fina	média	boa	-
72	56,0	42,6	5,25	4	fina	pouca	boa	-
73	58,9	35,1	4,78	5	média	média	ruim	-
74	58,9	41,1	5,60	5	fina	média	boa	-
75	57,3	43,8	5,65	4	fina	média	regular	-
76	62,1	44,4	6,72	4	fina	pouca	regular	-
77	57,3	39,9	5,14	5	média	grande	boa	-
78	54,1	42,0	4,83	4	fina	grande	boa	-
79	54,7	43,2	5,09	4	fina	pouca	regular	-
80	56,3	45,0	5,61	5	fina	média	boa	-
81	60,2	42,9	6,10	4	fina	média	boa	-
82	60,2	43,5	6,18	5	média	média	boa	-
83	59,8	41,4	5,82	5	média	média	boa	-
84	63,7	46,5	7,40	5	média	média	boa	-
85	55,7	40,8	4,97	4	média	grande	regular	-
86	58,6	41,1	5,54	5	média	média	regular	-
87	57,3	38,4	4,95	4	média	média	boa	-
88	55,7	39,3	4,79	5	fina	grande	boa	-
89	61,8	41,7	6,24	4	fina	média	regular	-
90	58,3	41,7	5,56	4	fina	média	regular	-
91	55,7	43,8	5,34	4	fina	média	boa	-
92	57,9	42,3	5,57	4	fina	pouca	regular	-
93	52,5	40,2	4,35	5	fina	grande	boa	-
94	63,7	39,9	6,35	5	média	grande	regular	-
95	59,5	44,1	6,14	4	fina	média	boa	-
96	58,3	45,9	6,12	5	média	média	boa	-
97	63,0	37,5	5,85	5	média	grande	média	-
98	61,4	44,1	6,54	5	fina	média	boa	-
99	68,4	42,3	7,78	4	média	média	regular	-
100	57,9	43,2	5,69	4	fina	grande	boa	-
Média	58,5	39,2	5,32	4	-	-	-	-
Maior	76,4	46,5	8,78	5	-	-	-	-
Menor	45,8	29,1	2,68	2	-	-	-	-
Amplitude	30,6	17,4	6,11	3	-	-	-	-
Desvio-padrão	5,466	2,709	1,044	-	-	-	-	-
IMA <sup>1</sup>	3,4	2,3	0,31	-	-	-	-	-

Observações: 1ª) A nota para forma do fuste varia de 1 (pior) a 5 (melhor); 2ª) Para fins de estimativa do Volume real, atribuiu-se para todas as árvores o mesmo fator de forma (no caso 0,5), que funcionou como uma constante nos cálculos matemáticos; 3ª) 1ª) IMA: Incremento Médio Anual (cm/ano para DAP; m/ano para Altura total e m³/ano para Volume real).



**Figura 20.** Componentes de trado de incremento utilizado para amostragem de lenho.



**Figura 21.** Definição do ponto, na altura equivalente ao DAP (1,30 m) da árvore, para início da perfuração com o trado de incremento para a extração da amostra de lenho.



**Figura 22.** Bagueta extraída da árvore sendo inserida no sulco do porta-amostra para proteção durante o transporte ao laboratório.



**Figura 23.** Posicionamento da segunda metade do porta-amostra sobre a bagueta.



**Figura 24.** As duas partes do porta-amostras sendo firmadas por meio da aplicação de fita adesiva nas suas extremidades.



**Figura 25.** Saturação da bagueta em recipiente do tipo tubo Falcon contendo água para determinação da densidade básica da madeira.

**Tabela 14.** Médias da densidade básica da madeira ( $\text{g/cm}^3$ ) e respectivos desvios padrão para as matrizes de *E. badjensis* integrantes das Populações P5 e P6 separadamente e do conjunto formado por todas as matrizes. Idade de avaliação: 17 anos.

Agrupamento de matrizes	Posição relativa dos segmentos da bagueta			Média ponderada da bagueta [(1·M + 3·I + 5·P)/9]
	Medula	Intermediária	Periferia	
..... Médias da densidade básica ( $\text{g/cm}^3$ ) .....				
P5: 1 a 50	0,417	0,466	0,507	0,483
P6: 51 a 100	0,417	0,473	0,544	0,506
P5 e P6: 1 a 100	0,417	0,470	0,525	0,495
..... Desvios padrão da densidade básica ( $\text{g/cm}^3$ ) .....				
P5: 1 a 50	0,033	0,041	0,044	-
P6: 51 a 100	0,034	0,043	0,040	-
P5 e P6: 1 a 100	0,033	0,042	0,046	-

Por outro lado, com o propósito de se caracterizar o conjunto de 132 matrizes quanto à composição química da madeira (teores de holocelulose, lignina e extrativos, entre outros), foram obtidas amostras de lenho, na forma de farelo, mediante o uso de motosserra adaptada com mandril, proporcionando o encaixe de broca própria para perfuração nesse tipo de material. O procedimento adotado foi o seguinte: a) remoção da casca por meio da abertura de uma janela quadrangular entre 5 cm e 6 cm de lado na altura do DAP utilizando formão e marreta; b) avanço e retorno da broca seguidas vezes até alcançar a distância aproximada do raio, sendo coletado concomitantemente o material particulado removido do orifício em recipiente plástico; c) transferência do farelo com o auxílio de trincha a saquinho de papel devidamente identificado com o respectivo número da matriz; d) grampeamento do saquinho para se efetuar o transporte com segurança; e) limpeza do recipiente e broca para remoção de eventuais resíduos contaminantes com vistas a execução da operação na matriz seguinte. A quantidade aproximada de material coletado por matriz foi de 100 gramas.

Todo o material amostrado foi sendo manuseado de forma a facilitar a perda natural de umidade. As amostras foram analisadas no Laboratório de Tecnologia da Madeira da Embrapa Florestas.

Das 100 matrizes selecionadas foram realizadas avaliações para os seguintes caracteres: densidade básica e poder calorífico superior (a partir de um par de amostras de lenho do tipo bagueta, obtidas na posição correspondente ao DAP por meio de sondas de incremento, sendo uma na direção leste-oeste e a outra na direção norte-sul) e composição química (teores de cinzas, extrativos, lignina Klason, lignina solúvel, arabinose, galactose, glicose, xilose, manose, celobiose e total de açúcares), esta efetuada a partir de uma amostra em torno de 100 gramas de farelo de madeira extraída do lenho também em nível de DAP por meio de broca perfurante, própria para madeira e adaptada para funcionamento no eixo do rotor de motosserra mediante acoplamento por meio de mandril, conforme ilustrado nas Figuras 26 e 27. Com esse aparato, o procedimento de amostragem foi completado rapidamente.



**Figura 26.** Conjunto formado por corpo da motosserra, no qual foi acoplado aparato auxiliar formado por mandril e broca, utilizado para realizar a amostragem de lenho para análise química.



**Figura 27.** Visualização da operação de furação da matriz para a coleta de amostra de lenho destinada à análise química.

Os resultados agrupados gerados pelas amostragens do lenho na forma de baguetas e de farelo para as 100 matrizes estudadas encontram-se na Tabela 15.

**Tabela 15.** Resultados da caracterização de propriedades físicas, energéticas e químicas da madeira de *E. badjensis* à idade de 18 anos. Amostras provenientes de matrizes selecionadas na localidade de Vargem Bonita, SC.

ID da matriz	População	Densidade básica (g/cm <sup>3</sup> )	Poder calorífico superior (MJ/kg)	Teor de cinzas (%)	Teor de extrativos (%)	Teor de lignina Klason (%)	Teor de lignina solúvel (%)	Arabinose (mg/g)	Galactose (mg/g)	Glicose (mg/g)	Xilose (mg/g)	Manose (mg/g)	Celulose (mg/g)	Teor total de açúcares (%)	Ranking para energia	Ranking para polpa
1	P5	0,490	18,117	0,20	2,0	21,0	3,0	3,4	2,2	286,2	90,9	0,0	9,4	39,2	64	87
2	P5	0,540	18,436	0,07	2,8	23,8	2,6	0,0	0,0	210,0	55,3	0,0	8,3	27,4	20	100
3	P5	0,464	18,628	0,04	2,0	25,1	2,5	3,4	11,7	379,7	111,3	0,0	10,2	51,6	6	38
4	P5	0,480	17,960	0,07	2,5	25,6	2,4	3,5	3,6	305,6	136,3	0,0	31,4	48,1	8	54
5	P5	0,542	16,878	0,08	2,5	25,2	2,6	7,9	9,3	325,7	127,8	0,0	26,5	49,7	23	45
6	P5	0,468	17,006	0,09	2,4	25,9	4,6	0,0	11,3	376,0	126,3	0,0	30,4	54,4	16	31
7	P5	0,436	18,124	0,08	2,3	21,1	2,9	4,0	6,4	382,8	127,4	0,0	23,2	54,4	63	32
8	P5	0,559	18,532	0,09	1,8	21,1	3,1	0,0	0,0	342,8	112,9	0,0	23,5	47,9	55	56
9	P5	0,442	17,820	0,12	2,2	24,4	2,7	0,0	2,9	308,6	104,0	0,0	28,0	44,3	21	71
10	P5	0,492	16,905	0,09	2,5	26,5	3,0	0,0	0,0	298,7	94,6	0,0	17,9	41,1	10	83
11	P5	0,555	17,955	0,19	2,0	24,9	2,5	0,0	0,0	294,6	101,9	0,0	17,6	41,4	14	82
12	P5	0,464	18,217	0,11	2,0	23,8	3,8	0,0	5,2	304,3	49,7	0,0	29,3	38,8	24	88
13	P5	0,482	17,113	0,11	1,7	19,1	4,0	0,0	0,0	373,7	106,4	0,0	8,0	48,8	96	52
14	P5	0,460	18,356	0,11	1,8	25,1	2,5	2,8	4,4	385,0	107,1	0,7	13,3	51,3	9	39
15	P5	0,506	18,383	0,11	1,8	21,2	4,5	4,7	17,8	374,1	100,0	0,7	29,3	52,7	59	35
16	P5	0,498	18,359	0,06	1,8	19,8	3,9	0,0	13,3	360,9	102,2	0,4	22,2	49,9	80	44
17	P5	0,528	18,037	0,11	1,7	22,7	2,6	1,5	13,0	429,7	113,9	0,4	22,1	58,1	44	25
18	P5	0,451	17,779	0,12	1,4	23,6	2,2	2,0	5,7	356,2	98,0	0,8	13,9	47,7	36	57
19	P5	0,497	16,912	0,10	1,7	21,4	4,2	3,3	11,6	354,2	104,7	0,7	25,7	50,0	75	43
20	P5	0,540	18,088	0,08	1,1	19,5	3,5	0,0	0,0	328,6	96,7	0,0	14,7	44,0	87	73
21	P5	0,506	18,814	0,12	2,3	24,1	4,7	0,0	0,0	254,3	93,0	0,0	6,5	35,4	12	96
22	P5	0,507	18,351	0,19	1,1	21,6	2,3	0,0	0,0	344,5	88,2	0,0	7,5	44,0	53	72
23	P5	0,478	16,452	0,07	1,0	19,9	5,3	2,8	13,3	334,6	85,3	0,8	16,9	45,4	95	67
24	P5	0,454	18,510	0,06	1,8	20,5	5,6	2,8	7,2	301,3	95,0	4,1	11,1	42,2	65	80
25	P5	0,432	18,755	0,11	1,4	25,8	6,0	1,7	0,4	390,7	121,6	0,8	15,2	53,0	5	34
26	P5	0,482	18,418	0,06	1,4	28,0	3,3	0,0	2,9	315,3	87,6	0,8	10,6	41,7	1	81
27	P5	0,467	18,126	0,08	1,2	24,2	4,8	3,0	3,7	340,2	112,5	0,8	9,4	47,0	19	61
28	P5	0,466	17,922	0,06	3,4	23,9	3,1	1,2	4,0	310,5	78,1	0,4	3,7	39,8	26	84
29	P5	0,544	18,330	0,20	2,7	19,3	5,0	2,9	2,6	386,5	129,8	8,9	15,5	54,6	86	30
30	P5	0,460	18,869	0,22	2,5	19,2	4,9	2,0	6,5	280,8	80,5	0,7	13,6	38,4	81	90
31	P5	0,444	18,012	0,14	2,1	21,6	5,9	3,6	3,8	279,3	91,1	0,4	14,1	39,2	60	86

Continua...

Tabela 15. Continuação...

ID da matriz	População	Densidade básica (g/cm <sup>3</sup> )	Poder calorífico superior (MJ/kg)	Teor de cinzas (%)	Teor de extrativos (%)	Teor de lignina Klason (%)	Teor de lignina solúvel (%)	Arabinose (mg/g)	Galactose (mg/g)	Glicose (mg/g)	Xilose (mg/g)	Manose (mg/g)	Celulose (mg/g)	Teor total de açúcares (%)	Ranking para energia	Ranking para polpa
32	P5	0,486	18,552	0,08	1,6	27,9	4,2	3,6	13,1	344,9	97,5	0,0	36,8	49,6	2	46
33	P5	0,452	17,876	0,14	2,1	20,1	3,3	3,2	7,6	364,1	113,2	0,7	16,1	50,5	83	41
34	P5	0,477	17,748	0,19	1,7	22,1	3,6	2,7	16,1	326,2	66,9	0,7	9,8	42,2	54	78
35	P5	0,530	17,402	0,12	1,3	21,0	4,3	1,7	13,3	420,3	108,5	0,7	11,4	55,6	72	27
36	P5	0,522	17,613	0,08	3,1	23,8	2,8	0,0	10,0	429,0	100,6	0,7	9,6	55,0	34	29
37	P5	0,512	18,501	0,15	1,9	22,2	2,9	0,0	6,3	280,5	64,3	0,8	7,0	35,9	46	95
38	P5	0,446	17,570	0,09	2,3	18,0	5,9	0,0	0,0	348,8	82,1	0,0	7,1	43,8	98	74
39	P5	0,478	18,709	0,15	1,8	17,7	4,9	0,0	0,0	333,5	83,1	0,0	11,5	42,8	94	77
40	P5	0,462	18,168	0,09	2,6	27,7	5,5	4,3	9,9	394,6	121,8	0,0	10,6	54,1	3	33
41	P5	0,442	18,165	0,17	1,8	21,5	2,8	0,0	7,7	303,2	70,0	0,0	6,2	38,7	57	89
42	P5	0,501	17,471	0,17	1,6	21,1	3,6	1,9	6,0	307,6	98,1	5,6	8,9	42,8	71	76
43	P5	0,492	17,476	0,09	1,9	21,3	4,6	4,5	5,3	257,7	92,4	0,0	14,6	37,5	67	92
44	P5	0,443	18,310	0,14	2,4	20,0	4,7	4,2	3,0	248,2	93,0	0,0	13,5	36,2	79	94
45	P5	0,494	18,040	0,16	1,9	23,4	3,3	4,3	1,5	248,6	84,1	0,0	11,8	35,0	35	97
46	P5	0,483	17,478	0,19	2,7	23,1	2,6	1,2	8,6	269,7	74,5	0,0	10,3	36,4	47	93
47	P5	0,472	18,484	0,14	2,9	24,4	3,0	2,4	3,5	254,9	95,3	0,0	19,0	37,5	15	91
48	P5	0,435	18,417	0,12	2,2	23,3	2,7	2,1	4,2	288,7	106,7	0,0	20,0	42,2	30	79
49	P5	0,477	17,900	0,15	2,3	21,7	4,5	0,0	11,3	344,1	105,8	0,0	19,0	48,0	58	55
50	P5	0,438	18,064	0,17	2,0	20,3	3,0	0,0	9,6	355,5	106,0	0,0	19,2	49,0	78	50
51	P6	0,508	17,642	0,14	2,3	21,0	2,9	2,5	4,0	244,7	82,1	0,0	11,4	34,5	68	98
52	P6	0,474	18,213	0,12	2,3	22,2	3,5	5,3	4,6	353,4	117,7	0,0	22,9	50,4	50	42
53	P6	0,452	16,293	0,09	2,3	20,2	4,1	2,4	6,7	292,2	104,1	0,0	31,6	43,7	93	75
54	P6	0,398	18,065	0,11	2,1	19,3	3,5	5,5	4,9	328,4	121,8	0,0	30,7	49,1	90	49
55	P6	0,527	17,899	0,08	2,5	18,2	4,0	4,8	8,3	344,6	113,3	0,0	21,9	49,3	97	48
56	P6	0,493	17,803	0,16	2,4	21,7	3,7	4,2	5,0	319,4	109,3	0,0	9,6	44,8	61	68
57	P6	0,524	18,397	0,13	1,9	24,1	4,8	6,4	12,4	475,5	176,4	0,0	34,5	70,5	17	13
58	P6	0,475	18,023	0,09	1,9	21,3	3,6	3,2	5,9	397,2	154,4	0,0	32,8	59,4	62	24
59	P6	0,474	19,350	0,14	1,8	21,4	4,3	0,0	0,0	416,3	162,3	0,0	34,8	61,3	45	22
60	P6	0,449	18,152	0,08	1,9	19,9	3,8	2,1	4,7	423,7	158,4	4,2	37,7	63,1	82	19
61	P6	0,532	16,655	0,12	1,6	20,3	2,7	0,0	0,0	410,5	119,7	0,0	21,0	55,1	92	28
62	P6	0,471	18,357	0,15	1,9	19,6	3,3	2,4	4,1	389,4	150,7	0,0	21,7	56,8	84	26
63	P6	0,498	19,165	0,14	1,9	21,9	3,2	0,0	0,0	448,7	157,4	0,0	40,1	64,6	39	18

Continua...

Tabela 15. Continuação...

ID da matriz	População	Densidade básica (g/cm <sup>3</sup> )	Poder calorífico superior (MJ/kg)	Teor de cinzas (%)	Teor de extrativos (%)	Teor de lignina Klason (%)	Teor de lignina solúvel (%)	Arabinose (mg/g)	Galactose (mg/g)	Glicose (mg/g)	Xilose (mg/g)	Manose (mg/g)	Celobiose (mg/g)	Teor total de açúcares (%)	Ranking para energia	Ranking para polpa
64	P6	0,493	17,878	0,20	1,8	24,6	3,1	1,9	6,3	284,6	72,7	1,5	26,7	39,4	18	85
65	P6	0,479	18,153	0,16	3,2	17,3	3,2	1,5	2,7	236,8	72,8	4,1	22,0	34,0	99	99
66	P6	0,522	18,200	0,08	2,9	20,4	2,8	1,5	4,6	353,1	87,2	3,5	22,0	47,2	70	59
67	P6	0,539	17,409	0,09	1,9	20,1	2,9	5,5	16,3	527,4	162,0	0,0	48,7	76,0	88	5
68	P6	0,491	18,893	0,09	1,9	19,5	3,3	2,0	11,6	354,9	69,1	0,0	29,0	46,7	74	63
69	P6	0,552	18,843	0,11	1,9	22,2	4,1	4,3	12,2	412,4	122,0	0,0	51,9	60,3	38	23
70	P6	0,488	17,750	0,17	2,1	22,8	3,0	7,0	7,7	435,5	213,5	0,0	40,0	70,4	49	14
71	P6	0,522	17,651	0,12	2,3	19,7	3,1	5,3	12,6	482,9	174,7	0,0	51,2	72,7	89	8
72	P6	0,538	18,239	0,13	2,4	20,1	2,9	5,8	16,1	510,3	167,5	0,0	49,2	74,9	77	6
73	P6	0,505	17,831	0,08	2,2	19,4	2,8	5,1	7,6	566,0	214,2	0,0	42,2	83,5	91	1
74	P6	0,545	18,627	0,07	2,5	19,8	2,9	4,7	12,4	417,1	145,8	0,0	49,5	62,9	73	20
75	P6	0,488	18,221	0,08	2,4	22,8	3,1	4,4	10,2	511,0	148,1	7,7	32,6	71,4	40	10
76	P6	0,517	17,814	0,10	2,2	23,8	2,8	6,0	20,8	498,0	142,3	0,0	41,1	70,8	32	12
77	P6	0,488	18,333	0,06	2,3	25,2	2,6	4,4	15,8	470,8	127,2	4,6	40,9	66,4	7	17
78	P6	0,500	18,225	0,08	2,4	22,7	3,6	5,3	7,0	464,1	206,7	0,0	55,7	73,9	42	7
79	P6	0,444	18,494	0,13	2,2	22,7	3,5	5,5	11,1	466,1	168,6	0,0	59,7	71,1	37	11
80	P6	0,520	17,794	0,10	2,0	23,9	2,9	2,7	3,8	402,7	160,0	0,0	47,6	61,7	28	21
81	P6	0,546	18,187	0,05	2,4	22,6	3,6	4,9	11,4	471,0	161,8	6,6	46,4	70,2	43	15
82	P6	0,551	18,625	0,10	2,1	20,2	2,7	6,1	31,1	567,0	146,7	0,0	64,4	81,5	66	2
83	P6	0,521	17,846	0,07	2,2	17,5	3,1	5,5	18,7	460,6	134,6	0,0	47,5	66,7	100	16
84	P6	0,481	17,319	0,07	2,3	22,3	2,7	5,8	13,2	554,0	168,9	0,0	50,0	79,2	56	3
85	P6	0,518	18,536	0,09	2,2	24,4	2,8	5,9	19,3	528,5	160,5	0,0	51,5	76,6	13	4
86	P6	0,484	19,596	0,06	2,2	25,4	2,7	5,4	9,9	477,6	183,0	0,0	46,4	72,2	4	9
87	P6	0,521	18,170	0,11	1,7	22,7	2,3	1,7	4,4	395,1	91,9	4,6	21,0	51,9	41	37
88	P6	0,551	18,802	0,10	1,8	24,2	2,7	1,4	4,9	356,5	81,6	5,8	24,3	47,5	11	58
89	P6	0,556	17,381	0,08	1,7	23,1	2,5	2,5	9,9	378,7	92,1	5,8	30,8	52,0	48	36
90	P6	0,490	18,195	0,10	1,7	22,1	3,4	1,2	6,7	355,1	72,0	4,0	27,3	46,6	51	64
91	P6	0,541	18,216	0,12	2,1	23,4	2,5	1,4	6,4	341,7	73,4	3,5	31,9	45,8	31	66
92	P6	0,565	17,662	0,11	1,9	20,8	2,9	2,3	13,5	368,5	71,8	3,1	34,5	49,4	69	47
93	P6	0,574	17,965	0,11	2,4	23,7	2,9	2,4	6,9	335,2	89,3	4,0	29,0	46,7	27	62
94	P6	0,494	16,896	0,08	1,7	23,2	3,0	2,5	7,6	331,2	92,1	5,1	33,0	47,1	52	60
95	P6	0,509	18,413	0,11	1,8	23,5	2,6	1,0	3,5	349,0	80,0	3,5	23,8	46,1	25	65

Continua...

