

Projeto Cooperativo de Melhoramento de Pínus - PCMP



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

Documentos308

Projeto Cooperativo de Melhoramento de Pínus - PCMP

*Jarbas Yukio Shimizu
Ananda Virginia de Aguiar
Edilson Batista de Oliveira
Carlos José Mendes
Mauro Itamar Murara Junior
Valderês Aparecida de Sousa
Juliana Degenhardt-Goldbach*

Embrapa Florestas
Colombo, PR
2017

Embrapa Florestas

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

Comitê Local de Publicações

Presidente: *Patrícia Póvoa de Mattos*

Vice-Presidente: *José Elidney Pinto Júnior*

Secretária-Executiva: *Neide Makiko Furukawa*

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

Supervisão editorial: *José Elidney Pinto Júnior*

Revisão de texto: *José Elidney Pinto Júnior*

Normalização bibliográfica: *Francisca Rasche*

Diagramação: *Neide Makiko Furukawa*

Foto capa: *Rodolfo Buhner*

1ª edição

versão digital (2017)

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

Projeto cooperativo de melhoramento de pinus: PCMP. [recurso eletrônico] / Jarbas Yukio Shimizu ... [et al.]. - Colombo : Embrapa Florestas, 2017.

58 p. : il. color. - (Documentos / Embrapa Florestas, ISSN 1980-3958 ; 308).

Sistema requerido: Adobe Acrobat Reader.

Modo de acesso: World Wide Web:

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

Título da página da Web (acesso em 2 out. 2017).

1. Melhoramento genético vegetal. 2. Silvicultura. 3. *Pinus*. 4. Produção florestal. I. Shimizu, Jarbas Yukio. II. Aguiar, Ananda Virginia de. III. Oliveira, Edilson Batista de. IV. Mendes, Carlos José. V. Murara Junior, Mauro Itamar. VI. Sousa, Valderês Aparecida de. VII. Degenhardt-Goldbach, Juliana. VIII. Série.

CDD (21. ed.) 634.9751

© Embrapa 2017

Autores

Jarbas Yukio Shimizu

Engenheiro florestal, doutor em Genética Florestal, pesquisador aposentado da Embrapa Florestas, Colombo, PR

Ananda Virginia de Aguiar

Engenheira-agrônoma, doutora em Genética e Melhoramento de Plantas, pesquisadora da Embrapa Florestas, Colombo, PR

Edilson Batista de Oliveira

Engenheiro-agrônomo, doutor em Engenharia Florestal, pesquisador da Embrapa Florestas, Colombo, PR

Carlos José Mendes

Engenheiro florestal, mestre em Engenharia Florestal, diretor-executivo da Apre, Curitiba, PR

Mauro Itamar Murara Junior

Engenheiro florestal, mestre em Ciências Florestais, diretor-executivo da ACR, Lages, SC

Valderês Aparecida de Sousa

Engenheira florestal, doutora em Ciências Florestais, pesquisadora da Embrapa Florestas, Colombo, PR

Juliana Degenhardt-Goldbach

Engenheira-agrônoma, doutora em Ciências da Horticultura, pesquisadora da Embrapa Florestas, Colombo, PR

Apresentação

Com o objetivo de viabilizar pesquisas para gerar tecnologias que possibilitem maior produtividade e melhor qualidade da matéria-prima produzida com pínus, a Embrapa Florestas, a Associação Paranaense de Empresas de Base Florestal (Apré), a Associação Catarinense de Empresas Florestais (ACR) e várias empresas de base florestal se empenharam na criação do Projeto Cooperativo de Melhoramento de Pinus (PCMP).

O PCMP tem por objetivo concentrar esforços para viabilizar o desenvolvimento de materiais genéticos melhorados de pínus, incluindo híbridos específicos para o atendimento às crescentes demandas por matéria-prima de alta qualidade e maior eficiência produtiva. Assim, ele visa a obtenção de sementes e clones geneticamente melhorados, fundamentado em uma base genética mais ampla possível, que assegure o potencial de melhoramento genético por várias gerações.

A Embrapa Florestas, a ACR e a Apré agradecem aos técnicos e às empresas que vêm auxiliando no desenvolvimento das bases técnicas e administrativas do PCMP, que está sendo viabilizado com as empresas Águia Florestal Indústria de Madeiras Ltda, Amata Brasil, Agroflorestal Campo Alto S.A., Florestal Gateados, Florestal Rio Marombas Ltda., Pinara Reflorestamento e Administração Ltda., Reflorestadora Sincol Ltda, Remasa Reflorestadora S.A., Resinas Brasil, Senges Florestadora e Agrícola Ltda.

Edson Tadeu Iede
Chefe Geral da Embrapa Florestas

Sumário

1	Introdução	9
2	Pínus na silvicultura intensiva	10
3	Plantações de pínus no Brasil	11
4	Programa de melhoramento genético de pínus da Embrapa Florestas	14
5	Cooperativas de melhoramento de pínus nos Estados Unidos da América	17
6	Vantagens de um arranjo cooperativo para o melhoramento de pínus no Brasil	19
7	Projeto Cooperativo de Melhoramento de <i>Pinus</i> (PCMP)	20
7.1	Melhoramento genético de <i>Pinus</i> no PCMP	23
7.1.1	Melhoramento genético convencional	23
7.1.1.1	Uso de sementes de matrizes selecionadas	24
7.1.1.2	Uso de propágulos vegetativos para formar pomares clonais e bancos de germoplasma ..	26
7.2	Conservação de germoplasma de <i>Pinus</i>	27
7.3	Tecnologias para impulsionar o processo de melhoramento genético florestal	29

7.3.1	Hibridação interespecífica	29
7.3.2	Embriogênese somática	32
7.3.3	Seleção genômica ampla	33
7.4	Temas centrais do PCMP	35
7.5	Administração do PCMP	36
7.5.1	Participação no PCMP	36
7.5.2	Aporte de recursos	38
7.5.3	Locais de implantação dos experimentos	38
7.5.4	Avaliação de riscos do projeto	39
Referências		49
Estatuto do Fundo Cooperativo para Melhoramento de Pinus - Funpinus		51

Projeto Cooperativo de Melhoramento de Pinus - PCMP

*Jarbas Yukio Shimizu
Ananda Virginia de Aguiar
Edilson Batista de Oliveira
Carlos José Mendes
Mauro Itamar Murara Jr.
Valderês Aparecida de Sousa
Juliana Degenhardt-Goldbach*

1 Introdução

O gênero *Pinus* é representado por um grande número de espécies nativas do Hemisfério Norte, nos continentes americano, europeu, asiático e na parte norte da África. Somente uma espécie (*P. merkusii*) estende sua área de ocorrência natural até 2° de latitude Sul, na Ilha da Sumatra, na Indonésia. Embora existam espécies de porte arbustivo, principalmente nas regiões semiáridas, e até de hábitos rasteiros (prostrados), ocorrendo em locais de grandes altitudes, a maioria produz árvores eretas de grande porte. Estas são valiosas fontes de madeira de fibra longa, normalmente obtida de florestas naturais, como também em regime de silvicultura intensiva, *i.e.*, de plantações manejadas, de maneira a otimizar os custos de produção e maximizar os retornos na geração de matéria-prima de alta qualidade.

A madeira de pínus é amplamente utilizada na indústria de celulose e papel, bem como em estruturas e acabamentos na construção civil, fabricação de móveis, embalagens e como biomassa energética. Além

da madeira, várias espécies do gênero produzem resina em quantidade viável para exploração econômica.

Os pinus fornecem, também, serviços valiosos para o bem-estar da população e o meio ambiente. Seu valor para o meio ambiente se deve à sua característica típica de espécie colonizadora. Sementes depositadas sobre o solo exposto têm a capacidade de germinar e ocupar áreas desprovidas de vegetação. Uma vez estabelecida na área, suas raízes se desenvolvem e passam a absorver nutrientes das camadas mais profundas. Com a deposição da serapilheira e a liberação dos nutrientes, aumenta a fertilidade das camadas superficiais do solo, tornando-as mais propícias à revegetação com espécies nativas.

Por conta do seu potencial produtivo em madeira e produtos não madeireiros, além dos benefícios ambientais, os povoamentos de pinus manejados, especialmente em países fora de sua área de ocorrência natural como o Brasil, é vista como uma importante solução para atender as demandas de produtos florestais, sem prejuízo às reservas de florestas naturais e de seus serviços ecológicos.

2 Pinus na silvicultura intensiva

Várias espécies de coníferas são plantadas comercialmente nos Estados Unidos da América. Entre elas, *P. elliotii*, *P. echinata*, *P. resinosa*, *P. strobus* e *P. taeda*. Esta última é a mais difundida nos estados das Regiões Sul e Sudeste, principalmente Carolina do Norte, Carolina do Sul, Georgia, Florida, Mississippi, Alabama e Louisiana, bem como no Texas. Estima-se em torno de 15 milhões de hectares a área dedicada à silvicultura intensiva, só com *P. taeda*, nos Estados Unidos.