Tabela 15. Continuação...

ID da matriz	População	Densidade básica (g/cm <sup>3</sup> )	Poder calorífico superior (MJ/kg)	Teor de cinzas (%)	Teor de extrativos (%)	Teor de lignina Klason (%)	Teor de lignina solúvel (%)	Arabinose (mg/g)	Galactose (mg/g)	Glicose (mg/g)	Xilose (mg/g)	Manose (mg/g)	Celobiose (mg/g)	Teor total de açúcares (%)	Ranking para energia	Ranking para polpa
96	P6	0,518	18,661	0,08	2,0	19,7	2,2	1,4	7,6	371,1	77,6	0,0	25,1	48,3	76	53
97	P6	0,541	18,046	0,06	2,8	19,7	2,6	1,7	3,1	322,5	87,1	6,8	26,3	44,8	85	69
98	P6	0,455	17,103	0,12	1,9	24,5	2,4	1,9	4,4	372,6	90,5	7,3	28,6	50,5	33	40
99	P6	0,473	17,634	0,08	2,2	24,1	2,6	1,7	5,5	355,4	89,4	5,2	31,2	48,8	29	51
100	P6	0,512	17,358	0,11	2,3	24,7	3,3	1,6	4,3	327,1	83,6	4,9	25,9	44,8	22	70
Média	-	0,495	18,031	0,11	2,1	22,2	3,4	2,6	7,3	366,9	112,0	1,3	25,5	51,6	-	-
Maior	-	0,574	19,596	0,22	3,4	28,0	6,0	7,9	31,1	567,0	214,2	8,9	64,4	83,5	-	-
Menor	-	0,398	16,293	0,04	1,0	17,3	2,2	0,0	0,0	210,0	49,7	0,0	3,7	27,4	-	-
Amplitude	-	0,176	3,303	0,19	2,4	10,7	3,8	7,9	31,1	357,1	164,5	8,9	60,7	56,2	-	-
Desvio padrão	-	0,036	0,593	0,04	0,4	2,3	0,9	2,1	5,6	77,4	35,3	2,2	14,2	12,2	-	-

Observação: para as propriedades físicas e energéticas, a amostragem utilizada foi do tipo bazueta e, para a determinação do perfil químico, a amostragem foi do tipo farelo, ambas obtidas em nível de DAP (aproximadamente 1,30m da superfície do solo) mediante o emprego de extratores específicos.

## **Corte, medição e amostragem de madeira de árvores na população-base de melhoramento (P6) de *E. badjensis***

Com o objetivo de se conduzir um estudo pormenorizado de caracterização de árvores adultas de *E. badjensis* quanto à aptidão para processamento mecânico para produção de serrados, foram escolhidas 10 árvores comparáveis às 50 matrizes selecionadas na P6 em termos de crescimento e atributos silviculturais. Na ocasião, essas árvores contavam com 19,5 anos de idade. Antes do corte propriamente dito, foram retiradas baguetas de comprimento equivalente ao raio médio do fuste à altura do DAP mediante o uso de sonda de incremento, as quais foram identificadas e acondicionadas em porta-amostras de madeira.

Efetuada o corte com o uso de motosserra, foram medidos com trena o comprimento total da árvore e o comprimento comercial, este último equivalente ao ponto no tronco no qual o diâmetro situava-se em torno de 6 cm. A porção remanescente do fuste (touça) foi submetida a um acabamento de superfície para uniformizá-la, tomando-se o cuidado de fazer o corte com leve inclinação para facilitar o escoamento da água da chuva. Nessas operações foi utilizado óleo vegetal (soja) como agente lubrificante das correntes das motosserras ao invés de óleo mineral, a fim de evitar contaminação dos tecidos vivos e possível influência negativa deste último na emissão de brotações. Foi também eliminada a porção inicial de lenho do tronco tombado sobre o solo correspondente à linha de corte, normalmente de contorno desuniforme, de superfície irregular e contendo lascas na zona de ruptura dos tecidos. Após esses procedimentos iniciais, foram demarcadas as posições correspondentes a 0%, 25%, 50%, 75% e 100% da altura comercial. Nessas posições foram retirados discos de 4 cm de espessura, os quais foram medidos também com trena quanto ao diâmetro com casca, diâmetro sem casca e diâmetro do cerne, exceto para a posição 0%. As medidas correspondentes à posição 0% da altura comercial foram tomadas diretamente na superfície da touça. Para estas avaliações de dimensões foram feitas duas medidas, sendo uma equivalente ao maior comprimento e a outra ortogonal a esta, normalmente correspondente ao menor comprimento.

Concluída as medidas, foram marcadas com auxílio de gabarito de chapa de madeira e lápis cópia as linhas de delimitação das cunhas (dois pares opostos dotados de ângulo interno de 30°) em cada um dos discos. Os discos da posição 100% da altura comercial, devido às suas pequenas dimensões, foram mantidos íntegros, ou seja, sem divisão em fragmentos menores. As identificações das cunhas foram efetuadas por meio de etiquetas metalizadas numeradas, firmemente afixadas à superfície de cada amostra mediante o uso de grampeador de pressão. Um par foi utilizado para avaliação dos caracteres densidade básica (Db) e poder calorífico superior (PCS) e o outro par foi destinado à determinação dos constituintes da madeira. Assim que os resultados se tornaram disponíveis para o conjunto de árvores estudadas, os valores de densidade básica obtidos das cunhas foram comparados com aqueles obtidos pelo método da amostragem por baguetas.

Após a confecção dos discos foram marcadas no fuste as posições de corte para obtenção de duas toras basais de 2,55 m de comprimento, as quais foram categorizadas em termos de propensão à formação de rachaduras mediante observação visual direta nas faces de corte. O conjunto de 20 toras formou o lote destinado ao desdobro em serraria particular. Nesse acompanhamento realizou-se a separação de um pranchão de madeira de 10 cm a 12 cm de espessura para obtenção de corpos-de-prova para determinação de propriedades mecânicas e ainda duas tábuas periféricas de 2,5 cm de espessura para medição da flecha do encurvamento, rachaduras e demais caracteres de interesse.

Um resumo dos resultados advindos das avaliações e constatações de campo encontra-se na Tabela 16.

**Tabela 16.** Dimensões básicas, cálculos de volumetria, conteúdo de casca e densidade básica das 10 árvores de *E. badjensis* avaliadas na População P6. Idade: 19,5 anos. Local: Fazenda Pinho (Vargem Bonita, SC). Plantio: março de 1996. Amostragem: agosto de 2015.

Árvore	Alt. total (m)	Alt. com. (m)	DAP (cm)	Vol. C/C (m <sup>3</sup> )	Vol. S/C (m <sup>3</sup> )	% Casca	Vol. cerne (m <sup>3</sup> )	Vol. alborno (m <sup>3</sup> )	Db (g/cm <sup>3</sup> )
A1	44,70	40,45	68,75	6,9301	6,0806	12,3	4,0772	2,0034	0,547
A2	46,50	42,60	63,66	7,0403	6,2400	11,4	4,2991	1,9409	0,566
A3	48,20	44,00	68,12	8,0829	7,2436	10,4	4,9126	2,3310	0,573
A4	41,90	38,50	69,39	6,8659	6,0571	11,8	4,0885	1,9686	0,580
A5	42,00	40,40	67,80	6,3512	5,6448	11,1	3,8326	1,8122	0,480
A6	43,40	40,00	64,30	5,9928	5,3349	11,0	3,3280	2,0069	0,582
A7	41,20	37,60	60,48	5,6715	4,9619	12,5	3,2938	1,6681	0,536
A8	46,00	41,90	66,21	7,7513	6,8510	11,6	4,8130	2,0380	0,536
A9	40,70	38,20	67,80	8,3479	7,5455	9,6	5,9211	1,6243	0,561
A10	39,30	35,90	59,84	5,4951	4,7161	14,2	3,4651	1,2510	0,589
Maior	48,20	44,00	69,39	8,3479	7,5455	14,2	5,9211	2,3310	0,589
Menor	39,30	35,90	59,84	5,4951	4,7161	9,6	3,2938	1,2510	0,480
Amplitude	8,90	8,10	9,55	2,8528	2,8293	4,6	2,6273	1,0800	0,109
Média	43,39	39,96	65,64	6,8529	6,0676	11,6	4,2031	1,8644	0,555

Observações: 1<sup>a</sup>) Discos obtidos em cinco posições do tronco: 0%, 25%, 50%, 75% e 100% da altura comercial; 2<sup>a</sup>) Densidade básica calculada ponderando-se pelo volume correspondente da secção do fuste.

Os resultados das determinações de densidade básica e de poder calorífico superior das amostras obtidas em nível de DAP por meio de extrator (baguetas) encontram-se na Tabela 17, apresentada a seguir.

**Tabela 17.** Valores de densidade básica e de poder calorífico da madeira das 10 árvores de *E. badjensis* avaliadas na População P6. Idade: 19,5 anos. Local: Fazenda Pinho (Vargem Bonita, SC). Plantio: março de 1996. Amostragem: agosto de 2015.

Árvore	Db (g/cm <sup>3</sup> )	PCS (MJ/kg)	Árvore	Db (g/cm <sup>3</sup> )	PCS (MJ/kg)
A1	0,502	17,21	A7	0,464	17,83
A2	0,479	17,88	A8	0,452	18,18
A3	0,499	17,46	A9	0,436	16,76
A4	0,494	17,85	A10	0,479	17,13
A5	0,398	17,68	Média	0,470	17,34
A6	0,495	15,41			

Observações: 1<sup>a</sup>) Amostras do tipo bagueta obtidas ao nível do DAP; 2<sup>a</sup>) Para PCS foram realizadas avaliações em duplicata para cada amostra analisada.

Com o intuito de se investigar o grau de associação entre as classificações das matrizes para densidade básica pelos métodos de amostragem por discos em cinco posições do fuste e por baguetas ao nível do DAP, determinou-se o coeficiente de correlação de Spearman ( $\rho$ ). O resultado calculado foi de 0,524. Examinando-se a sua significância pelo teste t (no presente caso, comparando-se os valores calculados com os tabelados considerando tamanho amostral  $n = 10$  e níveis de significância de 5% e 1%) encontrou-se um coeficiente não significativo, o que denota que o método de amostragem classifica as árvores diferentemente. Observou-se, além disso, uma redução sistemática do valor da densidade ao se utilizar a amostra do tipo bagueta. Em média, a redução foi de 15,4%, sendo os limites inferior e superior 8,3% e 22,4%, respectivamente. Esses resultados indicam a ne-

cessidade de se aprimorar o método de amostragem em um único ponto com o intuito de se obter uma melhor representação de toda a variação presente na madeira da árvore.

### **Desdobro e análise da madeira das toras basais das árvores abatidas na população-base de melhoramento (P6)**

Com o propósito de se ampliar o estudo de caracterização de madeira da espécie para fins mais nobres (processamento mecânico), as 20 toras provenientes das 10 árvores cortadas em agosto de 2015 na População P6 foram desdobradas na empresa Irani Madeiras, localizada no município de Irani, SC. O sistema adotado para o desdobro foi o de cortes paralelos à casca, por meio de uma serra fita simples, fazendo-se as rotações necessárias nas toras, com vistas à obtenção das peças previamente definidas para a operação. O procedimento de desdobro foi delineado de modo a obter de cada tora uma peça radial de madeira (prancha) de cerca de 12 cm de espessura, suficiente para acomodar a variação esperada no sentido medula-casca e também para possibilitar a obtenção de corpos-de-prova para ensaios mecânicos em conformidade com as dimensões preconizadas pelas normas técnicas. Além das pranchas radiais, também foram obtidas tábuas de 2,5 cm de espessura de cada tora para fins de avaliação de rachaduras no estado verde e encurvamento. As tábuas foram refiladas em serra múltipla circular.

As medições e avaliações imediatas foram conduzidas somente nas 20 tábuas. Antes do refilamento mediu-se o comprimento da rachadura mais longa paralela ao eixo da tábua, em ambas as extremidades. O valor final da árvore correspondeu à soma dos comprimentos das rachaduras de cada par de tábuas (toras). Após o refilamento mensurou-se a flecha do encurvamento (empenamento longitudinal da face) com o auxílio de uma linha de náilon esticada entre as extremidades da peça para definir a posição original não deformada da peça de madeira. Foi então realizada a medição do afastamento existente entre o ponto central da peça (face côncava), tomado perpendicularmente em relação ao fio de náilon, distância essa correspondente à flecha. Da mesma forma, o valor final da árvore correspondeu à soma das flechas de cada par de tábuas (toras).

Um resumo dos resultados advindos das avaliações e constatações nas toras e respectivas tábuas das dez árvores que foram processadas encontra-se na Tabela 18.

Pelos resultados das avaliações notou-se que as árvores de nºs A2, A5, A8 e A10 (realçadas em fundo de cor verde) apresentaram indicadores favoráveis de menor propensão a rachaduras dentro do conjunto de exemplares sob avaliação. Essas árvores haviam se destacado por ocasião do corte efetuado em agosto de 2015, com toras apresentando rachaduras em nível aceitável, mantendo boa qualificação visual decorridos três meses.

O desempenho do material processado foi satisfatório levando-se em consideração tratar-se de um estudo investigativo em germoplasma não melhorado que se desenvolveu sem as devidas práticas de manejo indicadas para obtenção de madeira para serraria, como por exemplo a condução de desramas desde idades precoces. Quanto aos demais aspectos cuja avaliação era possível visualmente, observou-se por exemplo ser pouco perceptível o gradiente de coloração entre o cerne e o alborno, sendo notada uma sutil tonalidade rósea no cerne da maior parte das toras.

As imagens representadas pelas Figuras 28 a 35 ilustram as operações práticas adotadas na condução dos estudos descritos.

**Tabela 18.** Comprimento de rachaduras de extremidades de tábuas (E1 e E2) e da flecha de encurvamento (F) e demais observações efetuadas nas tábuas geradas a partir do desdobra das 20 toras obtidas de 10 árvores de *E. badjensis* na População P6. Idade das Árvores: 20 anos. Local de Plantio: Fazenda Pinho (Ponte Serrada, SC). Execução do Desdobra: Irani Madeiras.

Árvore	Condição das extremidades das toras - verde/seca	Tábua	Rachadura		Soma		Flecha (F) (mm)	Soma flechas (mm)	Defeitos adicionais nas tábuas
			E1 (cm)	E2 (cm)	E1 + E2 (cm)	T1 + T2 (cm)			
A1	Praticamente sem rachamento / muito rachamento	T1	59,5	60,0	119,5	312,0	0,0	0,0	Nenhum
		T2	89,0	103,5	192,5		0,0	0,0	Nenhum
A2	Pouco rachamento / idem	T1	31,0	27,0	58,0	135,5	0,0	0,0	Estrias
		T2	35,5	42,0	77,5		0,0	0,0	Nós (4) e estrias
A3	Muito rachamento / idem	T1	72,0	130,0	202,0	379,0	0,0	10,0	Nós (2)
		T2	109,0	68,0	177,0		10,0	10,0	Nós (3)
A4	Muito rachamento / idem	T1	104,0	121,0	225,0	436,5	0,0	0,0	Nós (3) e manchas
		T2	112,5	99,0	211,5		0,0	0,0	Nós (3), manchas e estrias
A5	Pouco rachamento / médio rachamento	T1	29,0	32,0	61,0	142,0	13,0	13,0	Nós (4) e estrias
		T2	24,0	57,0	81,0		0,0	0,0	Nós (4) e estrias
A6	Médio rachamento / muito rachamento	T1	49,0	83,0	132,0	320,0	0,0	10,0	Nós (5)
		T2	98,0	90,0	188,0		10,0	10,0	Nós (8)
A7	Pouco rachamento / Médio rachamento	T1	50,0	60,0	110,0	212,5	0,0	10,0	Estrias
		T2	42,5	60,0	102,5		10,0	10,0	Nós (2)
A8	Praticamente sem rachamento / idem	T1	58,0	0,0	58,0	58,0	0,0	0,0	Nenhum
		T2	0,0	0,0	0,0		0,0	0,0	Nós (3)
A9	Pouco rachamento / médio rachamento	T1	81,0	51,5	132,5	297,0	0,0	24,0	Nenhum
		T2	77,5	87,0	164,5		24,0	24,0	Nós (8)
A10	Praticamente sem rachamento / pouco rachamento	T1	19,0	43,0	62,0	163,0	0,0	10,0	Nós (1)
		T2	45,0	56,0	101,0		10,0	10,0	Nós (2)

**Figura 28.** Aspecto da touça após acabamento da superfície e identificação da árvore.



**Figura 29.** Marcas utilizadas no campo para identificar as touças e as toras basais designadas para a condução dos estudos.



**Figura 30.** Toras empilhadas no pátio da serraria, prontas para serem depositadas na plataforma de corte. Empresa Irani Madeiras, localizada em Irani, SC.



**Figura 31.** Definição da posição do pranchão diametral na extremidade da tora para orientar o corte e respectiva identificação. Empresa Irani Madeiras, localizada em Irani, SC.





**Figura 32.** Processamento da tora na serra fita simples. Empresa Irani Madeiras, localizada em Irani, SC.



**Figura 33.** Tábua diametral recém obtida evidenciando as rachaduras ao longo de seu comprimento. Empresa Irani Madeiras, localizada em Irani, SC.



**Figura 34.** Momento em que o corte do pranchão diametral é completado na serra fita simples após giro de 90° da tora. Empresa Irani Madeiras, localizada em Irani, SC.



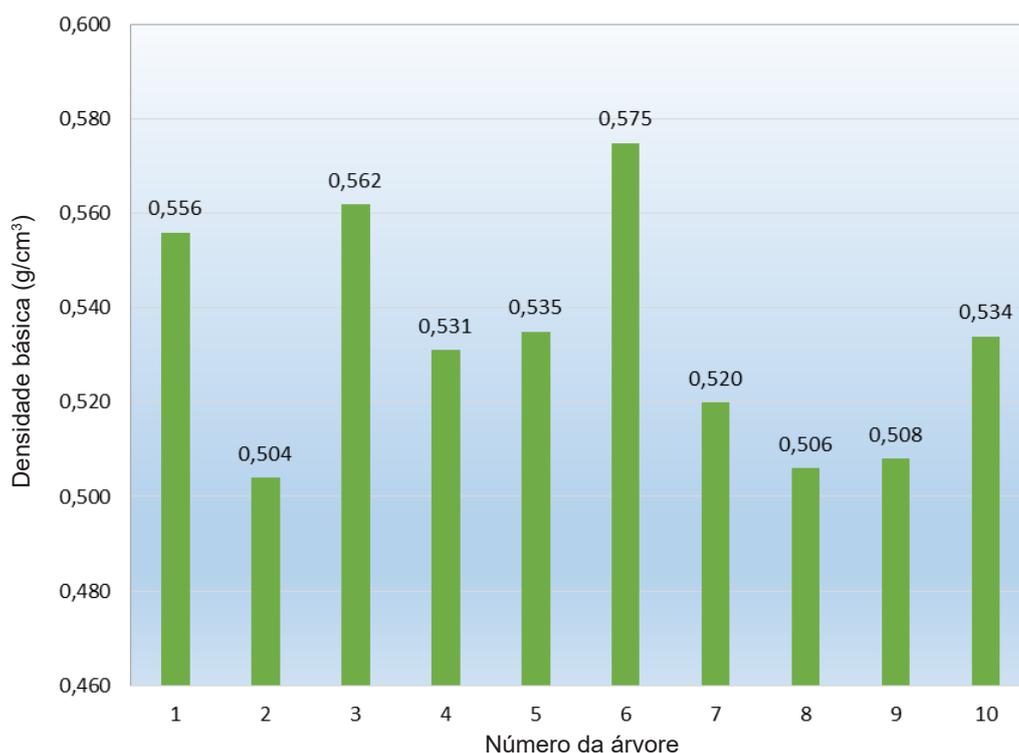
**Figura 35.** Tábuas e pranchões empilhados, devidamente avaliados e identificados, retirar prontos para transporte. Empresa Irani Madeiras, localizada em Irani, SC.

Os resultados obtidos nos ensaios físico-mecânicos da madeira sólida de *E. badjensis* foram provenientes do conjunto formado pelas 10 árvores citadas, sendo as amostras encaminhadas ao Laboratório de Tecnologia da Madeira do Centro de Ciências Agroveterinárias (CAV) da Universidade do Estado de Santa Catarina (Udesc). Um total de 20 pranchões com dimensões de 2,5 m x 0,30 m x 0,12 m, representando a primeira e a segunda tora de cada árvore, formaram a base do estudo. Os resultados apresentados para cada árvore estudada representam a média das determinações efetuadas em cada par de pranchões.

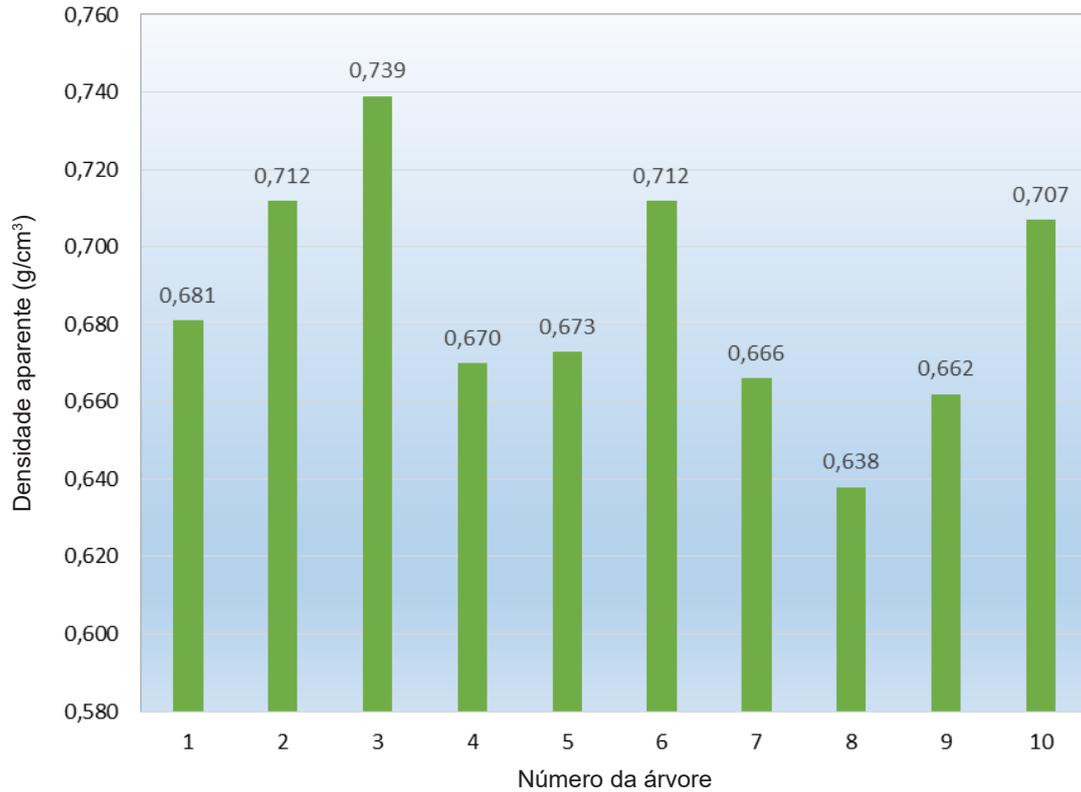
Os ensaios físico-mecânicos realizados foram os seguintes: densidade básica e aparente, retratibilidade, anisotropia de contração, coeficiente de retratibilidade, flexão estática, compressão paralela às fibras, cisalhamento e dureza (tangencial, radial e axial). A confecção dos corpos de prova, os ensaios físico-mecânicos e a determinação das propriedades de interesse foram baseados nos procedimentos descritos na COPANT:

- Massa específica aparente básica: COPANT 461/1972.
- Acondicionamento dos corpos de prova: COPANT 459/1972.
- Retratibilidade: COPANT 462/1972.
- Flexão estática: COPANT 555/1972.
- Compressão paralela às fibras: COPANT 464/1972.
- Cisalhamento: COPANT 463/1972.
- Dureza Janka: COPANT 465/1972.

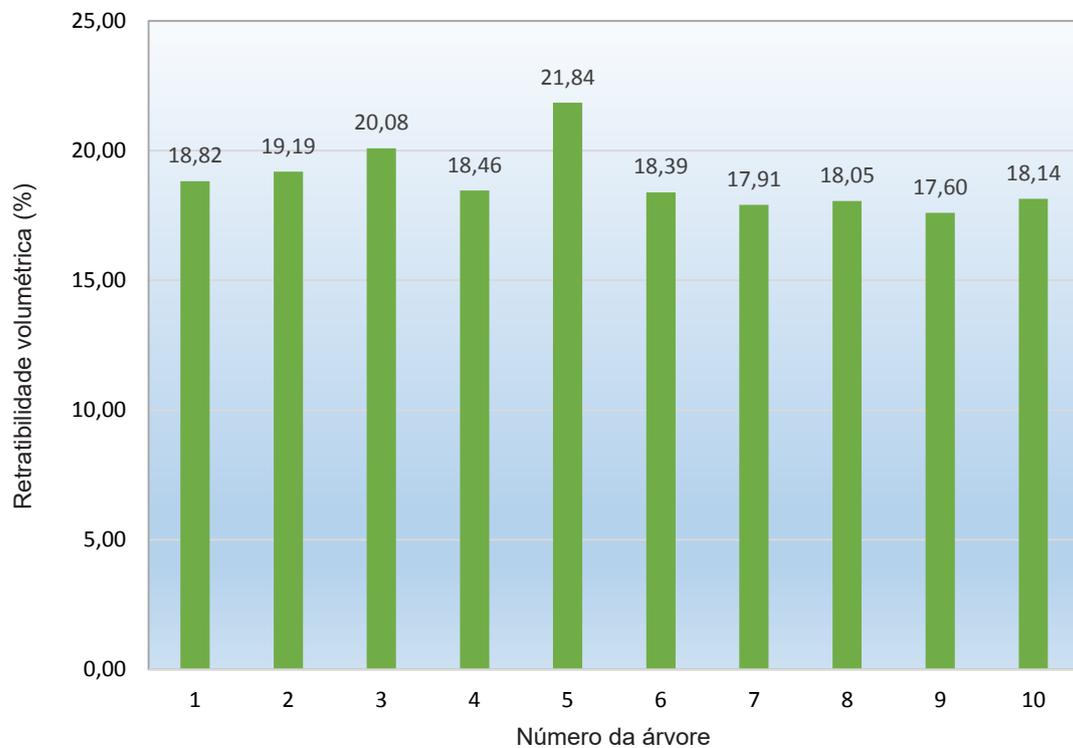
Os resultados individualizados por tipo de ensaio e por árvore encontram-se representados nas Figuras 36 a 48.



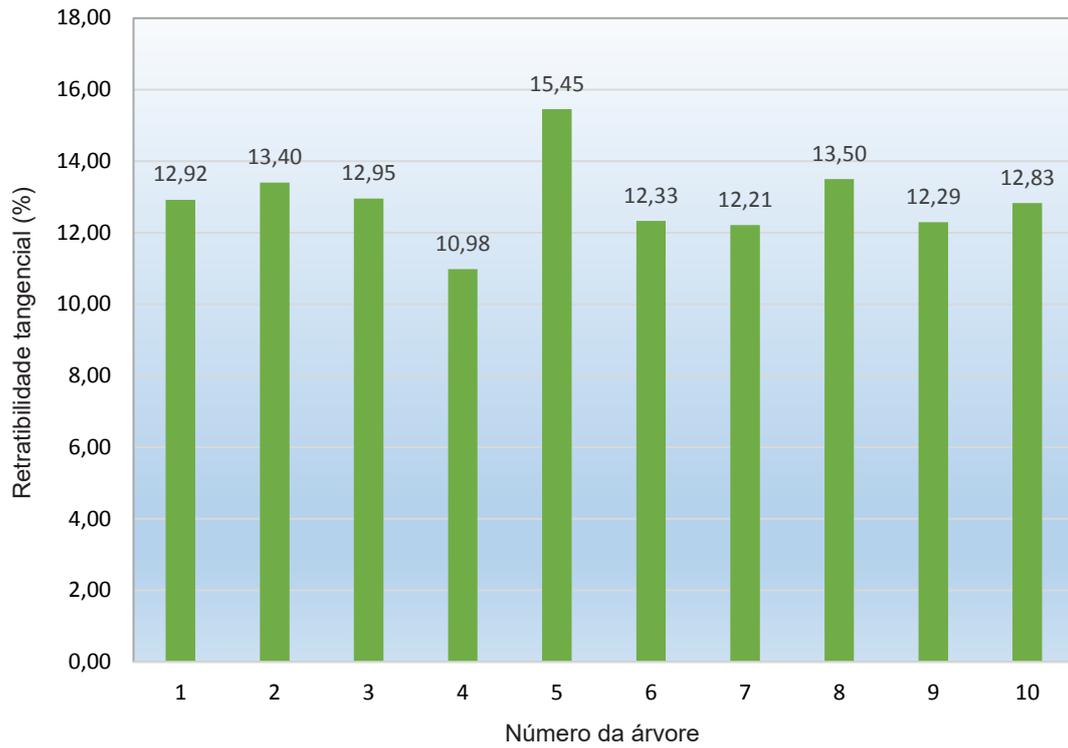
**Figura 36.** Valores de densidade básica das 10 árvores de *E. badjensis* avaliadas no Laboratório da Udesc. Média geral: 0,533 g/cm<sup>3</sup>.



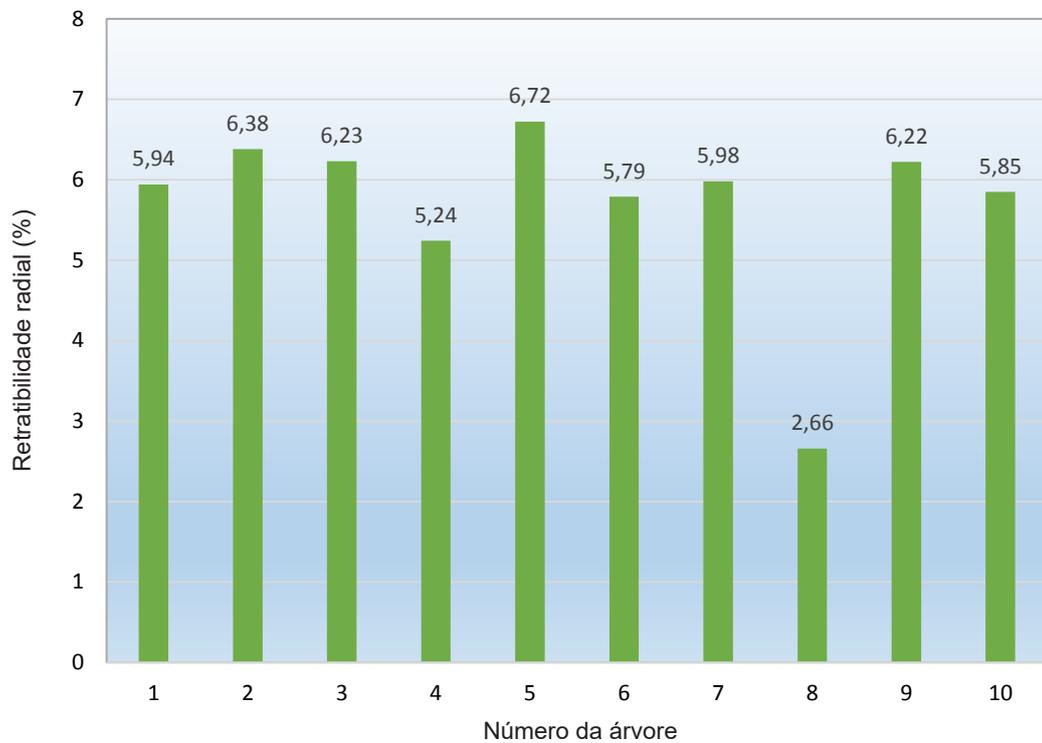
**Figura 37.** Valores de densidade aparente das 10 árvores de *E. badjensis* avaliadas no Laboratório da Udesc. Média geral: 0,686 g/cm<sup>3</sup>.



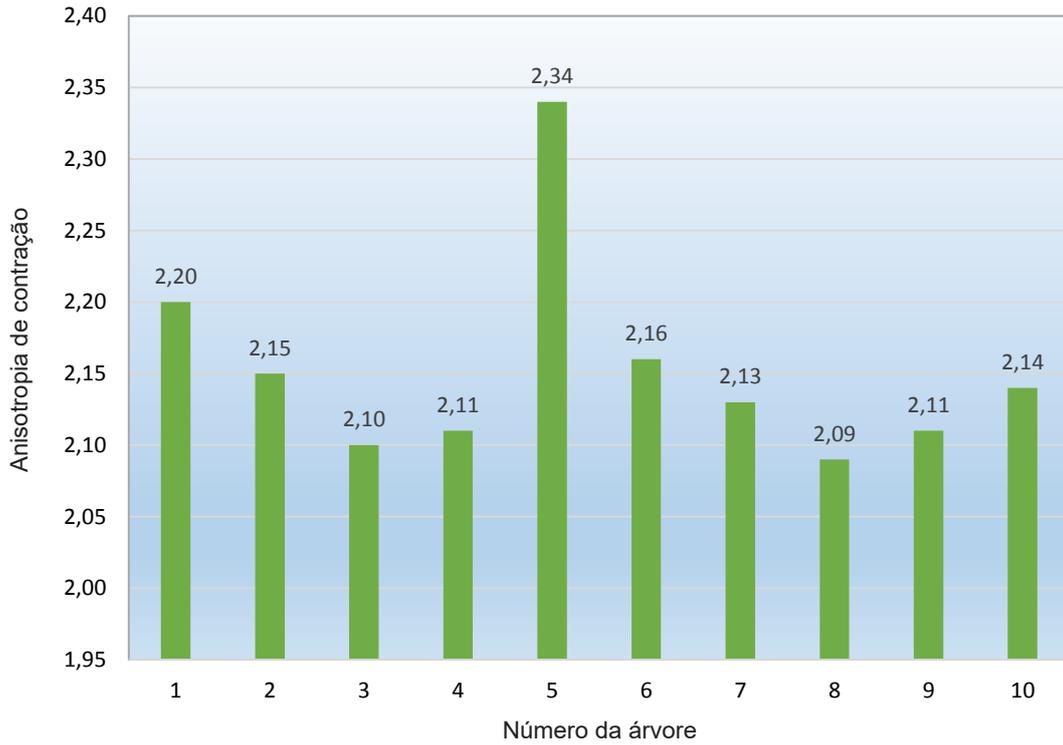
**Figura 38.** Valores de retratibilidade volumétrica das 10 árvores de *E. badjensis* avaliadas no Laboratório da Udesc. Média geral: 18,85%.



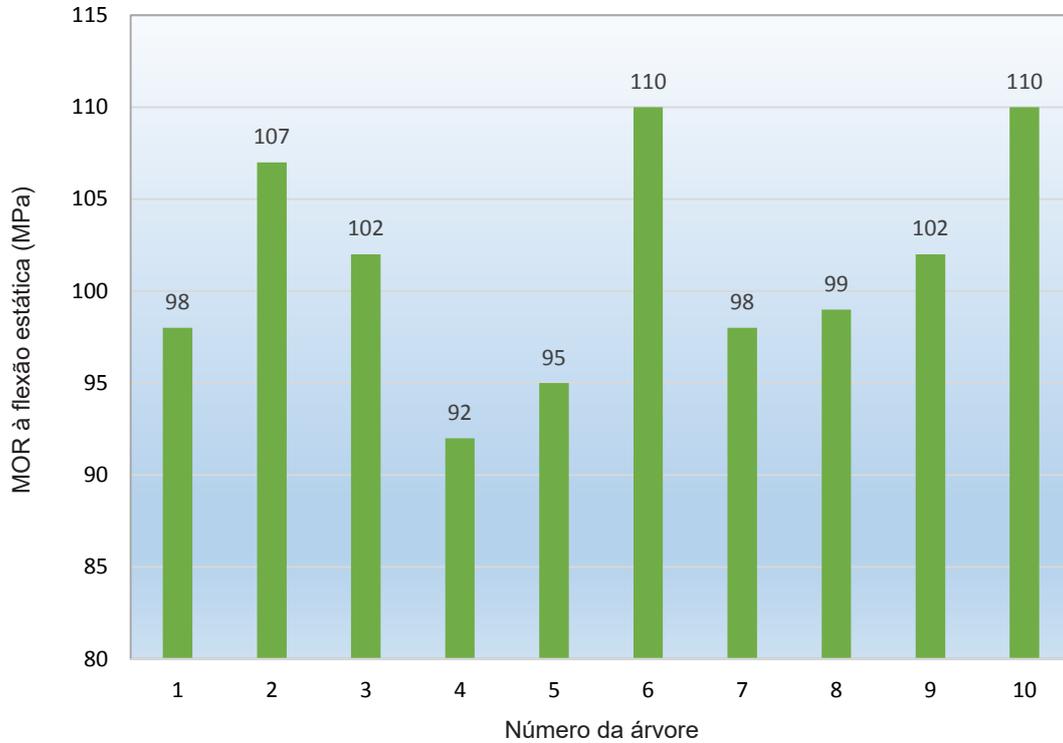
**Figura 39.** Valores de retratibilidade tangencial das 10 árvores de *E. badjensis* avaliadas no Laboratório da Udesc. Média geral: 12,89%.



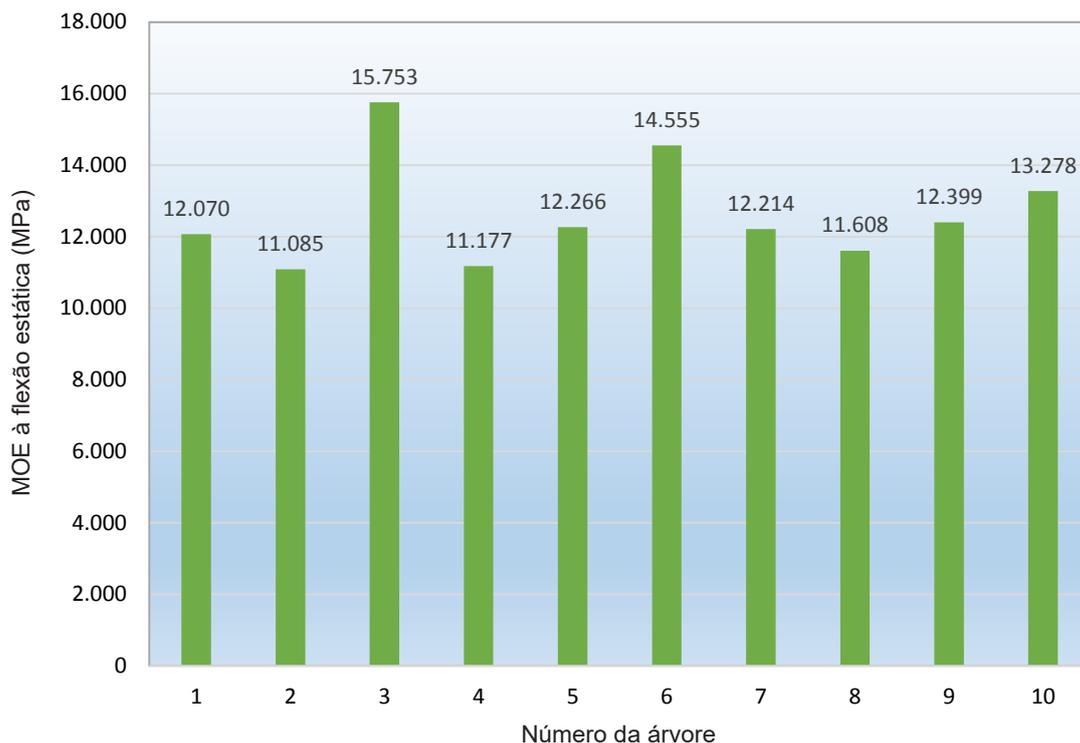
**Figura 40.** Valores de retratibilidade radial das 10 árvores de *E. badjensis* avaliadas no Laboratório da Udesc. Média geral: 5,70%.



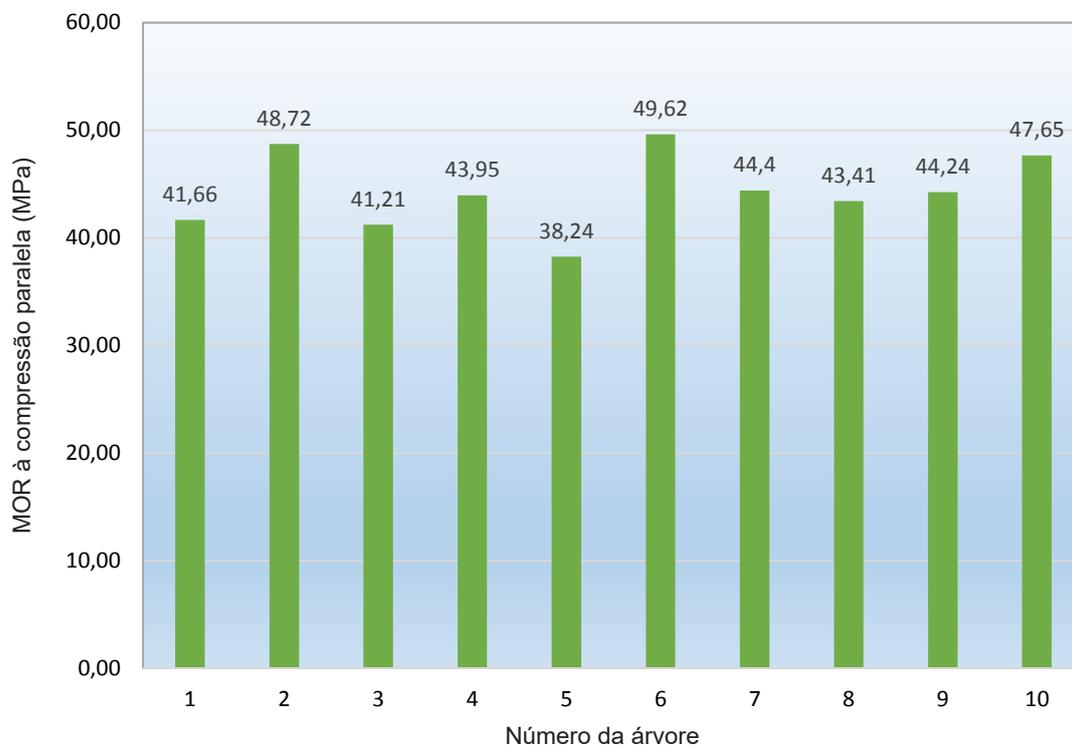
**Figura 41.** Valores de anisotropia de contração das 10 árvores de *E. badjensis* avaliadas no Laboratório da Udesc. Média geral: 2,15.