A silvicultura intensiva de pinus é difundida, também, em países fora de sua área de ocorrência natural, onde desempenha um papel importante na economia florestal. Por exemplo, *P. radiata*, que é nativo da costa oeste dos Estados Unidos, tornou-se um forte componente da produção florestal na Nova Zelândia, Austrália, África do Sul e

Chile. *P. caribaea*, *P. tecunumanii* e *P. oocarpa*, nativos do México e América Central, são plantados comercialmente em regiões tropicais de várias partes do mundo como África do Sul, Zimbábwe, Austrália, América do Sul e nas ilhas do Pacífico. Na Europa, a espécie mais plantada é *P. sylvestris*, estendendo-se por muitos países fora de sua área de ocorrência natural. Na Coreia do Sul, onde o inverno é rigoroso, as espécies para plantios comerciais precisam ser tolerantes a essa adversidade ambiental e apresentar crescimento rápido o suficiente para tornar os empreendimentos rentáveis. A solução encontrada foi o uso do híbrido "rigitaeda" (híbrido de *P. rigida*, altamente tolerante ao frio, nativo do Nordeste dos Estados Unidos, com *P. taeda*, de rápido crescimento, da Região Sudeste).

3 Plantações de pínus no Brasil

Estima-se que plantios exploratórios de *Pinus*, com semente introduzida principalmente por viajantes ou imigrantes oriundos de países onde espécies desse gênero ocorrem naturalmente, tenham sido feitos desde o século XIX. No Estado de São Paulo, foram registradas tentativas de introdução de espécies como *P. arizonica*, *P. sabiniana* e *P. radiata* da Califórnia, *P. canariensis* das Ilhas Canárias, *P. cembra* dos Alpes, *P. excelsa* e *P. longifolia* do Himalaia, *P. halepensis*, *P. nigra*, *P. pinaster*, *P. pinea* e *P. sylvestris* da região do Mediterrâneo, *P. ponderosa* do oeste dos Estados Unidos, *P. pungens* e *P. rigida* dos Montes Apalaches ao longo da costa leste dos Estados Unidos, *P. strobus* do nordeste dos Estados Unidos e sudeste do Canadá e muitas outras (FERREIRA, 2000). Existem relatos de que exemplares de *P. canariensis* tenham sido plantados na região de Pelotas, RS, desde 1870.

A partir dos anos 1930, foram plantados, experimentalmente, várias espécies, inclusive *P. taeda* e *P. caribaea* no Rio Grande do Sul. Subsequentemente, foram iniciados intensos trabalhos exploratórios e avaliações de espécies no Estado de São Paulo, incluindo *P. taeda*, *P. elliotii*, *P. palustris*, *P. echinata*, *P. pinaster*, *P. canariensis*, *P.*

halepensis, *P. torreyana*, *P. patula*, *P. longifolia*, *P. montezumae*, *P. sabiniana*, *P. ponderosa*, *P. pinea*, *P. nigra*, *P. mughus*, *P. thumbergii* e *P. radiata* pelo Serviço Florestal do Estado de São Paulo. *P. taeda* e *P. elliotii* destacaram-se como as mais produtivas nas regiões subtropicais do estado. Assim, o governo estadual lançou, em meados dos anos 1950, um programa de plantios demonstrativos dessas duas espécies por todo o estado. A partir da década de 1950, tiveram início as introduções de pinus tropicais oriundos da América Central e México, incluindo *P. caribaea*, *P. ayacahuite*, *P. engelmannii*, *P. patula*, *P. tecunumanii*, *P. oocarpa* e *P. chiapensis*. Além dessas, *P. kesiya* e *P. merkusii*, oriundos das Filipinas, Vietnã e Indonésia já constavam nos experimentos.

Plantios comerciais de pinus no Brasil foram disseminados a partir dos estados do Sul e Sudeste, impulsionados pelos incentivos fiscais para reflorestamento, concedidos pelo Governo Federal, no período de 1966 a 1986. A maioria dos povoamentos foi estabelecida com *P. elliotii* e *P. taeda*, tendo em vista os resultados promissores observados em plantios exploratórios feitos por instituições governamentais, empresas privadas e pessoas físicas.

Para atender a demanda de semente dos programas de plantios comerciais com pinus, nas décadas de 1970 e 1980, grandes volumes foram importados, diretamente de fornecedores nos Estados Unidos. Na época, o único critério requerido era que fossem sementes de *P. taeda* ou de *P. elliotii*. Mesmo assim, em alguns casos, sementes de espécies de baixo desempenho também foram introduzidas, por engano ou não, dada à dificuldade de se identificar espécies somente pela aparência das sementes.

O incentivo ao reflorestamento com pinus foi motivado pela expectativa de obter uma fonte alternativa de madeira de conífera, em substituição à madeira de *Araucaria angustifolia* que se tornava escassa. No entanto, os povoamentos de pinus estabelecidos inicialmente deixavam muito a desejar quanto ao incremento volumétrico, à forma de fuste e à qualidade físico-mecânica da madeira. Esse obstáculo foi sendo

vencido, gradativamente, com base em experimentos para determinar os locais de maior potencial produtivo aos plantios comerciais e as procedências mais indicadas em cada região. Esforços posteriores possibilitaram progressos adicionais mediante seleção de progênies de maior produtividade e melhor qualidade de produtos, tanto de madeira quanto de resina.

O presente cenário da silvicultura de pínus no Brasil é marcado pela predominância de *P. taeda* nos estados do Sul, além de partes de São Paulo e Minas Gerais, em altitudes desde aproximadamente 500 m no Sul até em torno de 1.000 m na parte mais setentrional. Seu aproveitamento é principalmente na produção de madeira destinada às indústrias de celulose de fibra longa, madeira serrada e laminada, chapas de fibra e compensadas, bem como na produção de biomassa energética.

Pinus elliottii é plantada em menor extensão que a de *P. taeda*, para produção de madeira destinada ao processamento mecânico (madeira serrada, laminada, chapas), geração de energia e extração comercial de resina. A região adequada para seu plantio comercial coincide, em grande parte, com a de *P. taeda*. Porém, por tolerar melhor sítios sujeitos ao alagamento e as baixas altitudes, dissemina-se desde o litoral da região Sul, podendo se estender até os Estados do Rio de Janeiro e Espírito Santo, em altitudes onde a temperatura é amena, sem deficiência hídrica.

Pinus patula tem alto potencial nas regiões Sul e Sudeste para a produção de madeira destinada a usos múltiplos. Porém, seu plantio deve ficar restrito a locais com altitude igual ou superior a 900 m, sem deficiência hídrica. Fora dessas áreas, a espécie torna-se vulnerável a insetos desfolhadores e fungos, além de desenvolver formas de fuste indesejáveis, ramos grossos e baixo crescimento.

Dentre os pínus tropicais, a variedade *P. caribaea* var. *hondurensis* é a mais plantada, tendo em vista o seu rápido crescimento, a madeira apropriada para múltiplos usos e a possibilidade de se extrair resina em escala comercial. Outras espécies em destaque para plantio nas regiões

tropicais são *P. tecunumanii*, *P. oocarpa*, *P. maximinoi* e o híbrido *P. elliottii* x *P. caribaea* var. *hondurensis*. Outro híbrido (*P. caribaea* var. *hondurensis* x *P. tecunumanii*) também tem se destacado em produção volumétrica de madeira nas regiões tropicais.

Segundo o relatório da Indústria Brasileira de Árvores (IBÁ) (2016), há 1,6 milhão de hectares plantados com pínus no Brasil, a maioria localizada nos Estados de Santa Catarina (34%) e do Paraná (42%). No entanto, em decorrência de um conjunto de fatores tal como menor incremento volumétrico de madeira, comparativamente às espécies de *Eucalyptus*, e a baixa remuneração, principalmente pela madeira de pequeno diâmetro, a área plantada com pínus no Brasil tem declinado à taxa de 2,1% ao ano. Existem, porém, segmentos industriais e comerciais de produtos com base em matéria-prima de pínus atuantes, com valor expressivo na economia florestal brasileira. O gênero *Pinus* supre 77% das indústrias madeireiras e 52% das de painéis reconstituídos. O contínuo suprimento de madeira para atender esses segmentos requer não só a manutenção da área plantada e manejada, mas, também, a adoção de tecnologias que possibilitem maior produtividade por área e um constante aprimoramento na qualidade da matéria-prima produzida.

4 Programa de melhoramento genético de pínus da Embrapa Florestas

Ao iniciar as pesquisas na área florestal em 1978, a Embrapa assumiu a responsabilidade pelos experimentos de campo iniciados pelo Projeto de Desenvolvimento e Pesquisa Florestal (Prodepef) do convênio FAO/IBDF. As atividades visando ao melhoramento de pínus até então implantadas eram constituídas de ensaios de espécies e procedências, com sementes introduzidas, em sua maioria, do Sul e Sudeste dos Estados Unidos da América, tendo em vista que o potencial dos “Pinus do Sul” já era reconhecido. Esse esforço foi empreendido para demonstrar que, ao contrário do que vinha sendo feito na implantação

dos reflorestamentos com incentivos fiscais vigentes na época, as sementes não poderiam ser trazidas de qualquer lugar, sob risco de sérios prejuízos. Os experimentos possibilitaram a identificação das procedências mais adequadas (melhor adaptação e maior produtividade) para o estabelecimento de povoamentos comerciais no Sul e Sudeste do Brasil.

O primeiro pomar clonal de *P. elliotii* foi estabelecido com clones de árvores selecionadas de povoamentos comerciais no Paraná e no sul do Estado de São Paulo, com base nas características de crescimento e forma de fuste. Ao mesmo tempo, foram estabelecidos pomares de semente por mudas com material coletado dessas matrizes, de maneira que, atualmente, encontram-se disponíveis sementes com dois níveis de melhoramento: sementes de primeira e segunda gerações de seleção. Com as sementes do pomar clonal de primeira geração, foram estabelecidos, ainda, testes de progênie para futura transformação em pomares de semente por mudas de segunda geração. Sementes destes pomares deverão estar disponíveis para uso comercial a partir dos próximos cinco anos. Foram estabelecidos, também, pomares clonais de *P. elliotii* de alta produção de resina, a partir de matrizes selecionadas nos estados de São Paulo e Paraná.

Com as primeiras seleções de árvores de *P. taeda*, em povoamentos comerciais crescendo nos Estados do Paraná e São Paulo, foi estabelecido um pequeno pomar clonal em Colombo, PR, nos anos 1980. Posteriormente, foram instalados testes de progênie de matrizes intensamente selecionadas no Paraná. Estes deverão ser transformados em pomares de semente por mudas. Sementes melhoradas dessa categoria deverão estar disponíveis a partir dos próximos cinco anos.

Por meio de intercâmbio de materiais genéticos com instituições de pesquisa da Inglaterra e Austrália, e por intermédio de órgãos internacionais como a FAO e uma cooperativa de recursos genéticos da América Central e México, foram introduzidas sementes de várias espécies de pínus tropicais, separadamente por procedência e progênie, com as quais foram estabelecidos testes e bancos de conservação em campo, em parceria com outras Unidades Descentralizadas

da Embrapa, instituições de pesquisa agropecuária estaduais e várias empresas privadas. Esses povoamentos constituem valiosos repositórios de germoplasma, prontos para integrar programas de melhoramento genético em benefício do setor florestal brasileiro.

Com a expansão dos povoamentos comerciais de pínus, estabeleceu-se uma importante fonte de matéria-prima para as indústrias de base florestal. No entanto, exceto no caso de algumas empresas verticalizadas do segmento de celulose e papel, não tem havido continuidade nos esforços em melhoramento genético por parte da maioria das empresas, especialmente daquelas que demandam madeira com alta resistência física-mecânica para processamento mecânico.

Entre as características de maior prioridade para o melhoramento genético de pínus, ao atendimento do segmento industrial de madeira sólida, estão a taxa de crescimento, a forma de fuste, a densidade da madeira, a ausência de defeitos na madeira, a resistência ou tolerância a pragas e a condições abióticas extremas. Dessas, somente a taxa de crescimento, a forma de fuste e a tolerância às adversidades do meio parecem coincidir com os critérios visados pelas indústrias de celulose. Assim, evidencia-se a necessidade de direcionar o programa de melhoramento genético da Embrapa Florestas para atender, prioritariamente, as demandas específicas do segmento de madeira sólida, enquanto que as características de interesse em comum com o setor de celulose e papel continuarão sendo contempladas. Ademais, é de suma importância que materiais genéticos (sementes ou clones) melhorados sejam desenvolvidos, na medida do possível, para sítios específicos, a fim de minimizar os efeitos da interação genótipo x ambiente. Se não forem considerados, esses efeitos poderiam reduzir a expressão do potencial genético nos indivíduos, frustrando as expectativas com as seleções e reproduções dirigidas.

Esforços localizados por microrregião ecológica e por tipo de matéria-prima requerida contribuirão, ainda, para reduzir ou evitar a dependência do setor florestal da disponibilidade de semente melhorada para características gerais por alguns poucos fornecedores. Ademais, os atuais fornecedores de semente também poderão se beneficiar

da presente proposta, em forma de acesso à maior quantidade de materiais genéticos identificados em um maior número de populações avaliadas, além de maior credibilidade quanto à qualidade de seus produtos, quando for o caso.

Na condição de instituição de pesquisa ligada ao Governo Federal, a Embrapa tem versatilidade para acessar materiais genéticos estratégicos em várias partes do mundo, mediante intercâmbio com agências internacionais e empresas do setor. Ademais, ela conta com equipes de pesquisadores de diversas especialidades, aptas para buscar, adaptar e desenvolver localmente tecnologias aplicáveis ao melhoramento genético florestal. Isso inclui tópicos como seleção genômica ampla, embriogênese somática, fusão de protoplastos, hibridação interespecífica, geração e uso de poliploides em coníferas, avaliação da qualidade da madeira e da resina, e muitos outros temas. No entanto, a efetiva viabilização do uso da coleção de materiais genéticos estratégicos e da aplicação de novas tecnologias para o desenvolvimento da silvicultura intensiva no Brasil requer a atuação conjunta de instituições públicas como a Embrapa, universidades e outras com as empresas usuárias dos materiais genéticos melhorados. Portanto, as empresas privadas do setor florestal que, constantemente, buscam maior produtividade e qualidade dos produtos, atuando em uma ampla diversidade de ambientes, são os atores essenciais no processo de melhoramento genético contínuo.

5 Cooperativas de melhoramento de pínus nos Estados Unidos da América

As primeiras cooperativas de melhoramento de pínus foram estabelecidas nos Estados Unidos, primeiramente, nos anos 1950 no Texas, com *P. taeda* da região do Golfo do México, sob coordenação centrada na Texas A&M University. Posteriormente, foi criada a cooperativa de melhoramento de *P. taeda*, coordenada por docentes da North Carolina State University, com atuação nas

regiões da Planície costeira, Piedmont e Região das Montanhas da Costa Leste dos Estados Unidos. Surgiu, também, uma cooperativa para melhoramento de *P. elliotii*, estabelecida sob coordenação da University of Florida. Conceitualmente, não há grande diferença entre essas cooperativas, além das espécies alvo, as áreas geográficas de atuação e as instituições coordenadoras. Elementos do corpo docente das universidades formam o núcleo coordenador e orientador dos conceitos a serem aplicados no desenvolvimento dos programas, bem como formador de massa crítica capaz de desenvolver e implementar tecnologias avançadas no melhoramento florestal.

Diversos temas de pesquisa desenvolvidos nas universidades são direcionados às demandas pelas empresas do setor florestal. De maneira geral, para aplicar as novas tecnologias no melhoramento genético, são necessários recursos técnicos (pessoal especializado), estruturais (laboratórios), institucionais (acesso a instituições de suporte e ampla articulação) e financeiro (captação de recursos a partir de projetos de pesquisa) que as universidades ou instituições de pesquisa podem oferecer com maior efetividade.

As empresas usuárias de semente melhorada participam ativamente das cooperativas como membros efetivos, com trabalhos de campo, incluindo a seleção de matrizes, propagação vegetativa, produção de mudas, estabelecimento e avaliação de testes em campo, coleta de pólen e polinização controlada, estabelecimento e manejo de pomares de semente e outras atividades. As cooperativas contam, ainda, com membros diferenciados como aqueles não usuários diretos de semente melhorada, mas que podem contribuir de alguma forma específica com os objetivos da cooperativa. Por exemplo, agências do governo, empresas fornecedoras de sementes e mudas, laboratórios e outras. Os valores das anuidades para associação à cooperativa são estipulados separadamente para cada caso.

Nos arranjos cooperativos entre universidades ou instituições de pesquisa e as empresas são realizadas, periodicamente, reuniões técnicas para discutir os avanços técnicos da cooperativa, os

resultados obtidos e revisão das prioridades. Reuniões administrativas são realizadas sempre que necessárias, para deliberar sobre o funcionamento da cooperativa, abordando temas como inclusão/exclusão de associados, investimentos, taxas de filiação, entre outros.

6 Vantagens de um arranjo cooperativo para o melhoramento de pínus no Brasil

A Embrapa Florestas poderá exercer, no Brasil, um papel semelhante ao que as universidades americanas exercem nos arranjos cooperativos de melhoramento florestal daquele país. A instituição dispõe de pessoal técnico especializado em vários temas essenciais à implementação de um programa robusto de melhoramento genético de pínus, no longo prazo. Conta, também, com infraestrutura de laboratórios de genética molecular, fisiologia vegetal, micropropagação vegetativa, química, tecnologia da madeira, solos, fitopatologia, entomologia, informática e sementes que podem proporcionar suporte técnico estratégico aos programas cooperativos de pesquisa e desenvolvimento com empresas florestais.

As vantagens do arranjo em forma de um projeto cooperativo para o desenvolvimento de um programa de melhoramento genético de pínus, que atenda os diversos segmentos industriais no Brasil, são múltiplas para todos os seus componentes. A Embrapa Florestas terá a oportunidade de buscar e desenvolver temas de pesquisa diretamente relacionados com a demanda real do setor florestal, além de contar com o apoio logístico e operacional das empresas para implementar seus projetos. As empresas florestais privadas, que representam as usuárias finais da tecnologia desenvolvida, terão maior facilidade de acessar materiais genéticos estratégicos para seus programas de silvicultura intensiva, bem como apoio institucional e tecnológico em diversas áreas específicas.