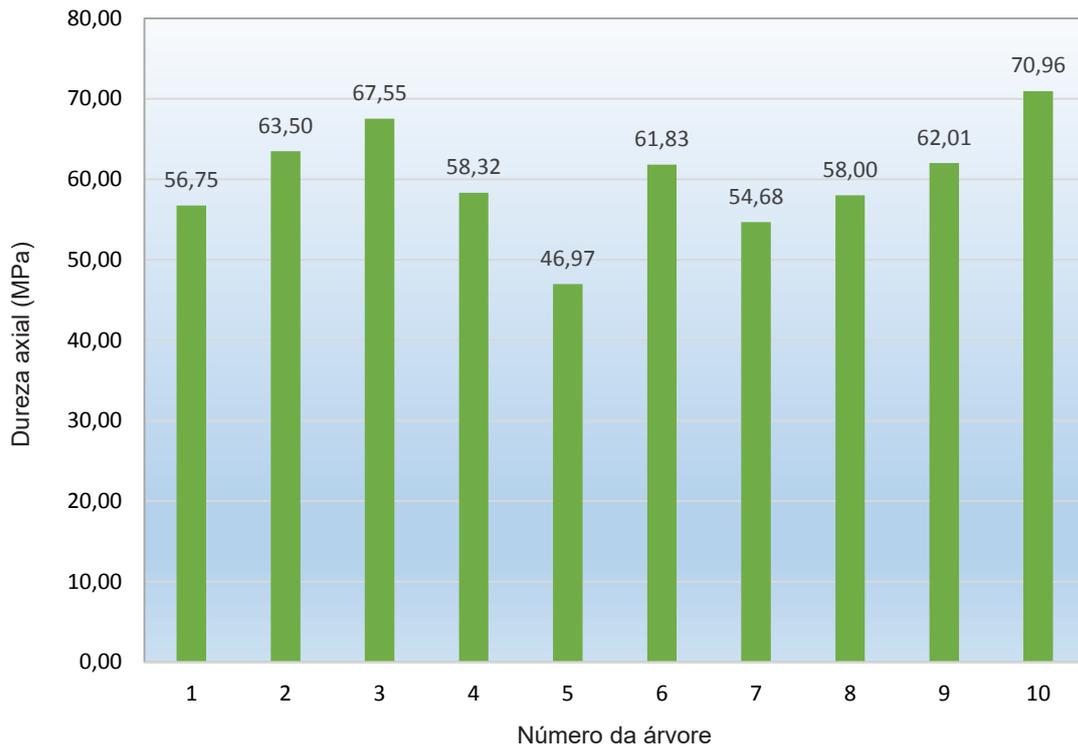
**Figura 42.** Valores de Módulo de resistência (MOR) à flexão estática das 10 árvores de *E. badjensis* avaliadas no Laboratório da Udesc. Média geral: 101 MPa.



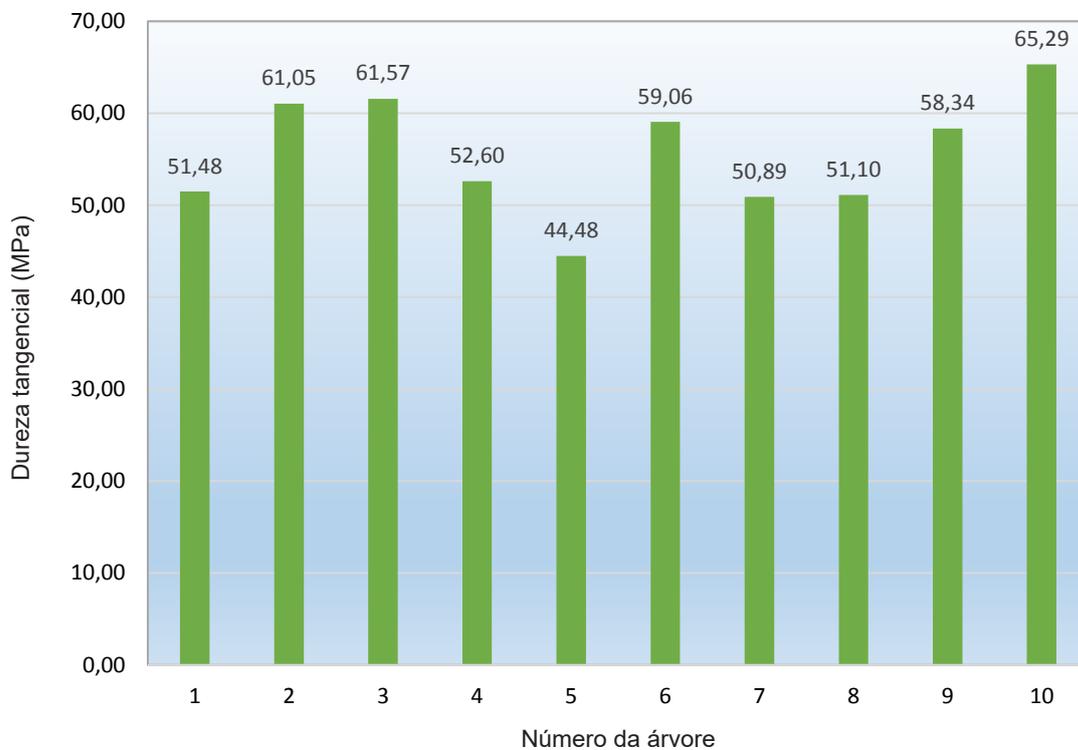
**Figura 43.** Valores de Módulo de elasticidade (MOE) à flexão estática das 10 árvores de *E. badjensis* avaliadas no Laboratório da Udesc. Média geral: 12.641 MPa.



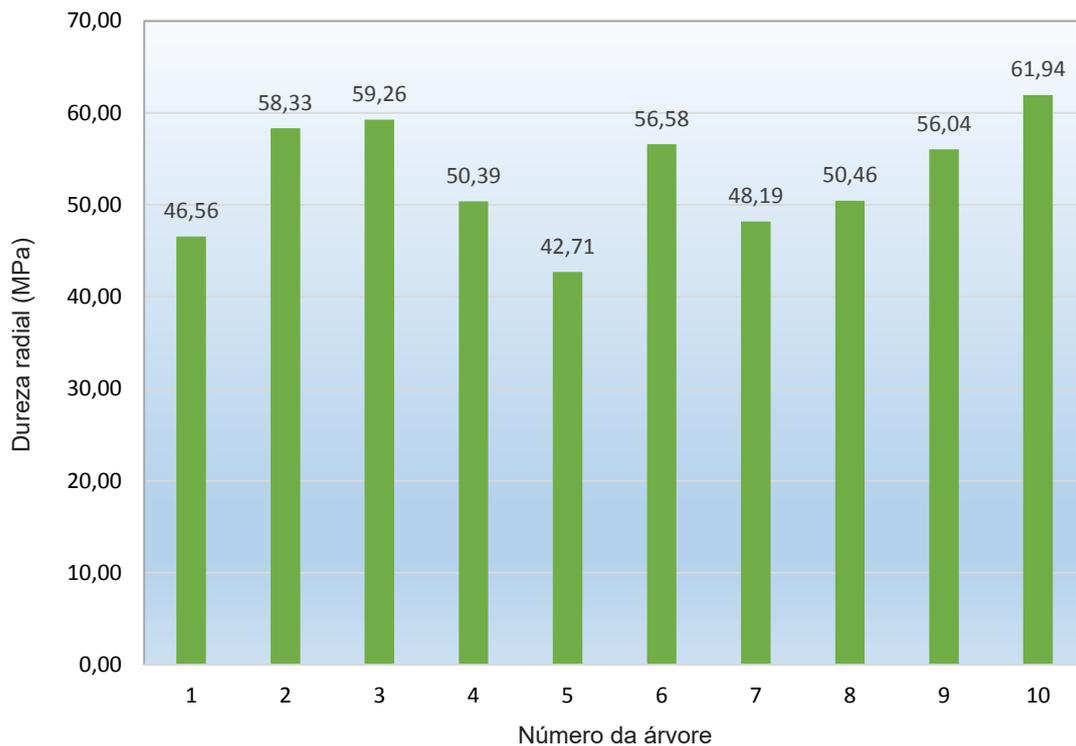
**Figura 44.** Valores de Módulo de resistência (MOR) à compressão paralela das 10 árvores de *E. badjensis* avaliadas no Laboratório da Udesc. Média geral: 44,31 MPa.



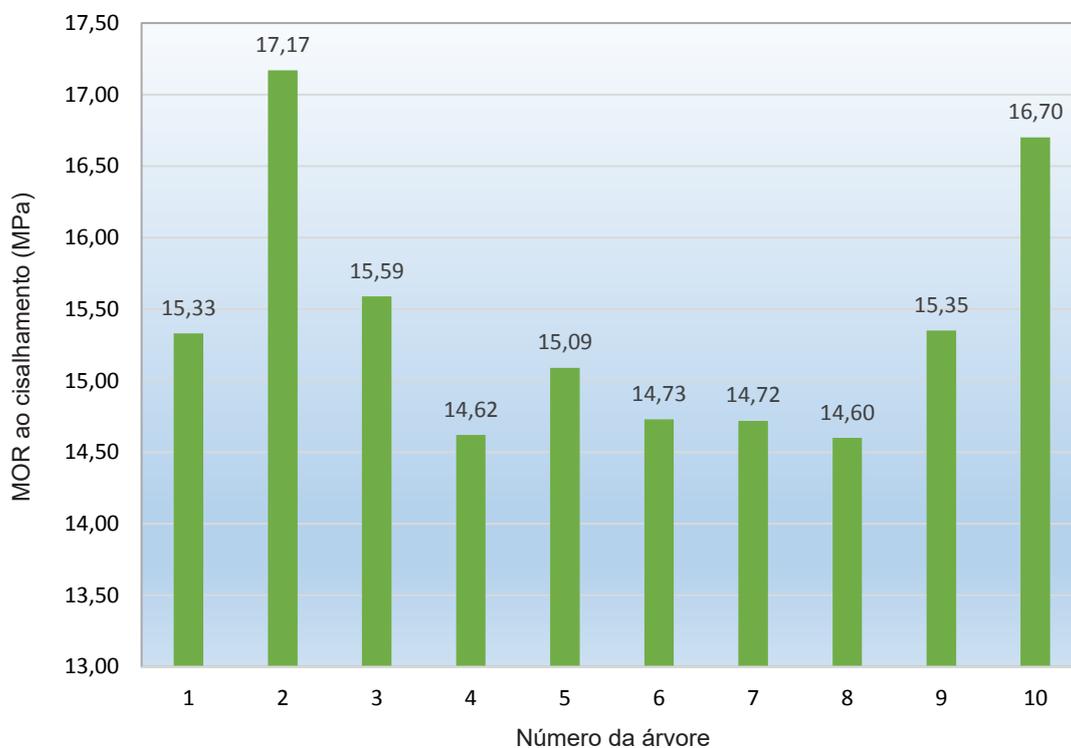
**Figura 45.** Valores de dureza axial das 10 árvores de *E. badjensis* avaliadas no Laboratório da Udesc. Média geral: 60,06 MPa.



**Figura 46.** Valores de dureza tangencial das 10 árvores de *E. badjensis* avaliadas no Laboratório da Udesc. Média geral: 55,59 MPa.



**Figura 47.** Valores de dureza radial das 10 árvores de *E. badjensis* avaliadas no Laboratório da Udesc. Média geral: 53,05 MPa.



**Figura 48.** Valores de Módulo de resistência (MOR) ao cisalhamento das 10 árvores de *E. badjensis* avaliadas no Laboratório da Udesc. Média geral: 15,39 MPa.

### 7.3 Produção de sementes melhoradas

Uma alternativa mais elaborada adotada para a obtenção de sementes melhoradas foi a instalação de um Pomar Clonal de Sementes (PCS) na empresa parceira Celulose Irani S.A., utilizando plantas enxertadas formadas unicamente pelo conjunto de matrizes definidas pelo programa de melhoria existentes nas Populações P5 e P6.

A propagação por enxertia mostrou-se bastante problemática para a espécie, havendo elevadas perdas ao longo do tempo. Os detalhes da técnica encontram-se pormenorizados no item 7.4 (“Estratégia Clonal”, página 65).

O detalhamento quantitativo dos levantamentos de sobrevivência das plantas enxertadas, efetuados em momentos distintos a contar da fase de realização das enxertias em viveiro consta na Tabela 19, apresentada a seguir.

**Tabela 19.** Comparativo da taxa de sobrevivência dos enxertos de *E. badjensis* em abril de 2017 e em janeiro de 2018 nas Populações P5 e P6 como resultado das atividades de enxertia realizada pelas equipes da Embrapa Florestas-Celulose Irani e Kolecti em em nov-dez de 2016 (Fase I) e jan-fev de 2017 (Fase II).

População	Fase	Nº inicial de enxertos	Abril/2017		Janeiro/2018	
			Nº de plantas vivas	% de sobrevivência	Nº de plantas vivas	% de sobrevivência
P5	I	1.000	81	8,1	50	5,0
P6	II	784	464	59,2	171	21,8
Total	-	1.784	545	30,5	221	12,4

Diante dos resultados encontrados, nota-se que houve sensíveis perdas de material entre uma avaliação e outra. A taxa de pegamento global no ambiente de viveiro decresceu de 30,5% para 12,4% entre abril de 2017 e janeiro de 2018.

A despeito da morte de plantas, o número de matrizes resgatadas permaneceu inalterado: 26 em 50 na População P5 (52%) e 47 em 50 na População P6 (94%). Em termos globais isso representou, até o momento de instalação do PCS no campo, 73% de sucesso em termos de representatividade para a espécie. Como o número de cópias obtidas de cada matriz foi bastante variável, uma eventual perda de plantas em matrizes com uma ou duas cópias apenas repercutiria diretamente sobre a porcentagem de sucesso, o que realmente aconteceu como relatado adiante.

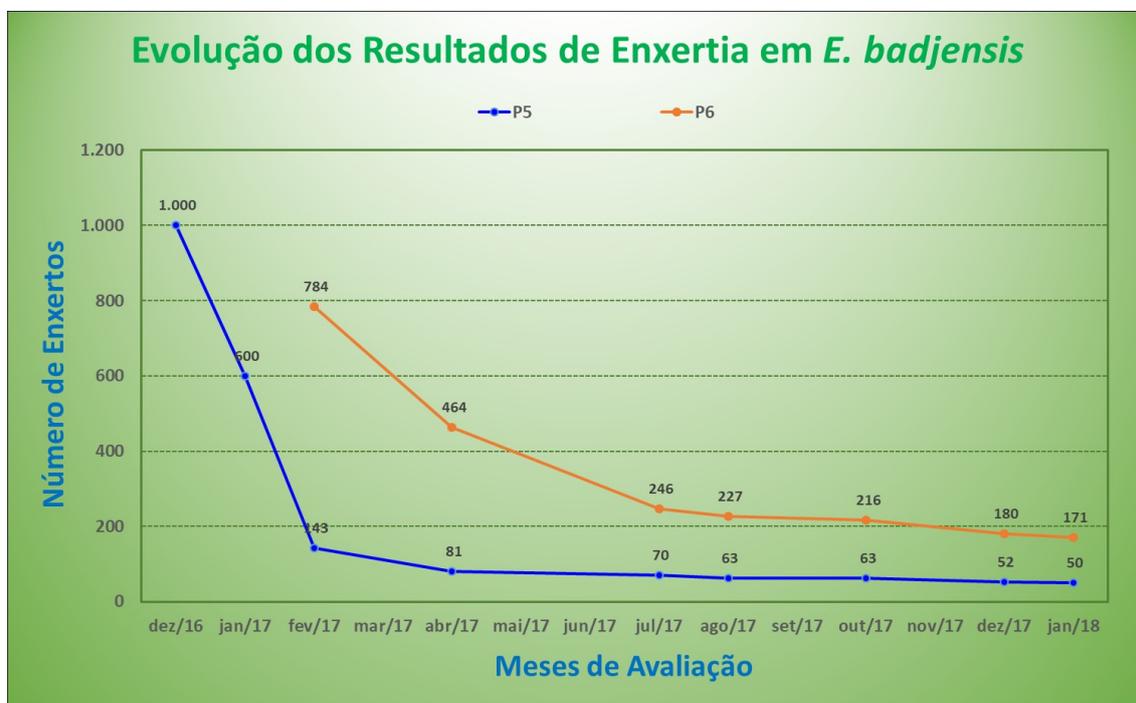
A Figura 49 ilustra as situações verificadas desde o início dos trabalhos em termos de quantidade de enxertos potencialmente viáveis para o resgate de matrizes das duas populações consideradas (P5 e P6).

Encerrada a etapa de formação de plantas enxertadas no viveiro da empresa parceria, em janeiro de 2018 iniciaram-se os trabalhos de implantação das mudas no campo.

A gleba que fora definida para a instalação do PCS encontra-se inserida na Fazenda Marcellinense (Ponte Serrada, SC), de propriedade da empresa, reunindo as condições mais próximas do ideal, quais sejam:

- Facilidade de acesso.
- Entorno sem plantios de eucaliptos.
- Relevo favorável (pequena variação em termos de cotas).

- Bem posicionado na topo-sequência.
- Solo de boa fertilidade natural e de profundidade adequada para o plantio de árvores.
- Pequena vulnerabilidade a ventos.



**Figura 49.** Representação da quantidade de enxertos disponíveis em função dos meses decorridos.

O solo foi classificado como Nitossolo Bruno Distroférico e foram efetuadas amostragens a duas profundidades (0-20 cm e 20-40 cm) em 15 pontos do terreno, possibilitando obter ao final duas amostras compostas, as quais foram destinadas ao Laboratório de Física e Química de Solos da Empresa Florestas para processamento. Os resultados auxiliaram a recomendação de correção de fertilidade e acidez do solo via adubação química e calagem.

Os resultados da análise de rotina de solo e de análise granulométrica para as amostras compostas (0 cm a 20 cm de profundidade e 20 cm a 40 cm de profundidade), obtidas na gleba da Fazenda Marcelinense (Ponte Serrada, SC) destinada à instalação do PCS, encontram-se na Tabela 20.

Após o exame dos resultados das análises efetuadas, fez-se a seguinte recomendação para contornar as limitações constatadas na gleba utilizada para a instalação do PCS:

- Fonte de N: Sulfato de Amônio, na quantidade de 90 gramas/planta.
- Fonte de  $P_2O_5$ : Super Triplo, na quantidade de 175 gramas/planta.
- Fonte de  $K_2O$ : Cloreto de Potássio, na quantidade de 60 gramas/planta. Ou:
- N- $P_2O_5$ - $K_2O$  Combinado: Opção a) Fórmula 08-32-16 na quantidade de 220 gramas/planta; Opção b) Fórmula 09-33-12 na quantidade de 220 gramas/planta, adicionada de 40 gramas/planta de KCl, sendo, portanto, praticamente mantidos os níveis originalmente indicados para os três macronutrientes.

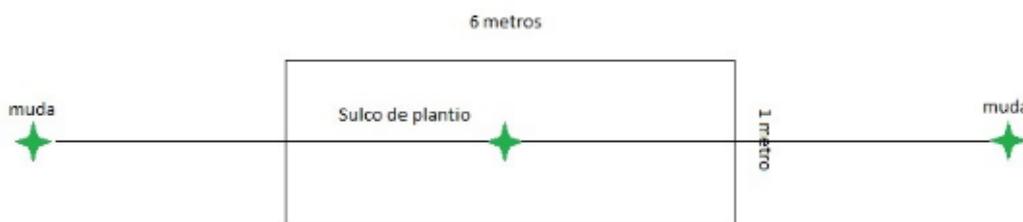
**Tabela 20.** Resultados analíticos das amostras de solo obtidas a duas profundidades na área designada para instalação do PCS de *E. bacjensis*.

Nº de controle do laboratório	Identificação da amostra	pH		Al <sup>3+</sup>	H + Al <sup>3+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	K <sup>+</sup>	SB	T	P	NT*	CT*	V	m	Argila	Areia	Silte
		CaCl <sub>2</sub>	SMP															
38898	0-20 cm	4,03	4,64	5,06	16,63	0,13	0,03	0,07	0,23	16,86	2,4	0,29	5,05	1	96	616	74	310
38899	20-40 cm	4,04	4,69	4,74	15,91	0,00	0,00	0,03	0,03	15,94	1,3	0,21	3,76	0	99	646	65	289

Observações: \* CT: carbono total; NT: nitrogênio total. Procedimento realizado em analisador CHNS.

A aplicação propriamente foi executada por meio de matraca de plantio em 3 ou 4 pontos, distantes em torno de 25 cm do caule da muda, parcelando-se por igual a quantidade depositada em cada cavidade aberta no solo.

Quanto à calagem, foi utilizado calcário dolomítico em função dos teores baixos de Ca e Mg revelados na análise. Neste caso, aplicou-se a dose de 1,2 quilogramas do produto para cada planta, distribuído em uma faixa de 6 m x 1 m paralelamente à linha de plantio, não havendo necessidade de se colocar calcário raio de 25 cm ao redor da muda. Dessa forma, condições adequadas para o crescimento do sistema radicular responsável pela nutrição da árvore foram propiciadas nesse volume de solo. A Figura 50 abaixo ilustra o procedimento adotado no campo.



**Figura 50.** Representação da zona de distribuição de calcário de modo a beneficiar o desenvolvimento do sistema radicular e a nutrição das plantas do PCS.

Como a gleba destinada à implantação do PCS encontrava-se com o solo descoberto, inclusive restando leiras de resíduos de colheita, para a execução da operação de plantio propriamente dita foi realizada previamente a marcação das posições nas quais seriam plantadas as mudas mediante o uso de estacas de madeira de dimensões aproximadas de caibro (7 cm de largura; 5 cm de espessura; 2,25 m de comprimento) para maior estabilidade e durabilidade, firmemente fincadas verticalmente no solo para tutoramento das mudas até se tornarem bem desenvolvidas. Posteriormente, foram abertas as covas de plantio proximamente às estacas por meio de motocoveador.

Após esses trabalhos, iniciaram-se os procedimentos para o plantio das mudas no terreno. Os vasos contendo as plantas foram distribuídos ao longo das colunas de plantio respeitando o posicionamento contido no mapa de campo previamente preparado. Na sequência e ordenadamente, estas foram sendo removidas dos vasos no momento de execução do plantio. Nesta oportunidade, foi realizada a retirada do excesso de substrato com o uso de facão, concomitantemente ao ajuste da dimensão das covas quanto ao diâmetro e profundidade com o auxílio de ferramentas apropriadas (enxada e chileno). Antes da acomodação das mudas ainda se fez o corte de eventuais raízes enoveladas presentes na parte inferior, correspondente à base dos vasos. Vez ou outra, desde que se notasse forte compactação do substrato, procurou-se esfarelar manualmente a terra na camada de baixo do torrão para facilitar o desenvolvimento de novas raízes no campo.