Para as empresas florestais privadas, as vantagens da associação a uma instituição de pesquisa oficial como a Embrapa incluem a ampliação das possibilidades de intercâmbio internacional com instituições de pesquisa congêneres, instituições financeiras e outras para enriquecer o acervo tecnológico e comercial. Um aspecto importante a ressaltar é a oportunidade para a capacitação contínua do pessoal técnico das empresas privadas e a ampla visibilidade institucional pelo seu protagonismo no avanço do setor florestal.

7 Projeto Cooperativo de Melhoramento de *Pinus* (PCMP)

O PCMP é uma iniciativa conjunta da Embrapa, da ACR, da Apre e de empresas privadas de base florestal. Seu objetivo é concentrar esforços para viabilizar o desenvolvimento de materiais genéticos melhorados de pínus, incluindo híbridos específicos para o atendimento das crescentes demandas por matéria-prima de alta qualidade e ao alcance de maior eficiência produtiva. Uma das metas é resgatar os materiais genéticos introduzidos pela Embrapa e por outras instituições, além de importar outros para o enriquecimento do acervo genético do setor florestal brasileiro. Assim, o PCMP visa desenvolver sementes e clones de pínus geneticamente melhorados, fundamentado em uma base genética mais ampla possível que assegure o potencial de melhoramento genético, por várias gerações.

Além de desenvolver germoplasma mais produtivo e de melhor qualidade, o PCMP visa possibilitar às empresas associadas o acesso aos materiais genéticos obtidos no programa de pesquisas da Embrapa, bem como àqueles resgatados das bases físicas das empresas associadas e via parcerias com instituições como o Instituto Florestal de São Paulo, o Instituto Chico Mendes e outras. Serão, também, introduzidos materiais genéticos por meio de importações e intercâmbios com instituições dos Estados Unidos, Austrália, África do Sul, Zimbábwe, Argentina, Uruguai e outros.

Poderão participar do PCMP pessoas físicas ou jurídicas (empresas) públicas, privadas ou de economia mista, com interesse no desenvolvimento e uso de material genético de pínus de alta produtividade e qualidade. O projeto prevê o envolvimento destes participantes em todo o processo, desde a ampliação e diversificação da base genética e implementação de testes em campo, até a produção e uso de sementes/clones melhorados. Os materiais genéticos melhorados obtidos em cada fase constituirão bases para as operações das empresas participantes e patamar para novos ciclos de cruzamentos seletivos visando ao melhoramento genético continuado.

O Projeto poderá contar, também, com participantes que possam contribuir com materiais genéticos, mesmo que não tenham interesse em receber sementes ou clones do Projeto Cooperativo, nem em participar das seleções, cruzamentos ou instalar testes genéticos. Poderão participar, também, instituições ou organizações chaves para os esforços no melhoramento genético de pínus, mediante contratos específicos a serem definidos pelo Conselho Deliberativo. Essa participação pode ser, por exemplo, em forma de contribuição com infraestrutura, equipes de coleta de sementes, pólen e propágulos, expertise em áreas como biotecnologia, estatística, tecnologia da madeira, entomologia, fitopatologia e outros recursos, ou que estejam interessadas por outros motivos. Isso implica que estão previstas diferentes categorias de membros no PCMP, dependendo da forma de sua participação nos esforços e nos benefícios a serem usufruídos. Detalhes sobre cada caso deverão ser definidos pelo Conselho Deliberativo.

O Projeto deverá ter como principal instrumento operacional a parceria com a Embrapa Florestas. A formalização dessa parceria possibilitará a atuação da instituição em benefício dos associados, por exemplo, por meio do envolvimento de especialistas em melhoramento genético e em áreas correlatas como propagação vegetativa (enxertia, cultura de tecidos e embriogênese somática), seleção genômica, polinização controlada e testes de qualidade de madeira para seleção, resistência a pragas e a fatores bióticos diversos, entre outras. Entre os benefícios

aos associados, incluem-se, também, a elaboração de laudos técnicos da Embrapa sobre a qualidade de lotes de sementes e propágulos e o apoio da Embrapa em questões sobre pragas, nutrição florestal, silvicultura, melhoramento genético, manejo e outras.

O PCMP tem por premissa básica oferecer um trabalho adicional ao que vem sendo desenvolvido individualmente pelas empresas privadas. Assim, mantém-se a independência e a autonomia sobre os trabalhos particulares de cada participante. Isto significa que materiais, estratégias e conhecimentos desenvolvidos ou adquiridos por uma empresa são de domínio total e exclusivo dela, cabendo a ela decidir sobre sua política com relação a estes itens. Materiais genéticos de propriedade dos participantes poderão ser incluídos nos experimentos do projeto cooperativo somente se eles assim desejarem. A inclusão de materiais genéticos dos participantes no programa de pesquisa e desenvolvimento do PCMP trará benefícios mútuos, tanto na forma de ampliação da base genética do programa quanto da possibilidade de estender o horizonte de credibilidade e marketing de materiais genéticos comercializáveis dos participantes. O projeto está sendo estruturando no sentido de ser capaz de agregar valor à base genética em uso atual em cada empresa privada participante.

O organograma básico, com a descrição do projeto, é apresentado na Figura 1.

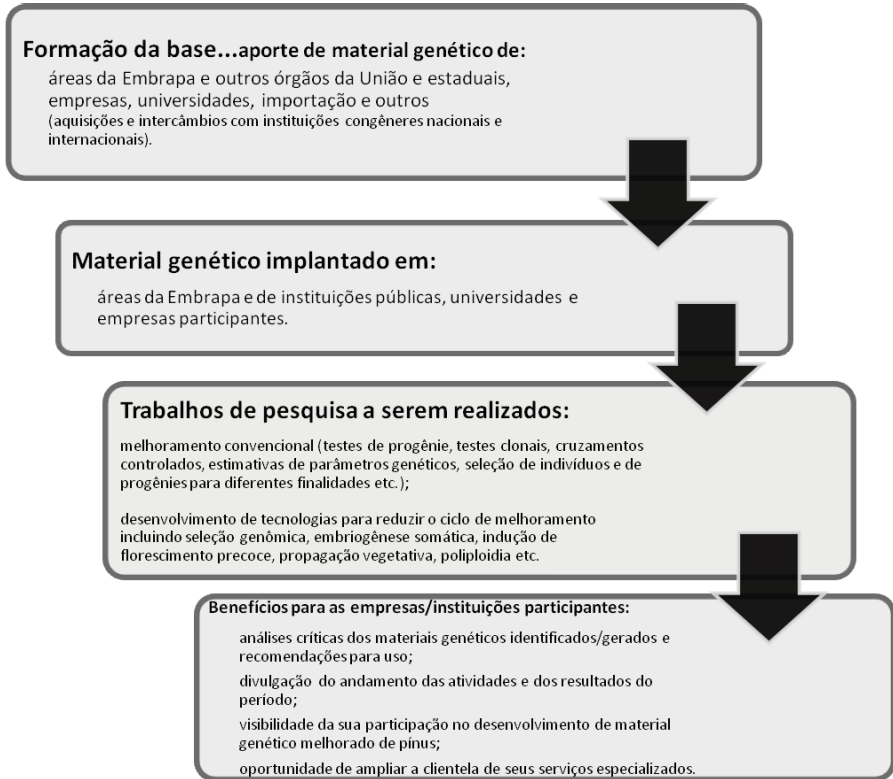


Figura 1. Organograma básico do PCMP.

7.1 Melhoramento genético de *Pinus* no PCMP

7.1.1 Melhoramento genético convencional

Melhoramento genético florestal é o resultado de um processo englobando várias atividades implementadas simultaneamente ou subsequentemente, com objetivos específicos de curto, médio e longo prazos. Os avanços esperados desse processo têm relação direta com o esforço dispendido (intensidade e rigor na seleção das matrizes, precisão das avaliações, pronta alocação dos genótipos

selecionados para as etapas seguintes do processo, etc.), a existência de variabilidade genética para triagens contínuas e a persistência na implementação e acompanhamento das atividades ao longo dos anos.

Pinus engloba espécies monoicas de reprodução cruzada e altamente vulneráveis aos efeitos da depressão por endogamia. Pés francos de *P. taeda* iniciam o processo reprodutivo em torno dos seis anos de idade; mediante enxertia de tecidos fisiologicamente maduros sobre mudas, podendo-se abreviar esse tempo para três a quatro anos. Da polinização até a maturação da semente, decorrem de 20 a 24 meses. Em diferentes graus de eficácia e eficiência, pode-se obter melhoramento genético dessas espécies de diversas maneiras.

7.1.1.1 Uso de sementes de matrizes selecionadas

Por princípio, a semente coletada de matrizes selecionadas encerra em si as características desejadas, em grau dependente do rigor da seleção aplicada e da herdabilidade dos caracteres. Assim, espera-se que essa semente dê origem a povoamentos com características melhores que aquelas de um povoamento não melhorado. As sementes obtidas de matrizes selecionadas podem ser destinadas às seguintes etapas:

- a) Formação de novos povoamentos comerciais.
- b) Estabelecimento de pomares de semente por mudas.
- c) Estabelecimento de testes de progênie para avaliar o valor genético das matrizes envolvidas e a transformação desses testes em pomares por mudas testados.

O uso da semente obtida das árvores selecionadas em povoamentos comerciais, para estabelecer novos plantios comerciais, é a estratégia de melhoramento menos dispendiosa e possibilita o uso imediato da semente “melhorada”. Porém, seu benefício é mínimo. Os possíveis ganhos genéticos são baixos, pois somente a árvore matriz é selecionada e, ainda assim, somente pelo seu aspecto fenotípico. Tendo em vista a incerteza quanto ao valor genético da árvore matriz e o fato de esta ser polinizada por árvores não selecionadas, a

superioridade genética da semente resultante é apenas presumida e pode não se confirmar. A aparente superioridade da árvore selecionada pode ser decorrente, também, da forte influência ambiental. A eficiência no fornecimento de semente nesta estratégia é baixa, pois depende de as árvores selecionadas já estarem produzindo semente em quantidade suficiente. Além disso, essa busca é dispendiosa devido ao necessário deslocamento da equipe de coleta até onde as árvores se encontram.

Na estratégia de formar pomares de semente por mudas, as sementes coletadas das árvores supostamente superiores em povoamentos comerciais são usadas no estabelecimento de um povoamento destinado à produção de semente. Ao longo dos anos, realiza-se um ou mais desbastes seletivos para liberar a copa das futuras matrizes produtoras de semente e eliminar as árvores de baixa qualidade fenotípica. O pomar de semente formado dessa maneira é conhecido como **pomar de semente por mudas não testado**, visto que a seleção das árvores produtoras de semente não é realizada com base no seu valor genotípico. A semente poderá estar disponível a partir de 13 anos a contar da seleção fenotípica das matrizes candidatas.

Se o povoamento produtor de semente for plantado em forma de teste de progênie, haverá possibilidade de se obter informações genéticas. Mediante desbastes realizados com base nos valores genéticos das matrizes, pode-se transformar esse povoamento em **pomar de semente por mudas testado**. O ganho genético esperado é substancialmente maior do que aquele obtido no pomar não testado, pois as sementes são produzidas pelas melhores progênies das matrizes de maior valor genético e tanto as matrizes quanto as fontes de pólen são árvores de maior valor genético. No entanto, esta estratégia tem baixa eficiência na produção de semente, tendo em vista que:

- a) Para que o teste de progênie gere informações confiáveis, ele terá que ocupar a menor área possível, de maneira que a variação ambiental seja minimizada e a variação genética seja determinada com maior precisão.

- b) O desbaste genético terá eficácia somente se a maior parte das matrizes de baixo valor genético for removida.
- c) O reduzido número de árvores remanescentes eleva a frequência de endogamia, acarretando importantes perdas no avanço genético.
- d) testes de progênie bem controlados e desbastes seletivos rigorosos levam à remoção de um grande número de árvores do pomar, reduzindo a quantidade de semente produzida.

Considerando que o tempo decorrido desde a polinização até a maturação das sementes é de praticamente dois anos, se o último desbaste for realizado aos oito anos do teste, as sementes melhoradas poderão estar disponíveis a partir dos 15 anos a contar da seleção das matrizes.

7.1.1.2 Uso de propágulos vegetativos para formar pomares clonais e bancos de germoplasma

Para formar o pomar clonal, é necessário propagar, vegetativamente, as árvores selecionadas pelos seus valores fenotípicos (árvores candidatas). Os genótipos propagados são plantados em delineamento apropriado, em local distante de povoamentos não melhorados da mesma espécie ou de espécies geneticamente compatíveis, de maneira a maximizar os cruzamentos entre os clones selecionados e minimizar os riscos de contaminação com pólen de baixo valor. O ganho genético esperado ainda será modesto por se tratar de **pomar clonal não testado** em que o valor genético das matrizes e dos polinizadores é apenas presumido. Mesmo assim, espera-se um ganho genético maior que no caso “7.1.1.1.b” pois, teoricamente, toda a polinização é feita por árvores igualmente selecionadas, ao passo que, no caso do pomar de semente por mudas citado, a contribuição da presumida superioridade das árvores matrizes fica comprometida pelo fato de se usar sementes resultantes da polinização por árvores não selecionadas. A produção de semente pode ser aumentada mediante ampliação da área e, conseqüentemente, do número de matrizes no pomar, combinada com a aplicação de regimes nutricionais e de irrigação para estimular

a intensa reprodução. A operação de colheita de semente é facilitada pela proximidade das matrizes e a localização em área de fácil acesso. O tempo necessário para que esta categoria de semente comece a ser produzida é de aproximadamente onze anos desde a seleção fenotípica das matrizes nos povoamentos comerciais.

Havendo testes de progênie que possibilitem a determinação do valor genético das árvores candidatas, a informação gerada a partir do oitavo ano pode ser usada para identificar, com confiabilidade satisfatória, os clones a serem mantidos no pomar após os desbastes seletivos. Com essa operação, o pomar é elevado à categoria de **pomar clonal testado**, que passará a produzir semente com valor genético ainda maior que nos esquemas anteriores, visto que são geradas somente por matrizes e polinizadores de valor genético comprovado. O tempo decorrido desde a seleção das matrizes até a colheita de semente melhorada nesse pomar é de aproximadamente 15 anos.

7.2 Conservação de germoplasma de *Pinus*

A Embrapa figura como uma das principais instituições de pesquisa agropecuária do mundo tropical. Grande parte desse sucesso deve-se ao desenvolvimento de material genético adaptado a condições específicas de solo e clima. Seu acervo genético inclui um extenso banco de germoplasma de espécies vegetais, em todo o território nacional. Isso assegura progresso continuado aos diferentes programas de melhoramento. Entre o germoplasma conservado pela Embrapa, encontram-se os bancos de conservação de espécies florestais. As principais estratégias de conservação de germoplasma na área florestal são a conservação *ex situ* e a *in situ*. Na conservação *in situ*, que se aplica somente às espécies nativas, as populações são mantidas em seu habitat natural, proporcionando-se todas as condições necessárias para que seu curso evolutivo natural seja assegurado. Na conservação *ex situ*, são mantidas, em ambientes fora da sua área de ocorrência natural, amostras representativas da variabilidade genética das espécies, podendo ser em campo, casas de vegetação, laboratórios ou bancos de semente e pólen.

O êxito dos programas de melhoramento genético florestal tem relação direta com o sucesso nas estratégias de conservação de germoplasma. É inevitável, ao longo do processo de melhoramento, a perda de alelos da base genética. No caso de espécies como pínus, a conservação pode ser implementada em bancos de germoplasma em campo ou mediante manutenção de amostras em laboratório (tecidos, pólen ou sementes).

O acervo de germoplasma de pínus da Embrapa é diversificado, abrangendo espécies oriundas de várias partes do mundo. Coleções de *P. elliotii* e *P. taeda* selecionados em povoamentos comerciais nos Estados do Paraná e São Paulo encontram-se estabelecidas em forma de pomares clonais e pomares por mudas em Colombo, Ponta Grossa e Piraí do Sul (PR), Monte Carlo (SC), e Ribeirão Branco (SP). Além disso, existem coleções de *P. elliotii* selecionadas especificamente para alta produção de resina, instaladas em Capão Bonito (SP), Ponta Grossa e Colombo.

O acervo de germoplasma de pínus tropicais foi formado após seleções ao longo dos anos entre os materiais genéticos obtidos tanto por meio da cooperação com instituições internacionais, como também com empresas privadas e outras instituições de pesquisa florestal no país. Entre as espécies incluídas na rede de bancos de conservação de pínus tropicais estão *P. caribaea* var. *hondurensis*, *P. caribaea* var. *bahamensis*, *P. maximinoi*, *P. oocarpa*, *P. tecunumanii*, *P. greggii*, *P. patula*, *P. kesíya* e *P. chiapensis*.

O valor estratégico da coleção de materiais genéticos de pínus tropicais da Embrapa pode ser dimensionado pelo potencial que representa, tendo em vista a constante demanda por sementes de maior produtividade em madeira e resina, e a busca por materiais adaptáveis às novas áreas projetadas para silvicultura intensiva com essas espécies. Além disso, alguns híbridos interespecíficos envolvendo *P. caribaea*, *P. tecunumanii* e *P. elliotii*, gerados artificialmente, têm mostrado desempenho superior a qualquer das espécies parentais e podem constituir a base para a silvicultura clonal de alto rendimento. Esses híbridos podem ser considerados como um taxon sintético,

visto que seu desempenho tem se mantido ao longo das gerações de cruzamentos. A importância ainda mais expressiva dos bancos de germoplasma estabelecidos em campo é o fato de que muitas raças geográficas ou procedências de espécies como *P. tecunumanii* e *P. caribaea* não existem mais em suas áreas de ocorrência natural, por conta dos desmatamentos para a exploração da madeira e expansão da agricultura. Outros materiais tal como *P. caribaea* var. *caribaea* têm a sua área de ocorrência natural restrita e, conseqüentemente, baixa variabilidade genética. Esses são casos que necessitam de maior atenção no processo de conservação e melhoramento genético. Para possibilitar o uso de todo esse potencial, o acervo genético da Embrapa é estratégico, pois representa segurança e esperança para o desenvolvimento da silvicultura de pínus não só para o Brasil, mas também para outros países tropicais.