Uma vez a planta estando acomodada na cova, fez-se o preenchimento com solo e deu-se uma leve compactada pressionando-se a terra solta ao redor da muda com o solado do calçado para firmá-la bem ao solo, evitando-se possível tombamento. Ao final, prendeu-se cada muda ao respectivo tutor por meio de barbante afixado em duas posições devidamente distanciadas para maior estabilidade da planta frente aos ventos.

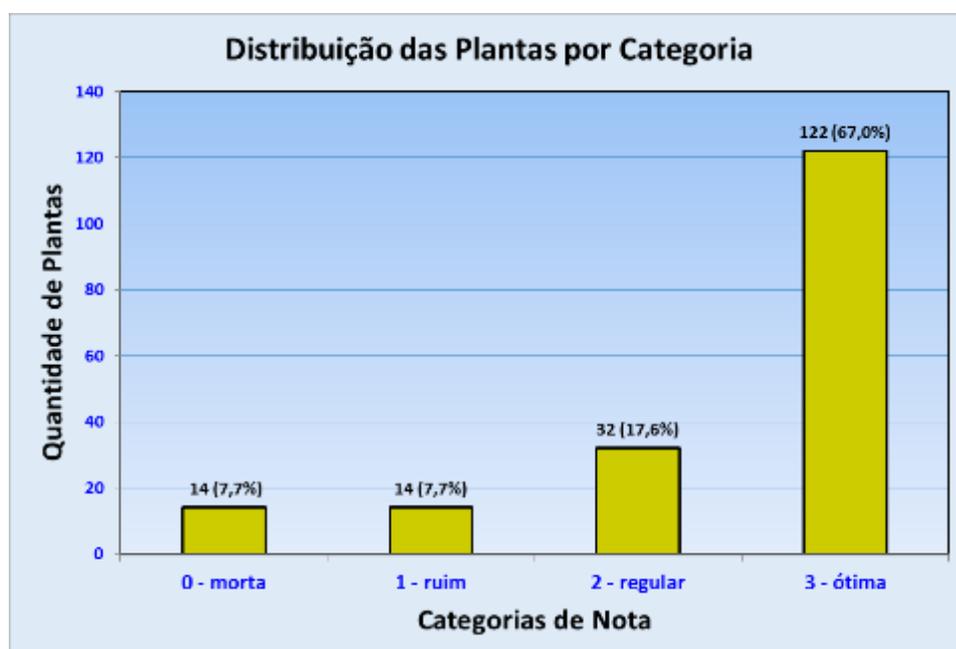
Em abril de 2018 foi realizada uma avaliação em todas as plantas presentes no PCS, sendo atribuídas notas individualizadas com base na aparência visual (nota 0 – planta morta; nota 1 – condição geral ruim; nota 2 – condição geral regular e nota 3 – condição geral boa). Além disso, efetuou-se a reposição dos barbantes de sustentação das plantas às estacas de madeira que haviam se dete-

riorado e também a remoção completa das brotações presentes nos cavalos, as quais agem como competidoras dos enxertos, promovendo o progressivo enfraquecimento dos mesmos.

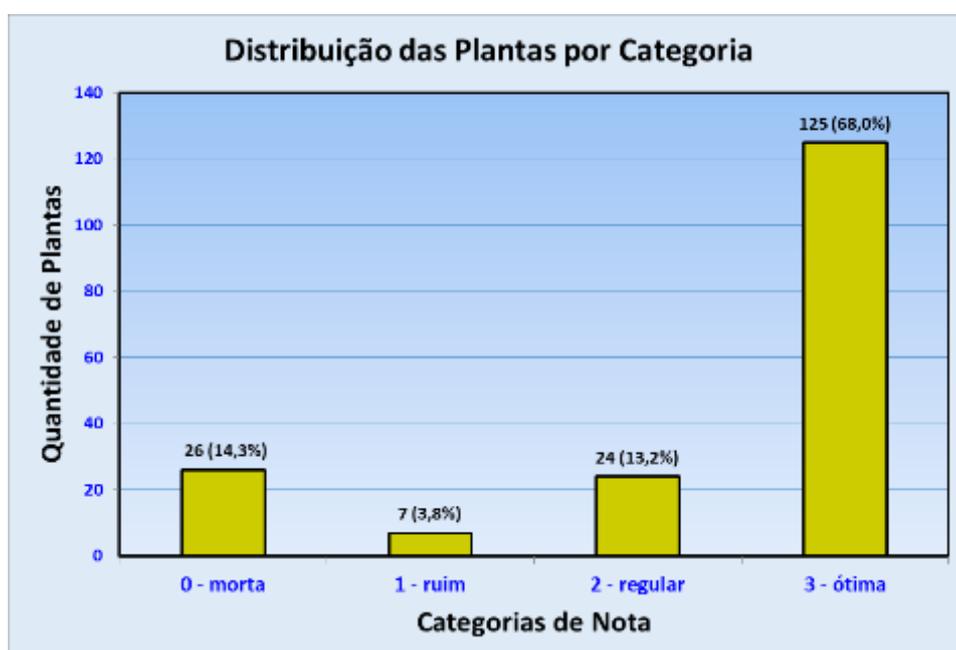
Uma segunda avaliação mais cuidados adicionais semelhantes aos que foram realizados em abril foram conduzidos em setembro de 2018.

Com base no critério de avaliação por notas, a distribuição das plantas do PCS aos três e nove meses de idade nas quatro categorias consideradas estão representadas graficamente conforme as Figuras 51 e 52.

O layout do PCS aos nove meses de idade encontra-se na Figura 53, sendo que cada quadrícula contém a identificação genotípica da matriz e seu respectivo ramete na parte superior, a altura em metros na parte intermediária e a nota de avaliação na parte inferior.



**Figura 51.** Representação gráfica das categorias de avaliação por notas (0 - morta; 1 - ruim; 2 - regular; 3 - boa) das plantas que compunham o PCS da espécie *E. badjensis*. Idade: 3 meses.



**Figura 52.** Representação gráfica das categorias de avaliação por notas (0 - morta; 1 - ruim; 2 - regular; 3 - boa) das plantas que compunham o PCS da espécie *E. badjensis*. Idade: 9 meses.

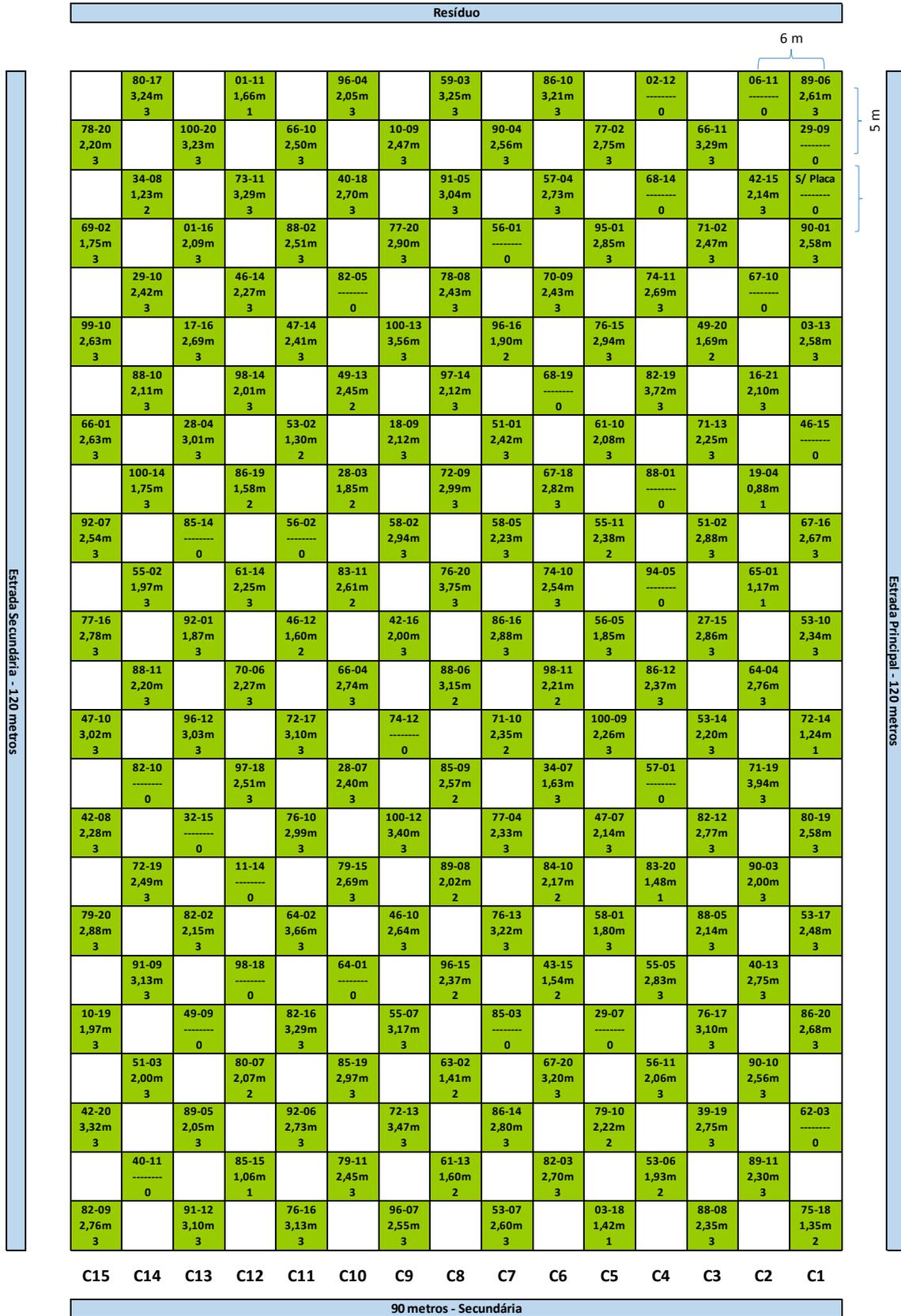


Figura 53. Representação esquemática do PCS da espécie *E. badjensis*. Área total: 10.800 m<sup>2</sup> (espaçamento entre posições: 6 m na linha x 5 m na coluna); número de matrizes representadas: 58 (58% do total de matrizes do Programa de Melhoramento); número de posições: 182.

Quanto à representatividade das matrizes da referida espécie no PCS, a seguinte situação se fez presente decorridos nove meses desde o plantio:

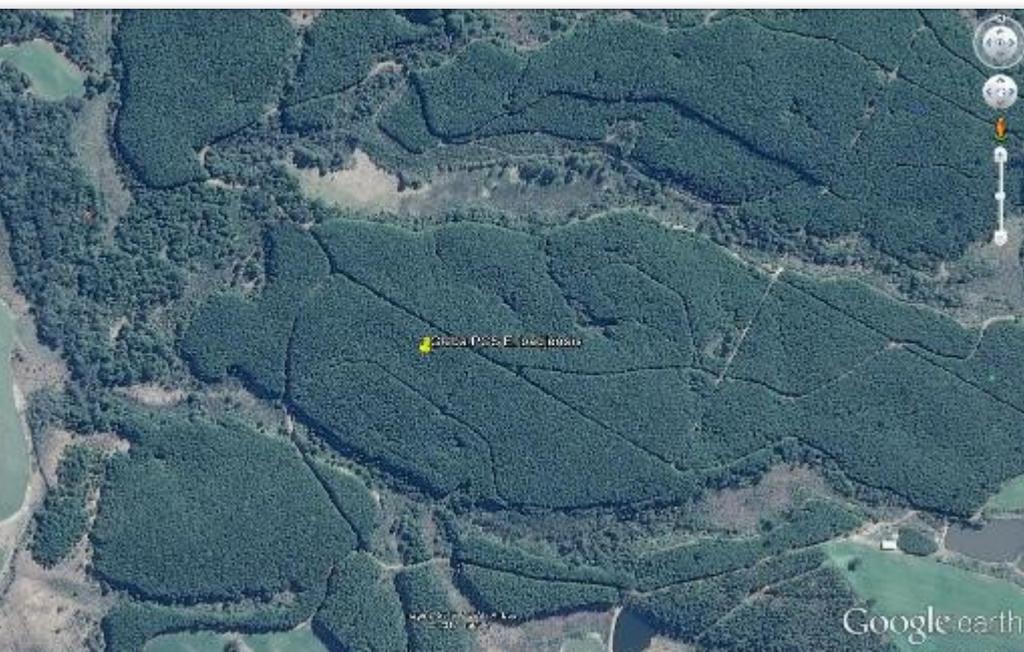
- a) Matrizes faltantes (total de 42 genótipos): 02, 04, 05, 06, 07, 08, 09, 11, 12, 13, 14, 15, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 30, 31, 32, 33, 35, 36, 37, 38, 41, 44, 45, 48, 50, 52, 54, 60, 62, 68, 81, 84, 87, 93 e 94.
- b) Matrizes com uma ou duas cópias (total de 31 genótipos): 01, 03, 10, 16, 17, 18, 19, 27, 29, 34, 39, 40, 43, 49, 57, 56, 59, 63, 64, 65, 69, 70, 73, 74, 75, 78, 83, 95, 97, 98 e 99.
- c) Matrizes com três a seis cópias (total de 27 genótipos): 28, 42, 46, 47, 51, 53, 55, 58, 61, 66, 67, 71, 72, 76, 77, 79, 80, 82, 85, 86, 88, 89, 90, 91, 92, 96 e 100.

Para as situações “a” e “b”, recomendou-se evitar esforços para realizar novas enxertias a fim de resgatar as matrizes não representadas e aumentar a chance de manutenção daquelas que já tinham sido resgatadas, porém, que ainda se encontravam sob risco de serem perdidas por eventuais ocorrências desfavoráveis a campo em função da pequena quantidade de cópias disponíveis (total de 73 genótipos).



A Figura 54 mostra o aspecto do PCS após poucos meses de instalação no campo, enquanto que a Figura 55 mostra o posicionamento da gleba (marcador amarelo), a geografia predominante e parte da vegetação existente nos arredores do PCS.

**Figura 54.** Pomar Clonal de Sementes (PCS) instalado em janeiro de 2017 na Fazenda Marcelinense (Ponte Serrada, SC), pertencente à Celulose Irani. Idade: 9 meses.



**Figura 55.** Localização do talhão localizado na Fazenda Marcelinense (Ponte Serrada, SC) contendo a gleba - ainda ocupada com pinus - que fora destinada à implantação do PCS da espécie *E. badjensis* (Latitude 26°55'06.26"S, Longitude 51°50'53.08"O, Altitude 1.102 m).

Fonte: Google Earth (08/10/2016).

## 7.4 Estratégia clonal

### 7.4.1 Enxertia

A fase de formação de enxertos demandou um longo período desde a semeadura até o estágio das plantas estarem aptas para a realização das enxertias. O tempo total foi de 12 meses. Decorridos seis meses foi feita a adubação para engrossamento dos caules. Esta constituiu basicamente da seguinte recomendação: sulfato de amônio à base de 4,0 gramas por litro de água, superfosfato simples à base de 10,0 gramas por litro de água, FTE BR-12 à base de 1,0 grama por litro de água e, finalmente cloreto ou nitrato de potássio à base de 4,0 gramas por litro de água. O preparado foi aplicado semanalmente na quantidade de 200 mL por muda até as plantas adquirirem a conformação desejada.

Levando em conta a quantidade de porta-enxertos disponíveis em dezembro de 2016, concluiu-se que seria possível efetuar 20 tentativas em cada matriz da População P5 de *E. badjensis*. O trabalho de enxertia propriamente dito foi realizado por duas equipes, uma formada pela Embrapa-Celulose Irani (quatro membros) e a outra pela empresa contratada Kolecti (três membros), sendo convergidos os esforços de ambas em prol de uma adequada condução da atividade. O grupo da Embrapa-Celulose Irani ficou responsável por 8 repetições e o grupo da Kolecti por 12.

Diariamente, entre 7 e 8 matrizes foram escaladas para a coleta de hastes destinadas à enxertia e também para a obtenção de amostras de sementes quando disponíveis. No momento do processamento dos ramos em solo foram anotadas a presença de botões florais e, ou frutos. O material foi sendo transportado ao viveiro à medida que as coletas foram realizadas para condução das enxertias propriamente ditas, devidamente acondicionado em contêineres contendo gelo para manter temperaturas amenas, sendo parte das hastes das matrizes manuseadas ainda no período da manhã e parte no período da tarde.

A técnica de enxertia aplicada foi a de garfagem de topo em praticamente 100% das mudas trabalhadas. As hastes foram submetidas individualmente a cortes de acabamento (sendo mantidas algumas folhas inteiras para realização da fotossíntese e transporte de seiva) e tratadas em cubas contendo solução de hipoclorito e fungicida. A sequência de banhos foi a seguinte: solução de hipoclorito (50 mL em 10 litros de água), água limpa fornecida pela empresa de abastecimento público Companhia Catarinense de Águas e Saneamento (Casan), solução fungicida (1,0 g do i.a. em 10 litros de água) e novamente água limpa. A escolha das partes vegetais do enxerto e do porta-enxerto a serem conectadas foi condicionada segundo dimensões compatíveis quanto ao diâmetro e, após os respectivos cortes de afilamento em bisel e de seccionamento longitudinal, as mesmas foram unidas e presas firmemente com fitilho, inicialmente dando-se várias voltas com o tipo biodegradável e finalizando posteriormente com o comum, quando o material estava muito lignificado, para permitir um maior acoplamento até o pegamento. Foram mantidas entre 2 e 6 folhas adultas, algumas eventualmente seccionadas transversalmente. Um rápido borrifo de solução fungicida fora aplicado em direção da posição de união entre enxerto e porta-enxerto. Finda essa parte, fez-se a colocação do saquinho plástico, sendo amarrado na base com barbante com força suficiente para prendê-lo ao caule. Antes, porém, cada embalagem plástica também recebeu previamente um borrifo de solução fungicida. Estes saquinhos foram posteriormente recobertos com sacos de papel pardo contendo pequenos orifícios feitos com tesoura ou furador de papel para possibilitar a passagem de pequena quantidade de luz e, ao mesmo tempo, para atenuar a forte radiação solar daquela época do ano, o que poderia ocasionar a deterioração dos tecidos jovens dos enxertos. Os envoltórios em papel ficaram afirmados na planta mediante o uso de elásticos de borracha. Todos os vasos foram acomodo-

dados no interior da casa de sombra, sendo deixado um espaço para circulação a cada três fileiras para as vistorias periódicas que foram efetuadas ao longo dos meses seguintes.

A irrigação das mudas pelo sistema de aspersão ficou programada inicialmente para ocorrer em três turnos de 30 minutos, sendo o primeiro das 07h00 às 07h30, o segundo das 12h00 às 12h30 e o último das 18h00 às 18h30. Além disso, foi instalada uma mangueira d'água para molhamento direto dos vasos para complementar a umidificação do substrato em dias muito quentes ou na ausência prolongada de chuva.

Na primeira etapa dos trabalhos foram enxertadas 50 matrizes de *E. badjensis* da População P5, o que representou 50% das árvores selecionadas para esta espécie. Como foram realizadas 20 cópias por matriz, o trabalho resultou um total de mil enxertos executados. Todos os enxertos foram identificados com plaquetas plásticas afixadas com arame encapado na base das plantas enxertadas nas quais foram anotados: espécie, número da matriz, número da repetição e data de realização.

Das matrizes escaladas, foram detectadas a presença de botões florais e, ou frutos em 37 matrizes (74%). Em 25 matrizes (50%) foi possível coletar uma pequena quantidade de frutos maduros. Com base nesse levantamento fenológico, notou-se evidências de início de maturidade reprodutiva para a maioria das plantas. Em apenas 13 matrizes (26%) não foram encontrados botões florais e tampouco frutos.

Todas as plantas enxertadas ao final de 2016 foram examinadas individualmente em janeiro de 2017 quanto ao pegamento e condições gerais. Com base nas constatações visuais efetuadas, optou-se por retirar completamente a proteção do saquinho de papel para permitir a realização da fotossíntese pelos brotos; em seguida, desamarrou-se os saquinhos plásticos (envoltórios) da grande maioria das plantas para maior arejamento dos tecidos jovens. Os envoltórios propriamente permaneceram recobrendo os enxertos por um período adicional de até dez dias, sendo finalmente removidos definitivamente. A expectativa com esse procedimento era a de que os enxertos mais adiantados já estivessem apresentando ao final desse período alguns pares de folhas bem evidentes. Esse tempo adicional de proteção pelos envoltórios, agora parcial, contribuiu para a aclimação gradual do material antes de ficar completamente exposto às condições ambientais, mesmo que isso tivesse ocorrido num primeiro momento ainda sob a proteção de sombrite na casa de sombra. Nesse meio tempo, quando foram encontradas plantas com saquinhos plásticos amarrados, apenas soltou-se o barbante. Três plantas foram deixadas completamente desprovidas de envoltório devido ao avançado estágio de desenvolvimento dos brotos detectado durante a avaliação das partes enxertadas.

Nessa ocasião também foi feita, sempre que necessário, a remoção de partes necrosadas mediante o uso de tesoura de poda, além da retirada de brotações novas provenientes dos porta-enxertos, as quais competem com os brotos recém emergidos dos enxertos. As ferramentas foram sendo repetidamente esterilizadas em álcool etílico 92,8° para minimizar o risco de ocorrência de contaminações.

Em avaliações subsequentes constatou-se expressiva mortalidade de porta-enxertos, sendo a causa provável o excesso de água nos vasos. A composição do substrato utilizado dificultou a drenagem, fator este que, associado à estação chuvosa mais a irrigação, culminaram com a morte de significativa quantidade de plantas. Para evitar perdas adicionais, a recomendação foi efetuar permanentemente vistorias para verificar a condição de umidade dos vasos, condicionando a necessidade ou não de se realizar os turnos de irrigação por aspersão ou ainda a sua duração. Os vasos contendo plantas mortas foram sendo sistematicamente removidos da área protegida. Outro ponto importante observado foi a ocorrência de fungos foliares, fazendo-se a aplicação de produtos químicos de ação fungicida conforme rotina empregada na produção comercial de mudas no viveiro.

A contagem de enxertos viáveis totalizou 600 unidades, correspondendo, portanto, a 60% de sucesso decorrido pouco mais de um mês. Essa taxa inicial foi considerada satisfatória, muito embora novas perdas fossem esperadas ao longo do tempo de formação das mudas. Atenção especial foi dada a essas plantas para garantir uma quantidade mínima de enxertos bem formados de cada matriz para dar continuidade aos trabalhos de melhoramento previstos.