7.3 Tecnologias para impulsionar o processo de melhoramento genético florestal

7.3.1 Hibridação interespecífica

A conceituação da categoria de espécie engloba, além das distinções anatômicas, genéticas e fisiológicas, o fato de, em condições naturais, ocorrer cruzamentos somente entre indivíduos dentro da mesma categoria. No entanto, esporadicamente, podem ocorrer cruzamentos naturais entre indivíduos de espécies distintas, em locais onde elas compartilham os mesmos espaços. Repetidos eventos dessa natureza, ao longo de gerações, seguidos de cruzamentos das recombinações com indivíduos de qualquer das espécies genitoras (introgressão) geram grupos divergentes que podem constituir novas espécies, desde que a reprodução natural fique restrita dentro desses novos grupos.

Cruzamentos entre indivíduos de espécies distintas dão origem a híbridos interespecíficos, que podem ser férteis ou não, dependendo do grau de divergência genética entre as espécies genitoras. No entanto,

a maior vantagem ocorre quando eles combinam as características favoráveis de ambos os genitores.

A busca por genótipos especiais em *Pinus*, por meio de polinização controlada, visando às recombinações interespecíficas, teve início nos anos 1920, com os trabalhos pioneiro de James D. Eddy. Ele estabeleceu um centro de pesquisas em Placerville, California, posteriormente transformado no Instituto de Genética Florestal do Serviço Florestal dos Estados Unidos da América. Até os anos 1950, mais de 60 combinações entre espécies e variedades de *Pinus* foram produzidas e testadas localmente. Dentre elas, pode se destacar o híbrido *P. rigida* x *P. taeda* (*P. rigitaeda*) que incorporou as características de rápido crescimento de *P. taeda* e a resistência ao frio de *P. rigida*. Esse híbrido tornou-se o principal componente das florestas plantadas na Coréia do Sul.

Na Austrália, entre as espécies de pínus de boa adaptação e alta produtividade, consta o híbrido entre *P. elliotii*, que tem como característica a tolerância ao alagamento temporário, e *P. caribaea* var. *hondurensis*, de reconhecido potencial de crescimento volumétrico. Essa combinação possibilitou a expansão dos plantios de pínus incluindo as vastas áreas sujeitas a alagamentos temporários na Costa Leste de Queensland. Testes com esse híbrido têm demonstrado alta produtividade, além de maior tolerância ao frio, quando comparado com *P. caribaea* crescendo em várias partes do mundo, inclusive no Brasil. Além disso, o enraizamento das estacas do híbrido é melhor que as das espécies parentais. Portanto, tanto esses híbridos quanto outros gerados pela combinação entre as diversas espécies adaptadas no Brasil representam recursos adicionais de grande importância para os plantios comerciais de alto rendimento. Tendo em vista que cada cruzamento interespecífico forma uma combinação genômica distinta de outras, repetidos cruzamentos, principalmente com a incorporação de mais espécies, representam uma estratégia altamente promissora para a formação de povoamentos comerciais de alto rendimento a ser explorada no Brasil. Por exemplo, híbridos *P. caribaea* x *P. tecunumanii*

têm sido promissores no Brasil, com alta produtividade de madeira, por vezes superando os híbridos *P. caribaea* x *P. elliottii*. Portanto, *P. tecunumanii* é uma das espécies chaves na estratégia de melhoramento do PCMP. De maneira geral, a produção de sementes pelos híbridos e sua viabilidade são mais baixas do que nas espécies parentais. Portanto, essa característica será levada em conta na estratégia de uso dos híbridos.

A superioridade dos híbridos pode ser decorrente tanto da heterose quanto da epistasia, como da complementaridade de caracteres das espécies envolvidas no cruzamento (NIKLES; GRIFFIN, 1992). O efeito da heterose se manifesta na forma de maior desempenho do híbrido em relação às espécies parentais, quando há efeito significativo da dominância nos caracteres avaliados. Epistasia é o efeito genético resultante da interação entre alelos de diferentes locos. O efeito da complementaridade, que predomina no caso de híbridos interespecíficos, se verifica pela somatória dos efeitos aditivos dos valores genéticos das espécies parentais.

O isolamento reprodutivo, decorrente de fases fenológicas reprodutivas distintas, é um fator decisivo na formação de grupos (espécies) distintos. No entanto, por meio de artifícios que viabilizam os cruzamentos entre indivíduos de grupos distintos, tem-se observado que, em muitos casos, há compatibilidade genética suficiente para gerar progênes viáveis e férteis. Esse é um recurso de grande potencial para alavancar os programas de melhoramento genético de pínus e viabilizar a formação de povoamentos comerciais de alta produtividade. Isto demandará desenvolvimento de tecnologia apropriada para as condições ambientais do Sul e Sudeste do Brasil, mediante estabelecimento de infraestruturas e aplicação de técnicas diversas como o processamento e armazenamento de pólen, testes confiáveis de viabilidade de pólen, polinização controlada em campo, entre outras. Após a obtenção das sementes híbridas, são necessários testes em campo e identificação de marcadores moleculares para a validação da condição híbrida.

7.3.2 Embriogênese somática

Métodos de cultura de tecido vêm sendo empregados com sucesso, como ferramenta auxiliar no melhoramento genético de espécies arbóreas. Entre eles, destaca-se a embriogênese somática (ES). Esta é uma das mais importantes técnicas da biotecnologia vegetal para a implementação de estratégias de melhoramento genético florestal, por possibilitar a propagação clonal de genótipos elite *in vitro* em grande escala. ES é o processo pelo qual, sob condições favoráveis para a indução de células embriogênicas, células somáticas dão origem a embriões, após passar por alterações morfológicas e bioquímicas (QUIRÓZ-FIGUEROA et al., 2006). Esse é um processo morfogenético que se aproxima da sequência de eventos da embriogênese zigótica, por meio da técnica de cultivo *in vitro* (GUERRA et al., 1999).

Em comparação com outros métodos de propagação *in vitro*, a ES oferece vantagens como a possibilidade de se aplicar a criopreservação de tecidos embriogênicos. Isso permite a conservação *ex situ* de germoplasma de especial importância. Além disso, a técnica pode ser aplicada de forma reversa no programa de melhoramento - após os cruzamentos, os embriões gerados são clonados por ES e testados no campo, ao mesmo tempo em que parte deles é criopreservada. Após os testes e seleção dos genótipos, pode-se resgatar esse material do banco de criopreservação para multiplicação e uso operacional.

A formação de embriões somáticos em pínus foi descrita pela primeira vez em 1985 (SMITH et al., 1986). Após esse estudo, o uso da ES foi relatado em várias espécies deste gênero (ARONEN et al., 2009; ARYA et al., 2000; CHAVEZ et al., 2011; DAVID et al., 1995; MALABADI et al., 2011; VON ARNOLD et al., 2002). Apesar de já ser utilizada comercialmente por empresas privadas, principalmente para *P. taeda*, a maioria das espécies tem se mostrado recalcitrante à técnica. Embora a ES venha sendo aplicada com êxito em nível comercial e em programas de melhoramento genético de *P. taeda*, para outras espécies ela ainda se encontra em fase experimental e requer estudos para o estabelecimento de protocolos. Trabalhos nesse sentido estão sendo

desenvolvidos na Embrapa Florestas, especificamente para *P. caribaea* var. *hondurensis* (ZANELLA, 2016).

7.3.3 Seleção genômica ampla

Seleção genômica ampla (SGA) é uma técnica de genética molecular que permite prever os valores genéticos por meio de análise do conjunto de marcadores moleculares dispersos pelo genoma do organismo (neste caso, da planta). Para a aplicação eficiente da seleção genômica, é necessária uma população de melhoramento com tamanho efetivo populacional de 50 a 100, dependendo da herdabilidade do caráter (GRATTAPAGLIA; RESENDE, 2011). A alta densidade de marcadores auxilia na capitalização do desequilíbrio de ligação de vários genes relacionados ao caráter estudado. Este é um requisito importante para o sucesso da SGA. Assim, pode-se aplicar a seleção ultra precoce, ainda no estágio de embrião ou plântula e, conseqüentemente, antes da implantação dos experimentos. Com isso, a determinação do valor genético das árvores pode ser realizada sem a necessidade de se esperar por muitos anos até que testes de progênie gerem informações sobre o valor genético de suas matrizes. Essa técnica possibilita analisar um número muito grande de indivíduos e progênies, limitado somente pela disponibilidade de recurso financeiro aportado para as genotipagens. Isso aumenta a chance de se obter indivíduos com maior potencial produtivo e descartar os menos produtivos, sem a necessidade de estabelecer ensaios de campo. A seleção genômica apresenta várias vantagens:

- 1) Diminui os intervalos de geração ou ciclo de melhoramento (permite selecionar plantas antes da fase adulta).
- 2) Reduz os custos.
- 3) Possibilita selecionar plantas sem a necessidade de testes de progênie.
- 4) Possibilita estimar valores genéticos com maior acurácia do que aqueles realizados pelos métodos convencionais.