Em fevereiro de 2017 foi realizado um exame pormenorizado em cada planta enxertada do primeiro lote de enxertos (dezembro de 2016) com o intuito de se aplicar procedimentos conforme as situações apresentadas. Nesse sentido, foram executadas as seguintes intervenções: eliminação de enxertos inviáveis por estarem necrosados, murchos e secos; recolocação de envoltórios plásticos e recobrimento com saquinhos de papel nos enxertos contendo brotos muito prematuros; substituição, nos enxertos pegos, dos saquinhos de papel que ficaram comprometidos devido ao contato com a água, os quais ainda permaneceram sujeitos à perda se expostos diretamente ao ambiente; eliminação dos tutores de bambu; remoção das plaquetas de identificação dos enxertos descartados.

Sob orientação da Embrapa Florestas, a equipe da Celulose Irani reacomodou os enxertos sobreviventes no interior da casa de sombra, formando uma fileira dupla de vasos contendo plantas saudáveis, já que todos os vasos sem enxertos foram retirados desse ambiente. Naqueles que permaneceram, as plantas mortas foram cortadas com alicate de modo a restar pouca parte aérea. Foram contabilizados 143 enxertos viáveis (14,3% em relação ao número inicial), o que correspondeu a uma perda de 76% em relação à contagem efetuada no início de janeiro de 2017, quando havia aproximadamente 600 enxertos viáveis. Por sua vez, houve uma perda acumulada de 85,7% desde o início dos trabalhos considerando o total de enxertos realizados (1.000).

Da mesma forma que ao final de 2016, a segunda etapa dos trabalhos de enxertia foi realizada por duas equipes, uma formada pela Embrapa-Celulose Irani (quatro membros) e a outra pela Kolekti (seis membros). A quantidade de enxertos realizados foi variável por não haver número suficiente de mudas em condições adequadas para se obter as 20 cópias previstas inicialmente para cada uma das 50 matrizes da População P6.

No campo, foram detectados botões florais e, ou frutos em 33 matrizes (66%). Em 22 matrizes (44%) foi possível coletar uma pequena quantidade de frutos maduros. Por fim, em 17 matrizes (34%) não foram encontrados botões florais nem frutos. Essas observações confirmaram o início da fase reprodutiva das plantas da espécie.

Em abril de 2017 todos os vasos contendo enxertos sobreviventes foram examinados com o objetivo de avaliar o pegamento dos enxertos e seu desenvolvimento, condição fitossanitária geral e ocorrência de brotações provenientes dos porta-enxertos, condicionando conseqüentemente as intervenções de manejo necessárias. Com base nas constatações efetuadas, foram tomadas as seguintes providências: a) remoção definitiva do envoltório plástico, mantendo-se apenas o saco de papel; b) remoção definitiva do envoltório plástico e do saco de papel; c) remoção do saco de papel e do envoltório plástico, aplicação de solução de fungicida sobre os brotos novos emitidos e recolocação dos envoltórios protetores; d) eliminação de partes necrosadas dos enxertos; e) corte definitivo da planta (eliminação mediante corte próximo à base devido à morte do enxerto e, ou do porta-enxerto); f) retirada do excesso de brotações no caule. Uma parte dos sacos de papel em uso foi substituída devido ao fato de estar deteriorada principalmente pela ação da água. Essas ações em conjunto visaram melhorar o desenvolvimento e a chance de sobrevivência das plantas que foram manuseadas no processo de propagação.

Nessa época, procedeu-se a adubações com o intuito de favorecer o crescimento e o alongamento: sulfato de amônio à base de 16 gramas por litro de água, superfosfato simples à base de 6,0 gramas por litro de água, FTE BR-12 à base de 0,5 grama por litro de água e, finalmente, cloreto ou nitrato de potássio à base de 6,0 gramas por litro de água. O preparado foi aplicado semanalmente na quantidade de 200 mL por muda até as plantas adquirirem a conformação desejada.

Da mesma forma que havia sido conduzida em abril de 2017, todos os vasos com enxertos foram examinados em julho de 2017 com o objetivo de avaliar o desenvolvimento dos mesmos, a condição fitossanitária geral e a ocorrência de brotações provenientes dos porta-enxertos, condicionando conseqüentemente as intervenções de manejo necessárias. As seguintes intervenções foram efetuadas na ocasião: a) retirada do fitilho de aproximadamente 20 enxertos que se encontravam mais adiantados; b) eliminação de doze plantas mortas mediante corte próximo à base; c) remoção de partes de enxertos com aparência enegrecida devido a fungos; d) retirada de excesso de brotações no caule de porta-enxertos.

Diante dos resultados encontrados notou-se que em todos os materiais houve uma perda adicional de enxertos desde a avaliação de abril de 2017. A quantidade de enxertos sobreviventes da Etapa II indicou uma situação que permaneceu favorável. Em função do pouco tempo decorrido (quatro e seis meses), admitiu-se que ainda poderiam ocorrer perdas adicionais ocasionadas por rejeição, contaminação biológica ou morte do porta-enxerto, como foi constatado entre os três meses acima reportados. A espécie demonstrou representar grande dificuldade na propagação vegetativa comparativamente a outros germoplasmas (*E. urophylla*, *E. pellita* e *E. grandis*, por exemplo).

A despeito dos resultados quantitativos terem se situado aquém do esperado, as perspectivas de melhoramento genético se mantiveram pela expressiva quantidade de genótipos disponíveis para intercruzamento e futuras hibridações com outras espécies de eucaliptos. Além disso, ressaltou-se a vantagem de não ser mais necessário empreender esforços de pesquisa diretamente naquelas matrizes resgatadas com sucesso em suas condições originais de campo para dar prosseguimento ao melhoramento genético. Trabalhos dessa natureza estão invariavelmente associados a grandes riscos e dificuldades, além de altos custos, especialmente devido ao destacado porte das árvores (em torno de 40 metros de altura). O número de matrizes resgatadas até julho de 2017 foi de 33 em 50 para a População 5 (66%), de 49 em 50 para a População P6 (98%), o que resultou 82 matrizes em 100 em termos globais para a espécie (82%).

Em agosto de 2017 os vasos contendo enxertos vivos foram reexaminados com o objetivo de verificar eventuais alterações no desenvolvimento geral das plantas, incluindo a condição fitossanitária e a presença de brotações provenientes dos porta-enxertos, as quais em conjunto forneceram indicativos para as intervenções de manejo necessárias. As medidas adotadas por ocasião da inspeção foram: a) afrouxamento parcial do fitilho de 19 enxertos que se encontravam mais adiantados e com sinais de estrangulamento; b) eliminação de 18 plantas mortas mediante corte próximo à base; c) retirada de excesso de brotações no caule de porta-enxertos.

Em outubro de 2017 os vasos contendo enxertos vivos foram novamente reexaminados com o objetivo de verificar a condição geral e a necessidade de intervenções. Na oportunidade, foram realizadas as seguintes ações: a) remoção do fitilho de praticamente todas as plantas nas quais este acessório ainda permanecia desde o momento da enxertia; b) eliminação de 11 plantas mortas mediante corte próximo à base; c) retirada de brotações remanescentes presentes no caule dos porta-enxertos.

Decorridos pouco mais de 30 dias desde a inspeção anterior observou-se um significativo crescimento vegetativo, ao ponto de algumas plantas necessitarem de escoramento devido ao tomba-

mento ocasionado pelo acentuado desenvolvimento da parte aérea. Observou-se que tanto o estado nutricional como o fitossanitário das plantas permaneceram muito bons. Os vasos sem plantas foram removidos da casa-de-vegetação para liberar espaço e evitar surgimento de organismos oportunistas.

Diante dos resultados encontrados, notou-se que em todos os materiais houve uma reduzida perda adicional de enxertos desde a avaliação de agosto de 2017, indicando que a taxa de pegamento no ambiente de viveiro praticamente havia se estabilizado.

A despeito das perdas adicionais, o número de matrizes resgatadas permaneceu na casa de 29 em 50 na População 5 (58%), porém reduziu levemente para 46 em 50 na População P6 (92%), representando um total de 75 matrizes em 100 em termos globais para a espécie (75%). Uma vez que não existiam mais riscos de geadas a partir do mês de outubro, deu-se então início aos procedimentos de aclimação, subdividido em duas fases: 1<sup>a</sup>) transferência dos vasos para a casa-de-sombra, aonde permaneceram por algumas semanas e 2<sup>a</sup>) transferência dos vasos da casa-de-sombra para a condição de pleno sol para rustificação e preparação final das mudas antes do plantio definitivo no campo. Na fase de rustificação foi diminuído o suprimento de água e retirar o elemento nitrogênio da suplementação mineral.

Finalmente, em dezembro de 2017, foi realizada a contagem de enxertos vivos e anotação das respectivas identificações para fins de planejamento da instalação do PCS. As plantas encontravam-se em processo de rustificação e a única providência de manejo efetuada na ocasião foi a retirada de brotações que se desenvolveram a partir dos porta-enxertos. Assim, decorridos pouco mais de dois meses (entre outubro e dezembro de 2017), observou-se um significativo crescimento vegetativo, sendo que a realização do tutoramento com estacas de bambu foi essencial para dar mais firmeza e direcionamento às plantas.

Tanto o estado nutricional como o fitossanitário das plantas foram considerados adequados, correspondendo, portanto, às indicações técnicas preconizadas. As Figuras 56 a 75 ilustram as diversas atividades relacionadas ao preparo de porta-enxertos, coleta de hastes nas copas para a realização da enxertia, as práticas de enxertia propriamente ditas e o plantio das plantas enxertadas no campo.



**Figura 56.** Porta-enxertos em início da sua formação. Viveiro da empresa Celulose Irani S.A. (Vargem Bonita, SC).



**Figura 57.** Porta-enxertos em fase adiantada de formação. Viveiro da empresa Celulose Irani S.A. (Vargem Bonita, SC).



**Figura 58.** Aspecto da base do porta-enxerto em fase adiantada de formação. Viveiro da empresa Celulose Irani S.A. (Vargem Bonita, SC).



**Figura 59.** Porta-enxertos acomodados ao ar livre e sob espaçamentos abertos para favorecer o engrossamento do caule. Viveiro da empresa Celulose Irani S.A. (Vargem Bonita, SC).



**Figura 60.** Preparativos finais do operador para iniciar a escalada de matriz com o propósito de se obter ramos para enxertos. Vargem Bonita, SC.



**Figura 61.** Operador em ascensão à copa de matriz. Vargem Bonita, SC.



**Figura 62.** Ramos de copa sendo preparados para transporte ao viveiro. Vargem Bonita, SC.



**Figura 63.** Hastes de ramos já cortadas e embaladas para transporte ao viveiro. Vargem Bonita, SC.



**Figura 64.** Aspecto do embalamento do enxerto. Viveiro da empresa Celulose Irani S.A. (Vargem Bonita, SC).



**Figura 65.** Enxertos recobertos com saquinho de papel. Viveiro da empresa Celulose Irani S.A. (Vargem Bonita, SC).



**Figura 66.** Equipe realizando enxertias em ambiente sob tela sombrite. Viveiro da empresa Celulose Irani S.A. (Vargem Bonita, SC).



**Figura 67.** Vasos enxertados protegidos em casa de sombra. Viveiro da empresa Celulose Irani S.A. (Vargem Bonita, SC).



**Figura 68.** Vistoria para exame de pegamento e para aplicação de fungicida. Viveiro da empresa Celulose Irani S.A. (Vargem Bonita, SC).



**Figura 69.** Enxerto recoberto com saquinho plástico, o qual se encontra desamarado na parte inferior para proporcionar ventilação. Viveiro da empresa Celulose Irani S.A. (Vargem Bonita, SC).



**Figura 70.** Aspecto da formação de copa no enxerto e permanência do filhinho até completa cicatrização.



**Figura 71.** Aspecto da perfeita união entre enxerto e porta-enxerto.



**Figura 72.** Plantas enxertadas sob ambiente protegido de frio e de granizo. Viveiro da empresa Celulose Irani S.A. (Vargem Bonita, SC).



**Figura 73.** Plantas enxertadas aclimatadas ao ar livre e prontas para plantio no campo. Viveiro da empresa Celulose Irani S.A. (Vargem Bonita, SC).



**Figura 74.** Plantas enxertadas vegetando no campo decorridos nove meses desde o plantio. Em destaque: perfeita união entre enxerto e porta-enxerto e acentuado crescimento lateral do caule. Fazenda Marcelinense (Ponte Serrada, SC), pertencente à Celulose Irani S.A.



**Figura 75.** Plantas enxertadas vegetando no campo decorridos nove meses desde o plantio. Em destaque: excelente crescimento em altura e adequada formação da copa. Fazenda Marcelinense (Ponte Serrada, SC), pertencente à Celulose Irani S.A.

## 7.4.2 Estaquia

Os estudos de enraizamento de eucaliptos a partir de brotações podem ser sintetizados como segue:

### Primeira tentativa – novembro de 2015

#### Coleta de brotações de árvores abatidas na População P6

Foi registrada a ocorrência de brotações basais nas árvores identificadas pelos n<sup>os</sup> A1, A4, A7, A8, A9 e A10 (as mesmas utilizadas para os estudos de processamento mecânico referenciadas no item 7.2, página 30). Foi possível coletar experimentalmente material de todas elas, exceto da de n<sup>o</sup> A10 pelo fato de estarem recém emergidas e, conseqüentemente, muito tenras e de reduzidas dimensões. O material coletado foi acondicionado em tubos falcon e transportados para a Embrapa Florestas a fim de serem colocados em ambiente favorável ao enraizamento.

**Comentário:** A tentativa de acondicionar o material em ambiente hiper-restrito em termos de espaço para facilitar o transporte e preservar a umidade (mediante o uso de tufo de algodão saturado com água) mostrou-se infrutífera ao ser modelada dessa forma. Acrescenta-se a isso a própria condição inicial das estacas, pouco lignificadas e, portanto, muito sensíveis ao estresse pós-corte. Houve perda muito rápida da turgescência e início de deterioração dos tecidos nos dias seguintes até o preparo de estacas. A pequena quantidade de material que foi aproveitada acabou se perdendo em pouco tempo, mesmo em condições controladas de casa-de-vegetação da Embrapa Florestas. A falta de refrigeração durante o transporte pode ter contribuído para isso, pois, em função da época do ano, a temperatura ambiente encontrava-se bastante elevada naquela ocasião.

**Conclusão:** Procedimento ineficaz.

### Segunda tentativa – janeiro de 2016

#### Avaliação do anelamento parcial de fuste de matrizes da População P6

Das 10 matrizes aneladas em novembro de 2015, que compreenderam o intervalo entre a de n<sup>o</sup> 71 até a de n<sup>o</sup> 80, apenas as de n<sup>os</sup> 73, 79 e 80 responderam ao tratamento. Foram coletados brotos e acondicionados em recipientes tipo PET, sendo as bases dos mesmos envoltas em papel toalha umedecido para preservar a turgescência durante o transporte até as instalações da Embrapa Florestas para a condução do estaqueamento.

**Comentário:** O material coletado (brotações selecionadas por tamanho e posição, passando por ajuste de dimensões para caberem dentro das embalagens, porém, sem haver preparação de estacas no campo) permaneceu sem manuseio complementar durante três dias desde a coleta, sendo conservado nos recipientes originais e exposto à iluminação indireta. Foi efetuada apenas pequena suplementação com água. No primeiro dia útil após regresso da equipe foram preparadas as estacas, porém, o material obtido não resistiu ao estresse, vindo a oxidar e murchar decorridos poucos dias após ser colocado na casa-de-vegetação da Embrapa Florestas. Pode-se concluir que as condições pós-coleta não foram favoráveis para preservar a qualidade do material coletado.

**Conclusão:** Procedimento ineficaz.

### Terceira tentativa – maio de 2016

#### Coleta de brotações de matrizes aneladas na População P6

Foram detectadas brotações basais em sete árvores entre as dez aneladas em 2015 (matrizes de n<sup>os</sup> 71 a 80). Nesse caso, as de n<sup>os</sup> 73, 76, 77, 78, 79 e 80 possibilitaram o preparo de estacas por

conterem brotações em quantidade e dimensão adequadas. Imediatamente após preparo, as estacas foram transferidas individualmente para tubetes de 55 cm<sup>3</sup> de capacidade contendo vermiculita. Essa estratégia fora adotada com vistas a diminuir eventuais estresses, perda de turgescência, abscisão foliar e oxidação dos tecidos durante a etapa de coleta e pós-coleta no campo. Cada tubete foi devidamente identificado com respeito ao material genético recebido. Os tubetes permaneceram acondicionados em caixas de isopor contendo vermiculita saturada em água como meio de sustentação dos mesmos na posição vertical e de umidificação do ambiente, cumprindo perfeitamente a função de acomodação provisória para transporte. Na Embrapa Florestas, todo o material foi transferido para ambiente climatizado de casa de vegetação, sendo efetuada a contagem do número de estacas para cada matriz.

**Comentário:** Levando-se em conta as duas tentativas precedentes, que representaram experiências desprovidas de resultados positivos, foi estudado um novo procedimento, aplicado pela primeira vez por ocasião da visita técnica realizada à empresa. Há que se considerar que as temperaturas nesse dia eram amenas, típicas da meia-estação, contribuindo para a conservação da condição túrgida dos tecidos. Também deve ser destacada a maior disponibilidade de brotações no campo, que representaram maior oportunidade para seleção daqueles de padrão mais condizente para a condução do estudo. As estacas obtidas, em função desses fatores, apresentaram melhor aspecto visual geral comparativamente às outras ocasiões.

Em resumo, a seguinte metodologia de coleta e de acondicionamento foi avaliada:

- Corte de brotações seguido de preparo de estacas no campo com imediata inserção das mesmas em tubetes.
- Acondicionamento dos tubetes em embalagens térmicas (caixas de isopor), mantendo a temperatura interna amena e sob alta umidade graças à camada de vermiculita saturada em água colocada no fundo das caixas.
- Submissão ao enraizamento em ambiente controlado de casa de vegetação da Embrapa Florestas.

O conjunto de 40 tubetes de *E. badjensis* foi monitorado no que diz respeito à sobrevivência e enraizamento, sendo as informações registradas em relatório. A Tabela 21 mostra a quantidade de estacas acondicionadas em tubetes obtida por matriz.

**Tabela 21.** Controle do estaqueamento das matrizes. Data de coleta: 17/05/2016.

Matriz	Quantidade de estacas	População
73	7	P6
76	12	P6
77	2	P6
78	5	P6
79	10	P6
80	4	P6

#### Quarta tentativa – setembro de 2016

##### Coleta de brotações de matrizes aneladas na População P6

Foi constatada a ocorrência de brotações basais em condições de coleta nas matrizes identificadas pelos nºs 73, 76 e 79. Imediatamente após preparo nas instalações do viveiro, as estacas foram colocadas em solução de AIB na concentração de 2.000 ppm e transferidas individualmente para tubetes de 55 cm<sup>3</sup> de capacidade contendo vermiculita. Cada tubete foi devidamente identificado com respeito ao material genético recebido. Os tubetes permaneceram acondicionados em caixas de isopor contendo vermiculita saturada em água como meio de sustentação dos mesmos na posição vertical e de umidificação do ambiente, cumprindo perfeitamente a função de acomodação provisória para transporte. Na Embrapa Florestas, todo o material foi transferido para ambiente climatizado de casa de vegetação, sendo efetuada a contagem do número de estacas para cada matriz.

A distribuição da quantidade de estacas obtidas por matriz encontra-se na Tabela 22.

Encerramento: novembro de 2016

**Comentário:** Durante as várias semanas de acompanhamento observou-se a perda progressiva de estacas evidenciada pela queda de folhas, escurecimento de hastes e apodrecimento das partes inferiores em contato direto com o substrato. A avaliação foi finalizada quando as estacas remanescentes mostraram sinais de deterioração dos tecidos. O exame da parte basal não acusou a formação de primórdios de raízes, mas tão somente calos em alguns casos.

**Conclusão:** Procedimentos ineficazes.

### Avaliação das perspectivas de sucesso na estaquia

Os diversos procedimentos adotados não resultaram em sucesso, ao menos para o conjunto de matrizes consideradas. Como foram aneladas 20 novas matrizes, sendo 10 de cada espécie, novas tentativas foram executadas no esforço de se conseguir propagar experimentalmente os referidos germoplasmas por meio do enraizamento de miniestacas obtidas de brotações induzidos por anelamento basal, na expectativa que esses genótipos fossem mais responsivos.

Após a remoção de resíduos vegetais e da vegetação rasteira num raio de até um metro ao redor de toda a planta, foram efetuados anelamentos basais em aproximadamente 80% da circunferência mediante o uso de motosserra, marreta e formão. As matrizes da População P5 que foram submetidas ao procedimento em setembro de 2016 foram as de nºs 11, 16, 23, 24, 28, 30, 34, 36, 38 e 39. Com isso, formou-se um conjunto de dez novas matrizes aneladas para serem acompanhadas periodicamente pelas equipes da Celulose Irani e da Embrapa quanto à emissão de brotações. Em novembro/dezembro de 2016, das 10 matrizes que foram submetidas ao anelamento parcial, apenas as de nº 24 e 30 mostraram reação decorridos três a quatro meses, com leves indícios quanto à emissão de brotações. Observações dessa natureza foram repetidas periodicamente nas 10 matrizes pelas equipes da Celulose Irani e da Embrapa. Em janeiro de 2017, das 10 matrizes aneladas, novamente apenas as de nº 24 e 30 mostraram reação até o referido mês, sendo que a de nº 24 evoluiu para três brotações, enquanto que a de nº 30 permaneceu na mesma situação, ou seja, apenas indícios, face à constatação de prevalência de leve intumescimento na zona do lignotubérculo. Finalmente, em fevereiro de 2017, das 10 matrizes de *E. badjensis* da População P5 que foram trabalhadas, apenas a de nº 24 mostrou reação na avaliação feita no campo. Por sua vez, a de nº 30 continuou no estágio de leves indícios quanto à emissão de brotações.

### Quinta tentativa – outubro de 2018

#### Submissão de mudas seminais ao sistema clonal

Com o intuito de averiguar a reação de plantas de alta juvenilidade às práticas usuais de estaquia, um total de 120 plantas de *E. badjensis* foram transportadas do viveiro da Celulose Irani S.A. para a Embrapa Florestas, sendo posteriormente transplantadas espaçadamente em canaletão (distância entre plantas de 20 cm x 20 cm) pertencente ao Laboratório de Propagação de Espécies Florestais. A estrutura se encontra montada em ambiente com controle de temperatura e de umidade, estando ainda dotado de sistema de fertirrigação.

**Tabela 22.** Controle do estaqueamento das matrizes. Data de coleta: 29/09/2016.

Matriz	Quantidade de estacas	População
73	16	P6
76	9	P6
79	15	P6

As plantas são oriundas de sementes das seguintes matrizes colhidas em fevereiro de 2018 na População P5: 02, 05, 10, 24, 26 e 32. Foram disponibilizadas 20 plantas de cada matriz para a condução dos estudos de propagação.

Para a formação de minitouças nos canaletões normalmente são requeridos aproximadamente seis meses de manejo contínuo. Conforme protocolo, assim que as plantas atingem o porte e a conformação adequados para fornecer miniestacas, são efetuadas coletas periódicas de material a intervalos entre 3 e 4 semanas. As miniestacas são então acondicionadas em tubetes contendo substrato apropriado e depois colocadas em ambiente controlado de casa de vegetação de modo a favorecer a emissão de raízes.

Muito embora o método capture apenas a parte materna do genótipo selecionado, isso em virtude das plantas utilizadas serem o resultado do sistema reprodutivo natural dos eucaliptos (planta predominantemente alógama), espera-se com essa pesquisa obter informações úteis para viabilizar uma possível alternativa para a clonagem da espécie. Porém, até se conseguir resultados conclusivos, estima-se a necessidade de se conduzir sistematicamente os trabalhos de manejo e propagação durante um ano.

#### Coletânea de imagens sobre as operações realizadas

As diversas peculiaridades relacionadas aos estudos conduzidos por meio do uso da técnica de estaquia nos ambientes campo, viveiro e laboratórios encontram-se representadas nas Figuras 76 a 95.



**Figura 76.** Brotações em crescimento provenientes de touça de 20 anos de idade. Fazenda Pinho (Ponte Serrada, SC).



**Figura 77.** Brotações em crescimento provenientes de touça de 20 anos de idade. Fazenda Pinho (Ponte Serrada, SC).



**Figura 78.** Limpeza do entorno de matriz para expor a região próxima do lignotubérculo. Fazenda Aroeira (Vargem Bonita, SC).

**Figura 79.** Aspecto da base da matriz após finalização do anelamento. Fazenda Aroeira (Vargem Bonita, SC).



**Figura 80.** Brotações decorrentes do estresse provocado pelo anelamento. Fazenda Modelo da Embrapa, Ponta Grossa, PR.



**Figura 81.** Corte basal da brotação para posterior obtenção de estacas. Ponta Grossa, PR. Fazenda Modelo da Embrapa, Ponta Grossa, PR.



**Figura 82.** Acondicionamento de brotações em embalagens plásticas impermeáveis para transporte até as instalações do viveiro da Embrapa Florestas em Colombo, PR. Fazenda Modelo da Embrapa, Ponta Grossa, PR.



**Figura 83.** Caixa de isopor utilizada para transporte climatizado das brotações.



**Figura 84.** Jornal sendo umedecido para isolar o gelmax do material vegetal.

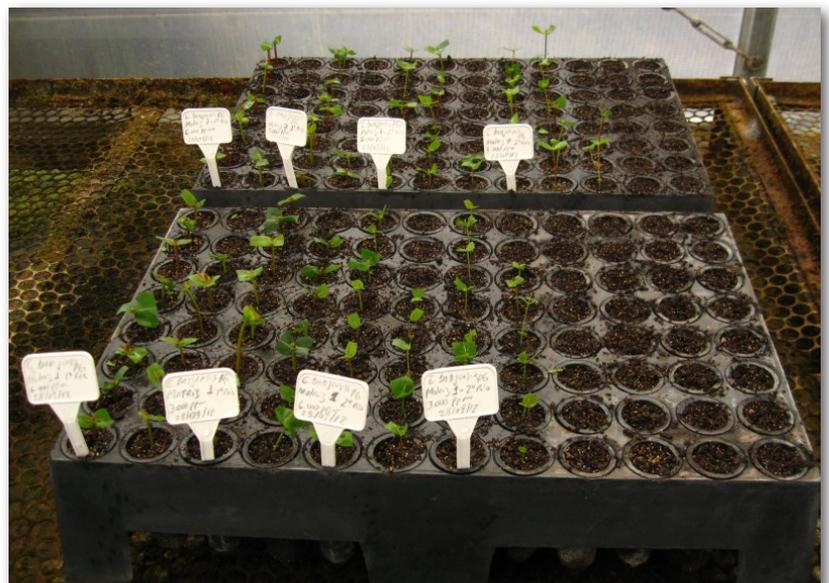


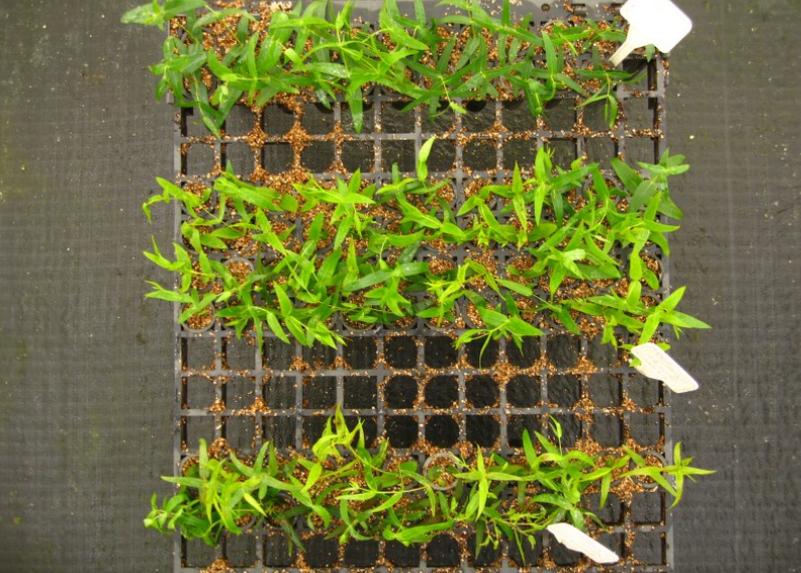
**Figura 85.** Frascos contendo os produtos utilizados no tratamento das estacas. Sequência: da esquerda para a direita. Laboratório de Propagação da Plantas da Embrapa Florestas, Colombo, PR.



**Figura 86.** Colocação das estacas nos tubetes para enraizamento, com corte de folhas. Laboratório de Propagação da Plantas, pertencente ao viveiro da Embrapa Florestas, Colombo, PR.

**Figura 87.** Bandeja depositada em casa-de-vegetação climatizada contendo as estacas para fins de enraizamento. Laboratório de Propagação da Plantas da Embrapa Florestas, Colombo, PR.





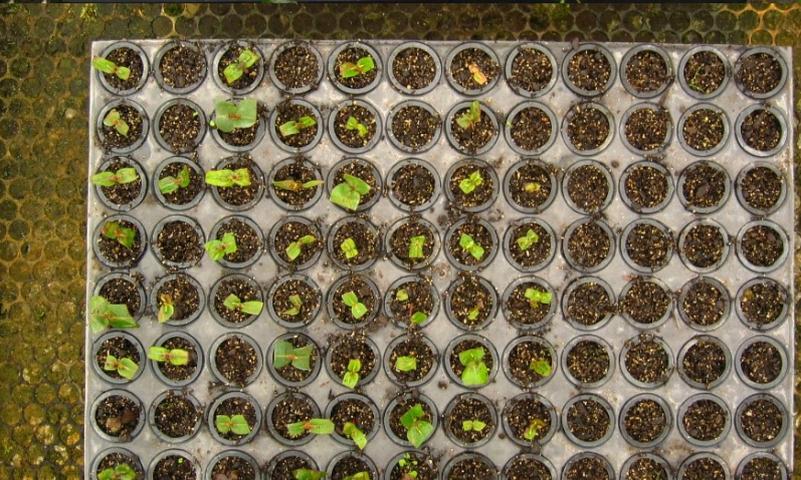
**Figura 88.** Estacas em ambiente climatizado para fins de enraizamento. Sem corte de folhas. Viveiro da Empresa Golden Tree Reflorestadora, Guarapuva, PR.



**Figura 89.** Estacas tratadas com nanofilme de celulose para minimizar a transpiração colocadas em câmara de crescimento com controle de temperatura e fotoperíodo para fins de enraizamento. Laboratório de Genética da Embrapa Florestas, Colombo, PR.



**Figura 90.** Estacas preparadas e colocadas imediatamente em tubetes no campo e transportadas em caixas de isopor até o Laboratório de Propagação da Plantas da Embrapa Florestas, Colombo, PR.



**Figura 91.** Aspecto de estacas em processo de exaurimento de reservas. Laboratório de Propagação da Plantas da Embrapa Florestas, Colombo, PR.



**Figura 92.** Coleta de brotações em Matriz da População P6. Fazenda Pinho (Ponte Serrada, SC).



**Figura 93.** Conjunto de brotações recém cortadas de Matriz da População P6. Fazenda Pinho (Ponte Serrada, SC).



**Figura 94.** Preparação da base das brotações com papel toalha encharcado com água.



**Figura 95.** Acomodamento das brotações no interior de garrafa PET para simular condição de casa de vegetação.

### 7.4.3 Alporquia

Praticamente inexistem relatos na literatura sobre o uso da alporquia na propagação de eucaliptos, contudo, pelo fato de ser utilizada em plantas frutíferas lenhosas, considerou-se plausível avaliar a viabilidade de se obterem resultados positivos mediante a aplicação da técnica em *E. badjensis*. Em setembro de 2016, à idade de 22 meses, com o propósito de investigar a viabilidade de se propagar vegetativamente árvores dessa espécie através de métodos não convencionais, foram feitas inicialmente alporquias em ramos bem formados de quatro plantas da População P7 (Teste de Procedências/Progênes, instalado em dezembro de 2014) cujas características para seleção e aplicação do método eram mais favoráveis. Escolhido o ramo com base em seu diâmetro e posição, fez-se o anelamento do mesmo e provocou-se vários cortes com estilete em toda a volta nas proximidades do descorticamento. Utilizou-se substrato para produção de mudas de pinus como meio e a própria embalagem plástica como envoltório da cápsula, sendo suas extremidades e o corpo amarrados com barbante resistente. Os ramos foram também presos ao fuste com barbante para maior sustentação. Ao final foi despejada água para molhamento total do substrato, fazendo-se um pequeno orifício na parte inferior para permitir a drenagem sempre que necessário, seja por ocasião de suplementação intencional de água ou por chuvas.

O posicionamento no mapa de campo (Figura 19, página 35) dessas plantas submetidas ao teste foram as seguintes: contando da direita para a esquerda, incluindo as linhas de bordadura, duas encontravam-se na 11ª linha, ocupando as posições 9 (progênie 37) e 12 (progênie 25) a partir das linhas de bordadura no caminho de circulação do talhão e as outras duas encontravam-se na 13ª linha, nas posições 11 (progênie 8) e 13 (progênie 37) respeitando o mesmo referencial.

As alporquias foram preparadas de forma a não necessitarem de assistência durante os quatro a cinco meses de acompanhamento, porém, em caso de períodos mais prolongados de estiagem (duas semanas) efetuou-se a adição de água pela abertura superior dos sacos plásticos contendo o substrato.

Em julho de 2017, portanto após 10 meses da aplicação dos tratamentos, as quatro plantas submetidas à alporquia foram examinadas para verificar o eventual surgimento de raízes, desfazendo-se completamente o envoltório contendo o substrato. Constatou-se que dois ramos trabalhados em suas respectivas plantas haviam morrido e que os ramos das demais plantas permaneceram vivos, porém, em nenhuma situação formaram-se raízes adventícias, tão somente calos. O estudo forneceu indicativos de ser inviável conseguir resultados positivos a partir da técnica de alporquia em ramos.

Foram também executadas alporquias em matrizes (uma na População P5 e três na População P6) em duas épocas durante o ano de 2017 (fevereiro e agosto). Empregou-se três tipos de substrato (terra pura peneirada; mistura em proporções iguais de terra e substrato florestal e substrato florestal puro), com ou sem pincelamento de hormônio AIB (na concentração de 2.000 ppm) na região dos anelamentos/cortes. Para a montagem dos envoltórios nos brotos foram utilizadas embalagens plásticas transparentes e barbante. Havendo necessidade de escoramento, os brotos submetidos ao teste foram firmados na matriz mediante o uso de barbante ao redor do tronco. A Tabela 23 descreve os tratamentos que foram aplicados em cada matriz.

**Tabela 23.** Descritivo dos tratamentos experimentais aplicados nas matrizes de *E. badjensis* submetidas à alporquia nos meses de fevereiro e agosto de 2017.

Matriz	Nº de brotos aproveitados	Tratamentos aplicados
24	05	1 - terra pura com hormônio; 2 - terra pura sem hormônio; 3 - substrato florestal com hormônio; 4 - mistura de terra e substrato com hormônio e anelamento total; 5 - mistura de terra e substrato sem hormônio e anelamento parcial.
77	04	1 - mistura de terra e substrato com hormônio e anelamento total; 2 - mistura de terra e substrato sem hormônio e anelamento total; 3 - mistura de terra e substrato com hormônio e anelamento parcial; 4 - mistura de terra e substrato sem hormônio e anelamento parcial.
78	01	1 - mistura de terra e substrato sem hormônio e anelamento parcial.
79	04	1 - mistura de terra e substrato com hormônio e anelamento total; 2 - mistura de terra e substrato sem hormônio e anelamento total; 3 - mistura de terra e substrato com hormônio e anelamento parcial; 4 - mistura de terra e substrato sem hormônio e anelamento parcial.

Não foram obtidos resultados promissores em nenhuma situação, ou seja, não houve emissão de raízes. Observou-se apenas a formação de calosidades denotando que a diferenciação dos tecidos da parte aérea em raízes não aconteceu. Em face disso, ficou evidente que para a espécie, nas idades e nas condições pedoclimáticas consideradas, a técnica foi ineficaz.

As Figuras 96 a 106 ilustram os procedimentos de campo que foram adotados quanto ao uso da técnica.



**Figura 96.** Escolha de ramo para a realização da alporquia. Árvores de 2 anos. Fazenda Marrecas (Vargem Bonita, SC).

**Figura 97.** Posicionamento do envoltório plástico no ramo. Fazenda Marrecas (Vargem Bonita, SC).



**Figura 98.** Molhamento do envoltório. Fazenda Marrecas (Vargem Bonita, SC).



**Figura 99.** Aspecto do envoltório devidamente molhado e envolto em barbante para firmá-lo firmemente ao ramo. Fazenda Marrecas (Vargem Bonita, SC).



**Figura 100.** Aspecto do ramo desprovido de raízes. Fazenda Marrecas (Vargem Bonita, SC).



**Figura 101.** Anelamento de matriz para indução ao aparecimento de brotações para feitura de alporquias. Fazenda Pinho (Ponte Serrada, SC).



**Figura 102.** Brotações em condição adequada para alporquia sendo preparadas. Fazenda Pinho (Ponte Serrada, SC).



**Figura 103.** Procedimentos de alporquia sendo realizados. Fazenda Pinho (Ponte Serrada, SC).

**Figura 104.** Aspecto de matriz com vários alporques preparados. Fazenda Pinho (Ponte Serrada, SC).



**Figura 105.** Vistoria para verificação da formação de raízes nos alporques. Fazenda Pinho (Ponte Serrada, SC).



**Figura 106.** Aspecto da zona de anelamento desprovida de raízes. Fazenda Pinho (Ponte Serrada, SC).

## 8 Benefícios silviculturais e tecnológicos alcançados

De forma mais intensa, especialmente ao longo dos anos de trabalho compreendidos dentro do intervalo de 2013 a 2018, expressivos conhecimentos de diversas naturezas sobre a espécie *E. badjensis* foram adicionados aos até então existentes, desde que o germoplasma foi introduzido no Brasil, alguns inclusive inéditos. Parte disso aconteceu graças aos compromissos previstos em cronograma estabelecido em contrato de cooperação técnica junto a parceiro privado, mas deve-se também ao estágio de desenvolvimento das árvores no campo, já na maturidade e, portanto, propenso a refletir de forma mais fidedigna vários aspectos inerentes à sua potencialidade. Temas como adaptação às condições do meio, variabilidade genética e fenotípica, caracterização silvicultural e da madeira, potencial de aproveitamento industrial, fenologia reprodutiva e propagação vegetativa foram exaustivamente estudados.

Dentre os benefícios silviculturais alcançados, pode ser destacado o manejo das unidades experimentais estratégicas considerando a retirada de árvores que não possuíam os padrões desejados, objetivando em última instância favorecer a obtenção de sementes de qualidade para atender a programação de plantio da empresa e, eventualmente, também de terceiros. Mediante as intervenções realizadas melhorou-se consideravelmente o padrão florestal das áreas contendo eucaliptos, minimizando os riscos de ocorrência de sinistros tais como acidentes de trabalho, incêndios, proliferação de insetos-praga e de doenças, etc. Como consequência disso, liberou-se um volume considerável de madeira para comercialização. Outro benefício que merece destaque foi um melhor entendimento sobre as particularidades do processo de obtenção de mudas seminais, decorrente especialmente do compromisso de se produzir um elevado número de mudas para servirem como porta-enxertos para a instalação do primeiro Pomar Clonal de Sementes do Brasil. Tempo de preparo das mudas, vulnerabilidade a agentes biológicos potencialmente danosos, necessidades hídricas e de radiação solar, exigências nutricionais, entre outros aspectos, foram sendo registrados desde a semeadura até o plantio definitivo em campo.

Do ponto de vista de benefícios tecnológicos, cabe mencionar principalmente o lançamento da cultivar BRSCI 9601 Expoente, vindo de encontro aos anseios de se dispor de material melhorado, desenvolvido em condições ambientais representativas das de aptidão para a espécie, repercutindo positivamente sobre a sobrevivência, produtividade e qualidade de futuros plantios de eucalipto a serem estabelecidos na região. O aprimoramento de procedimentos operacionais e laboratoriais decorrentes dos tipos de amostragem, especialmente atrelados à caracterização da madeira devem também ser considerados. Detalhes metodológicos serão contemplados em publicações técnicas mais específicas, a serem preparadas com base nos resultados gerados pelas determinações de propriedades físicas, energéticas e químicas da madeira.

## 9 Desafios e perspectivas

A espécie se encontra ainda no estágio investigativo, havendo pouquíssimos plantios em escala comercial. São competidores naturais *E. benthamii* e *E. dunnii*. A quantidade de artigos científicos e contribuições técnicas sobre *E. badjensis* geradas no País aparentemente vêm aumentando, o que sem dúvida reflete um interesse crescente em seu aproveitamento em escala operacional, principalmente na produção de madeira como matéria-prima para usos diversificados.

Dentre suas limitações, o longo tempo de espera até que as plantas atinjam a maturidade reprodutiva merece ser mencionado. Nesse contexto, o comportamento fenológico é muito semelhante ao *E. dunnii*. Outro ponto crítico é a forte recalcitrância a processos de multiplicação clonal, configurando-se como um dos problemas mais sérios a serem superados. Técnicas que funcionam muito bem em germoplasmas tropicais são totalmente inócuas ao serem aplicadas na espécie. Essa baixíssima reatividade do *E. badjensis* vai exigir estudos mais elaborados, preferencialmente com o suporte de especialidades como fisiologia vegetal, micropropagação e até de edição gênica se for o caso.

O sucesso na implantação do primeiro Pomar Clonal de Sementes no Brasil possibilitará a disponibilização de sementes num nível de melhoramento considerável, muito embora seja ainda formado por um conjunto de matrizes não testadas geneticamente mediante o desempenho de seus descendentes. O próprio Pomar servirá de “balão de ensaio” para aprimorar técnicas de manejo de copa, indução de florescimento e de polinização controlada. As alternativas para a hibridação interespecífica estarão abertas, trazendo consigo possíveis saídas para contornar a questão da dificuldade em se obter resultados alentadores em sistemas clonais.

A despeito dos inúmeros desafios a serem superados, por outro lado verifica-se que as perspectivas de um futuro melhor para a espécie são bastante favoráveis. A espécie vegeta muito bem em solos de média a alta fertilidade, suporta frios intensos, possui tolerância às pragas e doenças comuns aos eucaliptos e apresenta madeira de qualidade aproveitável para diversos fins. Como o melhoramento genético da espécie está em seu estágio inicial, a tendência é que tenhamos futuramente materiais mais uniformes, produtivos e qualificados para usos específicos. A disponibilização de cultivares clonais será, certamente, o objetivo maior a ser almejado no melhoramento, tendo a vantagem das plantas entre si manterem invariáveis os caracteres que foram alvo das seleções praticadas pelos melhoristas.

## 10 Considerações finais

Desde que se vislumbrou a oportunidade de se aprofundar nos estudos com a espécie, ficou evidente que o tempo e recursos a serem despendidos se justificariam, não só pelas positivas impressões visuais ao se deparar com unidades experimentais presentes no campo, mas também pelos indicativos promissores apontados em publicações internacionais.

O cultivo de eucaliptos na região Sul do Brasil apresenta particularidades que o torna diferenciado comparativamente ao praticado em outras regiões do território nacional. O rigor climático e a dificuldade de se trabalhar com clones, entre outros aspectos, atua desfavoravelmente.

À luz das informações acumuladas durante anos de pesquisa coordenadas pela Embrapa, acredita-se que intenção central do presente trabalho, ou seja, a de reunir de forma lógica e organizada dados e resultados sobre a espécie, em prol do desenvolvimento científico, técnico e operacional, foi plenamente atingida. É perfeitamente compreensível que muito tempo e mais de dedicação será necessário até que um nível compatível com as necessidades seja atingido, mas há que ser considerado que *E. badjensis* ainda é uma espécie “nova” do ponto de vista da pesquisa e da sua utilização pelo agronegócio florestal.