- 5) Possibilita aumentar a intensidade de seleção.
- 6) Possibilita monitorar, de maneira mais eficiente, parâmetros como a perda da variabilidade genética, o efeito da endogamia e do parentesco.
- 7) Possibilita avaliar características de difícil avaliação pelos métodos tradicionais.
- 8) Permite identificar os cruzamentos mais eficientes para as diversas finalidades do melhoramento (BEAULIEU, 2014; GRATTAPAGLIA, 2014).

Essa tecnologia pode ser aplicada em várias etapas do melhoramento e para vários caracteres. Após a genotipagem e fenotipagem dos indivíduos da população de árvores candidatas, várias análises e estratégias de seleção podem ser propostas, principalmente a seleção de indivíduos para compor os plantios comerciais e os testes clonais.

A SGA, combinada com a propagação vegetativa via ES e a indução de florescimento precoce, poderá trazer um grande impulso no melhoramento genético, com rápidos ganhos em curto período de tempo. Portanto, as pesquisas a serem realizadas no PCMP serão focadas nessas tecnologias, para assegurar a disponibilidade de sementes e clones geneticamente melhorados, de maneira mais eficiente e em um menor intervalo de tempo. Nas espécies do gênero *Pinus*, por serem perenes e apresentarem um ciclo de reprodução de mais de 15 anos, o impacto da SGA pode ser maior do que nas culturas anuais. Por outro lado, mesmo que não seja possível aplicar essa tecnologia em todas as populações a serem melhoradas, a simples análise de parentesco já poderá gerar informações importantes para o melhoramento genético, principalmente ao se considerar que o grau de melhoramento genético desse gênero ainda está em fase incipiente, em comparação com o melhoramento de culturas como o milho e outras anuais.

Outra tecnologia que vem sendo estudada em vários organismos vivos é CRISPR/Cas ou CRISPR – “Clustered Regularly Interspaced Short

Palindromic Repeats” (Repetições Palindrômicas Curtas Agrupadas e Regularmente Interespaçada). Trata-se de um mecanismo antigo de defesa encontrado em uma vasta gama de bactérias e archaea, e vem sendo aplicada para editar, silenciar ou cortar genes indesejados (enzima nuclease e mecanismo de mensageiro químico) (WIEDENHEFT et al., 2012). Apesar de existir outros mecanismos para editar e reparar o DNA, essa tecnologia poderá ser usada para esse efeito com mais eficiência, versatilidade e precisão, além de ser de fácil adoção. Essa tecnologia poderá ser aplicada para várias finalidades no melhoramento de espécies florestais. Para isso, é necessário ter um bom conhecimento do genoma da espécie. A primeira espécie florestal em que essa ferramenta foi utilizada foi *Populus* sp. CRISPR mais eficiente e consistente, editado por Cas9, foi relatado em híbrido de *Populus tremula* x *P. alba* (TSAI et al., 2015).

7.4 Temas centrais do PCMP

A equipe técnica do PCMP é composta por pesquisadores da Embrapa Florestas e consultores, especializados em temas como:

- Genética florestal.
- Genética quantitativa e de populações.
- Genética molecular (genotipagem, seleção genômica ampla).
- Estratégias de melhoramento genético florestal.
- Banco de dados genéticos.
- Delineamentos experimentais.
- Análises estatísticas e genéticas.
- Silvicultura.
- Manejo de pólen.
- Polinizações controladas e hibridação interespecífica.

- Micropropagação vegetativa (embriogênese somática, cultura de tecidos).
- Caracterização e avaliação da qualidade da madeira e resina.
- Análise de processos e de riscos.
- Legislação, gestão e parcerias.

Além disso, o PCMP deverá contar com o apoio de técnicos florestais na Embrapa e em cada local em campo.

7.5 Administração do PCMP

Para dar suporte às atividades, o PMCP terá estrutura administrativa e organização financeira estabelecidas por um fundo de participação com identidade jurídica (CNPJ) própria denominada Fundo Cooperativo para Melhoramento de Pinus (Funpinus). Sua figura jurídica representará os participantes em um contrato de cooperação técnica com a Embrapa Florestas, que seguirá o modelo do Fundo Nacional de Controle de Pragas Florestais (Funcema), justificando-se pelas facilidades operacionais e sucesso desse programa.

O Funpinus contará com uma estrutura administrativa composta por três Conselhos (Deliberativo, Fiscal e Consultivo) e uma Diretoria Executiva. As atribuições destes componentes e demais itens do estatuto, como também os ajustes necessários para atender a especificidades técnicas e características dos participantes, estão definidas no Estatuto do Funpinus, apresentado no final desta publicação. A coordenação técnica do Projeto será sediada junto à Embrapa Florestas, em Colombo, PR.

7.5.1 Participação no PCMP

A participação como associados ao PCMP pode ser feita em uma das seguintes formas:

- a) **Membros plenos** - associados que se envolvem, efetivamente, com trabalhos e decisões no âmbito do Projeto, com direitos e deveres nas seguintes categorias:
1. Participação em seleções e em trabalhos de cruzamentos.
 2. Instalação e manutenção de testes genéticos.
 3. Implementação de ações de melhoramento e produção de sementes.
 4. Participação em equipes técnicas para discutir e buscar avanços em pesquisa.
 5. Uso de estruturas, informações e dados de pesquisa do Projeto.
 6. Uso de relatórios e publicações técnicas.
 7. Uso do material genético melhorado no programa do PCMP em suas operações.
 8. Participação em reuniões, cursos e oficinas do Projeto Cooperativo.
 9. Divulgação de sua marca no site e outros veículos do Projeto Cooperativo.
 10. Recebimento de orientações e assessoria técnica em silvicultura e manejo.
 11. Direito a voto nas decisões do Projeto.
- b) **Membros contribuintes** - associados com interesse em contribuir e/ou receber benefícios do PCMP, exceto quanto ao recebimento de material genético e ao dever de estabelecer/manter experimentos em suas bases físicas. Para integrar o PCMP nesta categoria de membro, a solicitação do interessado deverá ser aprovada pelo Conselho Deliberativo, com base em normas a serem definidas pelo mesmo.

- c) **Membros institucionais** - Instituições governamentais e não-governamentais das áreas acadêmicas, políticas, financeiras, desenvolvimento científico e tecnológico, difusão de tecnologia e outras cuja atuação seja essencial aos objetivos do PCMP.

7.5.2 Aporte de recursos

O orçamento para a implementação do PCMP dependerá do número de empresas participantes do projeto e do número e extensão das atividades a serem realizadas. Os valores são definidos pelo Conselho Deliberativo, conforme o Estatuto, e deverá ser utilizado um “Termo de Cooperação Técnico-Financeira” celebrado entre a empresa participante e o Funpinus.

Recursos para investimentos poderão ser obtidos a partir de projetos de P&D a serem submetidos a órgãos financiadores como Finep, CNPq ou à própria Embrapa. Poderá haver, também, aporte de investimentos adicionais por parte de empresas que desejarem atendimento a interesses específicos.

7.5.3 Locais de implantação dos experimentos

- a) Fazendas experimentais da Embrapa:

- Ponta Grossa, PR
- Caçador, SC
- São Carlos, SP
- Vilhena, RO

- b) Áreas de empresas associadas.

- Empresa A
- Empresa B
- Empresa C
- ...

7.5.4 Avaliação de riscos do projeto

Em todos os processos, é importante analisar os riscos potenciais e/ou reais, tanto os positivos quanto os negativos. Os riscos positivos são as **oportunidades** para o processo e os negativos são as **ameaças**.

Risco representa algo que pode ou não ocorrer. Porém, se ocorrer, trará impactos em termos de custos, prazos, qualidade, tempo ou satisfação dos participantes. O processo de identificação de riscos tem por objetivo gerar uma lista daquelas ocorrências que podem ameaçar ou gerar vantagens com relação aos objetivos do projeto. A análise aqui realizada para o PCMP está baseada no cenário atual (interno e externo). Entretanto, é fundamental manter o processo atualizado com reavaliações constantes dos cenários, para identificar mudanças no ambiente que possam causar impactos positivos ou negativos ao projeto.

As oportunidades podem ser aceitas, caso ocorram, visando:

- a) Aproveitar todas as oportunidades de forma plena.
- b) Melhorá-las visando aumentar a probabilidade ou os impactos positivos.
- c) Compartilhá-las, de forma integral ou parcial com terceiros, com o intuito de proporcionar benefícios a todos.

As ameaças podem ser:

- a) Evitadas, realizando ações para eliminar as causas raízes.
- b) Transferidas para um terceiro a responsabilidade pelos seus gerenciamentos.
- c) Prevenidas com ações prévias à execução do projeto.
- d) Aceitas, adotando-se planos de contingência.

Os ativos de informação/ inovação em forma de resultados de experimentos, materiais genéticos melhorados, tecnologia desenvolvida

e outros são importantes, principalmente para os envolvidos no projeto proposto. Com o objetivo de maximizar as oportunidades e minimizar as ameaças, foram identificados os riscos do PCMP (Tabela 1), conforme metodologia apresentada por Vencato (2014).

Tabela 1. Lista das ameaças e possíveis contingências relacionadas aos riscos identificados para o PCMP.