## Agradecimentos

Aos técnicos Roberto Carletto, Harry Albino Hoffmann e Jacir Faber, da Embrapa Florestas, e a Antonio Sadao Kodama, técnico florestal aposentado, pelo auxílio na interpretação de mapas de campo e identificações, obtenção dos dados experimentais e execução de atividades operacionais relacionadas às ações de pesquisa.

Às assistentes Tiélidy Angelina de Moraes de Lima e Simone Aparecida Sopchaki e ao analista Fabrício Augusto Hansel, da Embrapa Florestas, pelo esmero no processamento das amostras, condução das análises laboratoriais e tabulação dos resultados das determinações.

Às equipes de suporte à pesquisa e de silvicultura da Celulose Irani S.A., representada especialmente pelos empregados Valmir Antonio Prado, Luan Picoli, Miria Cristina Olbermann de Lima e Cristian Mateus Rodrigues, pela viabilização dos trabalhos realizados em viveiro e campo de forma geral.

Aos engenheiros florestais Denis Baialuna, Gerente Florestal da Celulose Irani S.A., Gustavo Vianna Henning, ex-Coordenador Florestal da Celulose Irani S.A e Lorenzo Teixeira de Melo da Silva, ex-Coordenador de Planejamento e Pesquisa Florestal da Celulose Irani S.A., pela presteza e apoio prestados durante os anos de vigência do Contrato de Parceria com a Embrapa Florestas.

## Referências

ANTÔNIO, R. D. **Caracterização fitoquímica, morfoanatômica e atividades biológicas de *Eucalyptus badjensis* Beuzev. & Welch, Myrtaceae**. 2011. 104 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Farmacêuticas) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

AUSTRALIAN BUREAU OF AGRICULTURAL AND RESOURCE ECONOMICS. Department of Agriculture and Water Resources. **Australian forest profiles: Eucalypt**. Canberra, 2016. 5 p.

BOLAND, D. J.; BROOKER, M. I. H.; CHIPPENDALE, G. M.; HALL, N.; HYLAND, B. P. M.; JOHNSTON, R. D.; KLEINIG, D. A.; TURNER, J. D. **Forest trees of Australia**. 4<sup>th</sup> ed. Melbourne: Thomas Nelson Australia; CSIRO, 1984. 687 p.

CARPANEZZI, A. A. (Coord.). **Zoneamento ecológico para plantios florestais no Estado do Paraná**. Brasília, DF: EMBRAPA-DDT; Curitiba: Embrapa-CNPf, 1986. 89 p. (Embrapa-CNPf. Documentos, 17).

CARRILLO, I.; MENDONÇA, R. T.; AGO, M.; ROJAS, O. J. Comparative study of cellulosic components isolated from different Eucalyptus species. **Cellulose**, v. 25, p. 1011-1029, 2018.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Florestas. **Zoneamento ecológico para plantios florestais no Estado de Santa Catarina**. Curitiba, 1988. 113 p. (EMBRAPA-CNPf. Documentos, 21).

EUCALYPTUS badjensis. In: EUCLID: Eucalypts of Australia. Canberra: Centre for Australian National Biodiversity Research, 2015. Disponível em: <[http://keyserver.lucidcentral.org:8080/euclid/data/02050e02-0108-490e-8900-0e0601070d00/media/Html/Eucalyptus\\_badjensis.htm](http://keyserver.lucidcentral.org:8080/euclid/data/02050e02-0108-490e-8900-0e0601070d00/media/Html/Eucalyptus_badjensis.htm)>. Acesso em: 5 set. 2018.

GARDNER, R. A. W. Site-species interaction studies with cold tolerant eucalypts at high altitudes in South Africa. In: PROCEEDINGS of IUFRO Working Group 2.08.03 Conference on “Developing the eucalypt of the future”, Valdivia, 2001. [S.l.: s.n.], 2001.

GONÇALVES, B. L. D. S.; VIEIRA, H. C.; KNISS, D. D. C.; DANIELLI, D.; FLÓREZ, J. B.; STANGE, R.; BLAGITZ, M.; RIOS, P. D. A. Variação radial dos elementos anatômicos do lenho *Eucalyptus badjensis* Beuzev. & Welch. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DA MADEIRA, 3., 2017, Florianópolis. **Trabalhos publicados**. [Seropédica]: SBCTEM, 2017. 7 p.

GUIA geográfico Austrália. Disponível em: <<http://www.oceania-turismo.com/mapas/australia.htm>>. Acesso em: 5 set. 2018.

HIGA, R. C. V.; HIGA, A. R.; ALVES, E. C. Comportamento de progênies de *Eucalyptus badjensis* Beuzev. & Welch em dois locais da Região Sul do Brasil. **Boletim de Pesquisa Florestal**, n. 45, p. 89-97, 2002.

IAPAR. **Cartas climáticas do Estado do Paraná**. Londrina, 1994. 49 p. (IAPAR. Documento, 18).

INDÚSTRIA BRASILEIRA DE ÁRVORES. **Relatório 2017**. Brasília, DF, 2017. 80 p.

JUAN, L. W.; LUCIA, A.; ZERBA, E. N.; HARRAND, L.; MARCÓ, M.; MASUH, H. M. Chemical composition and fumigant toxicity of the essential oils from 16 species of *Eucalyptus* against *Haematobia irritans* (Diptera: Muscidae) adults. **Journal of Economic Entomology**, v. 104, n. 3, p. 1087-1092, 2011.

LIEBSCH, D.; MIKICH, S. B. First record of *Eucalyptus* spp. bark-stripping by brown-capuchin monkeys (*Sapajus nigritus*, Primates: Cebidae). **Ciência Florestal**, v. 25, n. 2, p. 501-505, 2015.

LITTLE, K. M.; GARDNER, R. A. W. Coppicing ability of 20 *Eucalyptus* species grown at two high-altitude sites in South Africa. **Canadian Journal of Forest Research**, v. 33, n. 2, p. 181-189, 2003.

PEREIRA, G. F.; RIOS, P. D. A.; BUSS, R.; VIEIRA, H. C.; GRUBERT, W.; CUNHA, A. B. da; BELINI, U. G. Painéis de madeira aglomerada de *Eucalyptus badjensis* e *Pinus* spp. **Scientia Forestalis**, v. 45, n. 114, p. 373-382, 2017.

SANTA CATARINA. Departamento de Geografia e Cartografia. **Atlas geográfico de Santa Catarina**. 1958. Não paginado.

SANTOS, H. G. dos; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C. dos; OLIVEIRA, V. A. de; LUMBRERAS, J. F.; COELHO, M. R.; ALMEIDA, J. A. de; CUNHA, T. J. F.; OLIVEIRA, J. B. de **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 3. ed. Brasília, DF: Embrapa, 2013. 353 p.

SANTOS, P. E. T. dos; PALUDZYSZYN FILHO, E.; SILVA, L. T. de M. da; VANDRESEN, P. B. Genetic variation for growth and selection in adult plants of *Eucalyptus badjensis*. **Genetics and Molecular Biology**, v. 38, n. 4, p. 457-464, 2015.

SWAIN, T. L.; GARDNER, R. A. W. Use of site-species matching and genetic gain to maximise yield: a South African example. In: WEI, R. P.; XU, D. (Ed.). **Proceedings of the International Symposium on Eucalyptus Plantations: research, management and development**, Guangzhou, China, 2002. Singapore: World Scientific Publishing, 2003. p. 167-185.

SWAIN, T. L. What do we know about *Eucalyptus badjensis*? **SA Forestry Magazine**: From seedling to sawmill, Feb. 2014. 44 p.

THOMPSON, I. Possible high pulping alternatives to *E. smithii*. **Forestry Facts: News and Views**, Aug. 2012. 3 p.

VIEIRA, H. C.; DANIELLI, D.; BUSS, R.; BORGES, D. W.; ROSA, T. O.; CARVALHO, C. A.; GAA, A.; RIOS, P. D. A. Morfologia da fibra e índices de resistência do papel da espécie de *Eucalyptus badjensis* Beuzev. & Welch. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DA MADEIRA, 3., 2017, Florianópolis. **Trabalhos publicados**. [Seropédica]: SBCTEM, 2017. 9 p.

WIKIPEDIA. **Big Badja Hill**. 2017. Disponível em: < [https://en.wikipedia.org/wiki/Big\\_Badja\\_Hill](https://en.wikipedia.org/wiki/Big_Badja_Hill)>. Acesso em: 5 set. 2018.

WREGE, M. S.; STEINMETZ, S.; REISSER JÚNIOR, C.; ALMEIDA, I. R. de (Ed.). **Atlas climático da Região Sul do Brasil**: Estados do Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul. Pelotas: Embrapa Clima Temperado; Colombo: Embrapa Florestas, 2011. 333 p.

YEAR BOOK AUSTRALIA. Canberra: Australian Bureau of Statistics, n. 92, 2012. 885 p. (ABS Catalogue, 1301.0).

## Anexos

### Anexo 1 - Extrato do Relatório Técnico da Cultivar BRSCI 9601 Expoente

#### 1 Dados de Produtividade

O presente levantamento foi conduzido no distrito de Campina da Alegria, pertencente ao município de Vargem Bonita, SC, em área da empresa Celulose Irani S.A., com o objetivo de avaliar o crescimento aos 17 anos de idade. As coordenadas geográficas do local de experimentação são: latitude 26°52'05,1" Sul; longitude 51°48'47,5" Oeste; altitude 1.020 metros em relação ao nível médio do mar.

O clima em Campina da Alegria, SC, segundo a classificação de Köppen, é do tipo temperado quente (Cfb), com grande número de horas de frio acumuladas durante o inverno. Quanto à precipitação, o total anual é de 2.030 mm (Estação Climatológica de Irani, SC), bem distribuída ao longo das estações e tornando os períodos secos ocasionais, havendo sempre diferença positiva entre a média mensal de chuva e a evapotranspiração potencial (Wrege et al. 2011). O risco de geadas é alto, em decorrência da posição meridional e da altitude local (Santa Catarina, 1958). O relevo da região é tipicamente suave ondulado a ondulado. Em levantamentos efetuados em áreas da empresa pela Embrapa Florestas em 2013 (relatório interno, não publicado), o solo foi classificado como sendo Nitossolo Bruno Aluminoférrico Latossólico, apresentando horizonte A húmico e textura muito argilosa.

As características avaliadas individualmente em cada árvore foram: diâmetro (DAP) do fuste a 1,30 m do solo em centímetros (cm), altura total da árvore (ALT) em metros (m) e volume de madeira com casca (VOL) em metros cúbicos (m<sup>3</sup>) aos 17 anos de idade (Tabela 1).

As matrizes originais, fenotipicamente superiores, e das quais foram colhidas sementes na década de 1990, encontravam-se em duas áreas de fragmentos naturais restritas em tamanho existentes no estado de New South Wales – Austrália, a saber: 1<sup>a</sup>) Glenbog, NSW - Austrália (latitude 36°29'00"S, longitude 149°19'00"L e altitude 1.100 m); 2<sup>a</sup>) Badja State Forest, NSW - Austrália (latitude 36°02'08"S, longitude 149°34'00"L e altitude 1.000 m). O módulo experimental foi formado a partir de sementes de 20 matrizes de Glenbog e 40 matrizes de Badja, perfazendo 60 progênies, mais material em mistura das 40 matrizes de Badja, representando a testemunha com participação relativa de 1/61 avos do total de tratamentos. O teste de procedências/progênies foi estabelecido no delineamento blocos de famílias compactas, contendo parcelas lineares de seis plantas repetidas dez vezes, sob espaçamento 3 m x 2 m, com bordadura externa dupla. O mesmo foi implantado pela Embrapa em parceria com a Celulose Irani em janeiro de 1996 na Fazenda Campina da Alegria, situada no município de Vargem Bonita, estado de Santa Catarina, ocupando uma área de 2,2 ha. As avaliações de sobrevivência, DAP e altura total foram realizadas aos 17 anos de idade em todas as árvores vivas do experimento. A avaliação de densidade foi realizada por meio da amostragem de 50 árvores. Atualmente existem 230 árvores selecionadas na área, sendo que aproximadamente 4.000 plantas foram eliminadas mediante sucessivos desbastes para configurar o Pomar de Sementes por Mudas (PSM), fonte das sementes melhoradas que representam a referida cultivar.

O incremento médio anual (IMA) esperado de madeira é de 35 a 50 m<sup>3</sup>/ha.ano. Na condição do experimento, o volume real médio encontrado aos 17 anos foi de 2,84 m<sup>3</sup>/árvore (média de 279 árvores).

**Tabela 1.** Resultados de estatísticas descritivas e de incrementos médios anuais obtidos para variáveis de crescimento (DAP, Altura e Volume), considerando todas as árvores vivas do experimento (*E. badjensis*, 17 anos de idade, Campina da Alegria, SC).

Atributo	Variáveis		
	DAP (cm)	Alt (m)	Vol (m <sup>3</sup> )
População manejada: PSM			
Média (N=279)	45,17	33,30	2,84
Maior Valor	67,50	42,00	7,01
Menor Valor	27,70	21,90	0,81
Amplitude	39,80	20,10	6,20
Desvio Padrão	8,41	3,54	1,25
IMA	2,66	1,96	0,17

N: quantidade de árvores vivas; IMA: Incremento Médio Anual.

## 2 Outros Dados

Nas condições do experimento, a densidade básica foi determinada como sendo de 483 kg/m<sup>3</sup> aos 17 anos de idade, a partir de duas amostras ortogonais do tipo bagueta retiradas à altura do DAP (distância convencionada de 1,30 m a partir da superfície do solo) e representativas do comprimento do raio do lenho.

A cultivar possui casca de aspecto fibroso persistente até pelo menos metade da altura da árvore, de textura áspera, firmemente aderida e de cor marrom-acinzentado. Na parte superior do tronco a casca é lisa, de cor acinzentada e desprende-se na forma de fitas com relativa facilidade. Ocorrem em baixa frequência exemplares de casca lisa desde a base da árvore. Apresenta alta tolerância ao frio; rápido crescimento; boa forma de fuste e considerável homogeneidade entre plantas; alta capacidade de regeneração através de brotação de touças; botões florais e frutos de pequenas dimensões; sementes de tamanho reduzido (500 a 570 mil sementes por kg, de coloração castanho acinzentada escura); florescimento entre fevereiro e abril. Os frutos possuem formato campanulado, contendo três ou quatro valvas bastante proeminentes. Tanto as folhas juvenis como adultas são de verde intenso e de formato lanceolado, porém são providas de pecíolo somente quando adultas. Na fase jovem são opostas e, quando adultas, alternadas. A quantidade de galhos é bastante variável, prevalecendo de média a grande, sendo que a espessura predominante é mediana. A desrama natural é boa. O tronco apresenta circularidade entre regular e boa em sua base, sem tortuosidade. A coloração da madeira é avermelhada, sendo distinguível o cerne do alburno mesmo em idade juvenil. Os estudos realizados indicam que a madeira é indicada para fins energéticos (lenha e carvão), não sendo investigada a sua aptidão para fabricação de celulose e processamento mecânico.

A cultivar destaca-se como uma opção viável para a produção de biomassa para fins energéticos e madeira para uso geral nas regiões de clima subtropical e temperado do território nacional.

## Literatura citada

SANTA CATARINA. Departamento de Geografia e Cartografia. **Atlas geográfico de Santa Catarina**. 1958. Não paginado.

WREGE, M.S.; STEINMETZ, S.; REISSER JÚNIOR, C.; ALMEIDA, I.R. de (Eds.). **Atlas Climático da Região Sul do Brasil: Estados do Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado; Colombo: Embrapa Florestas, 2011. 333 p.

## **Anexo 2 - Extrato do formulário de inscrição da cultivar BRSCI 9601 expoente no registro nacional de cultivares do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento**

### **1 Origem da cultivar**

#### **1.1 Instituição(ões) ou empresa(s) criadora(s) ou detentora(s)**

- Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Embrapa

#### **1.2 Melhorista(s) participantes(s) na obtenção/introdução**

- Paulo Eduardo Telles dos Santos (Embrapa) e Estefano Paludzyszyn Filho (Embrapa)

#### **1.3 Cruzamento**

- ano de realização: 2014

- locais: Vargem Bonita (Santa Catarina)

- instituição que realizou: Embrapa e Celulose Irani

Obs.: semente obtida via polinização livre (agentes polinizadores: abelhas silvestres e *Apis mellifera*).

#### **1.4 Genealogia**

As matrizes originais, fenotipicamente superiores, e das quais foram colhidas sementes na década de 1990, encontravam-se em duas áreas de fragmentos naturais restritas em tamanho existentes no estado de New South Wales – Austrália, a saber: 1ª) Glenbog, NSW - Austrália (latitude 36°29'00"S, longitude 149°19'00"L e altitude 1.100 m); 2ª) Badja State Forest, NSW - Austrália (latitude 36°02'08"S, longitude 149°34'00"L e altitude 1.000 m). No Brasil, o módulo experimental foi formado a partir de sementes de 20 matrizes de Glenbog e 40 matrizes de Badja, prefazendo 60 progênies, mais material em mistura das 40 matrizes de Badja, representando a testemunha com participação relativa de 1/61 avos do total de tratamentos. O teste de procedências/progênies foi estabelecido no delineamento blocos de famílias compactas, contendo parcelas lineares de seis plantas repetidas dez vezes, sob espaçamento 3 m x 2 m, com bordadura externa dupla. O mesmo foi implantado pela Embrapa em parceria com a Celulose Irani em janeiro de 1996 na Fazenda Campina da Alegria, situada no município de Vargem Bonita, estado de Santa Catarina, ocupando uma área de 2,2 ha. As avaliações de sobrevivência, DAP e altura total foram realizadas pela Embrapa e Celulose Irani aos 17 anos de idade em todas as árvores vivas do experimento. A avaliação de densidade foi realizada pela Embrapa e Celulose Irani aos 17 anos de idade por meio da amostragem de 50 árvores. Atualmente existem 230 árvores selecionadas na área, sendo que aproximadamente 4.000 plantas foram eliminadas mediante sucessivos desbastes por não atenderem os padrões desejados.

### **2 Avaliação da cultivar:**

Em função das árvores dos experimentos estarem atingindo somente agora a maturidade reprodutiva, ainda não se procedeu à colheita de sementes. De posse das sementes, será possível realizar a avaliação em locais distintos daquele originalmente designado para o teste de progênie de primeira geração.

## 2.1 Locais de avaliação

- Indisponíveis
- Outros fatores bióticos/abióticos: o material apresenta ótima tolerância ao frio (geadas).

## 2.2 Região de adaptação: apresentar indicadores da adaptação da cultivar em relação a altitude, latitude, época de plantio e/ou outros fatores bióticos/abióticos, a critério do responsável pelo ensaio/requerente

A espécie é indicada para regiões de clima subtropical a temperado com temperaturas mínimas absolutas de até -12 °C, desde que as plantas sejam submetidas a condições de aclimação prévia e gradual abaixamento de temperatura na estação fria. Para o seu pleno desenvolvimento, é preferível efetuar o plantio no início da primavera em locais sob condições de temperatura média anual entre 13 °C e 17 °C. Respondem melhor a solos de média a alta fertilidade, de textura média a argilosa. Em solos arenosos tendem a apresentar sinais de má adaptação (pau-preto).

## 3 Informações adicionais (Artigo 3º da Portaria Nº 294/98)

### I - Principais características morfológicas, biológicas e/ou fisiológicas que tornam possível a identificação da cultivar:

A cultivar possui casca de aspecto fibroso persistente até pelo menos metade da altura da árvore, de textura áspera, firmemente aderida e de cor marrom-acinzentado. Nas partes superiores do tronco a casca é lisa, de cor acinzentada e desprende-se na forma de fitas com relativa facilidade. Ocorrem em baixa frequência exemplares de casca lisa desde a base da árvore. Apresenta alta tolerância ao frio; rápido crescimento; boa forma de fuste e considerável homogeneidade entre plantas; alta capacidade de regeneração através de brotação de touças; botões florais, frutos de tamanho médio; sementes de tamanho reduzido (500 a 570 mil sementes por kg, de coloração castanho acinzentada escura); florescimento entre fevereiro e abril. Os frutos são de tamanho reduzido e possuem formato campanulado, contendo três ou quatro valvas bastante proeminentes. Tanto as folhas juvenis como adultas são de verde intenso e de formato lanceolado, porém são providas de pecíolo somente quando adultas. Na fase jovem são opostas e, quando adultas, alternadas. A quantidade de galhos é bastante variável, prevalecendo de média a grande, sendo que a espessura predominante é mediana. A desrama natural é boa. O tronco apresenta circularidade entre regular e boa em sua base, sem tortuosidade. A coloração da madeira é avermelhada, sendo distinguível o cerne do alburno mesmo em idade juvenil. Os estudos realizados indicam que a madeira é indicada para fins energéticos (lenha e carvão), não sendo investigada a sua aptidão para processamento mecânico. Nas condições do experimento, a densidade básica foi determinada como sendo de 483 kg/m<sup>3</sup> aos 17 anos de idade, a partir de amostras do tipo bagueta retiradas à altura do DAP (distância convencional de 1,30 m a partir da superfície do solo) e representativas do comprimento do raio do lenho.

### II - Relatório Técnico:

#### a) Dados da produtividade:

Incremento médio anual de madeira de 35 a 50 m<sup>3</sup>/ha.ano. Na condição do experimento o volume real encontrado aos 17 anos foi de 3,4 m<sup>3</sup>/árvore.

**b) Comportamento ou reação às principais pragas e doenças:**

Não têm sido constatados prejuízos econômicos decorrentes de ataque de pragas (psilídeo-de-concha, coleobrocas, lagartas desfolhadoras) e doenças foliares ou de tronco (ferrugem e cancro).

**c) Região de adaptação:**

Predominantemente a região Sul do Brasil em áreas sujeitas a geadas severas.

**d) Outros dados que justifiquem a sua importância para o mercado nacional e/ou internacional:**

A cultivar destaca-se como uma opção viável para a produção de biomassa para fins energéticos e madeira para uso geral nas regiões de clima subtropical e temperado do território nacional. A espécie, em seu estado selvagem, encontra-se sob risco de extinção no país de origem (Austrália).

**Embrapa**

---

***Florestas***