Tipo	Risco	Descrição	Plano de contingência
	Falta de pagamento de empresas associadas.	Empresas associadas podem atrasar ou deixar de pagar as mensalidades.	Estabelecer cláusulas contratuais específicas que formalizem prazo determinando à obrigação dos repasses financeiros. Manter reserva orçamentária específica para atendimento de custos não previstos. Buscar novos parceiros potenciais por meio de ações específicas (lista de interessados por tema).
	Instabilidade financeira.	Situação decorrente do contexto socioeconômico doméstico e internacional.	Estabelecer cláusulas contratuais específicas que formalizem prazo determinando a obrigação dos repasses financeiros. Manter reserva orçamentária no Fundo, específica para atendimento de custos não previstos.
	Mudanças na configuração, concepção e/ou especificação nas contratações.	O escopo do contrato (por exemplo, povoamentos e coleções de germoplasma incluídos como contrapartida) não foi bem definido no momento da sua elaboração ou quando o contratante ainda não tem todas as informações necessárias para a formulação do contrato.	Detalhar no contrato informações completas, ou especificar prazos para as complementações necessárias. Realizar análise de riscos para cada projeto, utilizando uma matriz de resultados.
	Suspensão ou rescisão de contrato.	A empresa associada ou o Funpinus não cumpre uma ou mais cláusulas especificadas no contrato.	O contrato deve conter cláusulas especificando quais ações serão realizadas caso ocorra a suspensão ou rescisão do mesmo.

Continua...

Contratuais

Tabela 1. Continuação...

Tipo	Risco	Descrição	Plano de contingência
Armazenamento inadequado dos materiais.		A empresa associada não dispõe de local apropriado para armazenar material necessário (por exemplo, semente, pólen, propágulos vegetativos) para a execução do projeto, podendo ocorrer a perda do material por falta de refrigeração, excesso de umidade, armazenamento inadequado.	<p>Buscar alternativas de local para armazenamento de material junto a outras associadas.</p> <p>Realizar análise de riscos para os casos que contemplem este ponto e formalizar parceria com mais de uma empresa associada.</p>
Vulnerabilidade do material utilizado.		O material necessário para a execução do projeto (semente, pólen, propágulos vegetativos, insumos agrícolas, entre outros) é vulnerável, podendo perder suas características de viabilidade.	<p>Armazenar em condições adequadas e, quando for o caso, manter fontes in situ.</p> <p>Criar lista de possíveis fontes de obtenção de material genético.</p> <p>Realizar parceria com várias fontes para apoio caso seja necessário o uso do material genético.</p>
Atraso na liberação do trabalho.		Trabalhos de campo que dependem da gestão local (empresas associadas) para a execução das tarefas essenciais ao projeto não sejam realizados no período programado.	<p>Conscientizar as associadas (em assembleias e por meio de material informativo como e-mails e impressos) sobre a importância do cumprimento dos agendamentos e dos prazos.</p> <p>Fazer parcerias com empresas associadas para apoio e execução dos trabalhos programados, utilizando-se de contrapartidas (financeiras, permuta ou outras formas).</p>
Desmotivação da equipe.		Sendo um projeto de longo prazo, pode ocorrer desmotivação de envolvidos por motivos diversos.	<p>Manter um processo contínuo com informações em relatórios sobre o andamento do projeto e os resultados obtidos.</p>

Continua...

Tabela 1. Continuação...

Tipo	Risco	Descrição	Plano de contingência
Alteração da equipe.	Alteração na equipe gestora das empresas associadas pode gerar incertezas quanto aos propósitos e importância do projeto de longo prazo.	Levar, previamente, o assunto para discussão em assembleia, para estabelecer medidas preventivas voltadas à conscientização de novos gestores.	
Defeitos na execução dos trabalhos.	As equipes locais (empresas associadas) podem executar os trabalhos sem seguir as orientações da coordenação do projeto.	Apresentar, sistematicamente, os trabalhos/projetos executados em períodos previamente acordados para conhecimento e acompanhamento de novos membros/gestores do projeto ou da empresa.	
		Manter os responsáveis técnicos de cada associada conscientes para evitar a execução de tarefas à revelia das orientações do projeto.	
		Manter padronizados os processos críticos identificados (mesma sistemática para todas as associadas).	
			Continua...

Tabela 1. Continuação...

Tipo	Risco	Descrição	Plano de contingência
	Instabilidade financeira.	Evasão de empresas associadas, acarretando falta de recursos operacionais.	Firmar contratos por períodos considerados como de "médio prazo" (ex. a cada três anos). Isto facilita a inserção dos valores comprometidos com o projeto no orçamento da empresa.
Gerenciais	Problema(s) de fluxo de caixa.	O projeto depende de recursos de terceiros (Governo e empresas associadas) e não tem autonomia sobre este ponto. A falta de recursos financeiros pode impossibilitar a contratação de mão de obra ou a locação de equipamentos, inviabilizando a execução do projeto, conforme havia sido programado.	Não contar como certa a captação de recursos de fontes que não sejam do aporte de cada empresa. Recursos advindos de fontes externas deverão ser buscados, mas sempre serão incertos quanto à sua obtenção. Obter fontes externas de captação indireta (parceiros potenciais ou contrapartida de recursos) formalizada por meio de contratos.
			Continua...

Tabela 1. Continuação...

Tipo	Risco	Descrição	Plano de contingência
Externos	Ocorrência de fenômenos naturais.	Condições meteorológicas anormais, como excesso ou falta de chuva em períodos críticos, podem inviabilizar a produção de semente e também as polinizações controladas. Também, ocorrências de rajadas de vento ou tornados podem destruir instalações como viveiros, pomar "indoor", pomares clonais etc., colocando em risco anos de trabalho. Outros riscos que não podem ser esquecidos incluem incêndios e invasões.	Manter todas as precauções técnicas para minimizar as consequências de ocorrências destes fenômenos.
	Atos governamentais que interferiram na execução do projeto.	Possível restrição de acesso aos recursos genéticos sob responsabilidade da Embrapa e de outras instituições governamentais.	Verificar a legislação pertinente e estabelecer contratos de partição de direitos e benefícios, quando for o caso.
	Alteração cambial.	Em decorrência de instabilidade financeira e das taxas cambiais, as operações podem ficar prejudicadas, principalmente na importação de insumos (sementes, reagentes, materiais especiais para polinização controlada etc.).	Manter reserva orçamentária no caixa do projeto. Obter fontes externas de captação indireta (parceiros potenciais ou contrapartida de recursos) formalizada por meio de contratos.

Continua...

Tabela 1. Continuação...

Tipo	Risco	Descrição	Plano de contingência
Externos	Aumento no custo dos materiais e/ou equipamentos (inflação).	Aumento de custo, especialmente na implementação de ações de longo prazo, principalmente pelos efeitos da inflação.	Os contratos terão que ser de médio prazo, ou então serem revistos periodicamente para atenuar tais efeitos. Obter fontes externas de captação indireta (parceiros potenciais ou contrapartida de recursos) formalizada por meio de contratos.
Tecnológicos	Indisponibilidade de recursos físicos para o uso da tecnologia.	Pode ocorrer atraso ou impedimento na execução do projeto por falta ou disponibilidade apenas parcial de equipamentos para análise nos laboratórios da Embrapa. Também, pode haver escassez de técnicos de laboratório para operar os equipamentos, para atender os trabalhos do projeto.	Elaborar previsões de demandas de equipamento e de mão de obra e incluí-las nos contratos de parceria. Obter fontes externas de captação indireta (parceiros potenciais ou contrapartida de recursos) formalizada por meio de contratos.

Continua...

Tabela 1. Continuação...

Tipo	Risco	Descrição	Plano de contingência
Organizacionais	Aquisição/fusão de empresas.	Mudanças organizacionais na estrutura das empresas associadas, em virtude de fusão ou alienação, podem anular ou requerer revisão dos termos de adesão ao projeto cooperativo.	Levar, previamente, o assunto para discussão em assembleia para estabelecer medidas preventivas voltadas à conscientização de novos gestores.
Organizacionais	Entraves em função de regulamentos internos.	Normas ou procedimentos internos da Embrapa e de outras instituições parceiras podem gerar entraves burocráticos na execução do projeto.	Apresentar, sistematicamente, os trabalhos/projetos executados em períodos previamente acordados para conhecimento e acompanhamento de novos membros/gestores do projeto ou da empresa.
Organizacionais	Dificuldades ligadas à segurança da informação.	Dificuldade na segurança da informação é um risco que não pode ser subestimado e requer todos os meios, basicamente, para prevenir invasões e quebra de sigilo.	Buscar, previamente, mecanismos que viabilizem o atendimento às normas e procedimentos, de forma a evitar entraves no projeto. Estabelecer um conjunto de medidas de segurança da informação e propor sua aprovação em assembleia. Estabelecer mecanismos de controle (em contrato) referente ao uso e propriedade da informação sigilosa. Estabelecer mecanismos para armazenamento controlado das informações sigilosas.

Tabela 2. Lista das oportunidades identificadas para o PCMP.

Tipo	Oportunidades
Contratuais	Alta demanda de parceiros públicos interessados em participar do projeto. Crescimento do número de parceiros buscando participação na cooperativa.
Execução	Formação de base genética ampla e confiável. Estudo da plasticidade de material genético e seleção para condições adversas. Participação nas decisões técnicas de pesquisa.
Gerenciais	Credibilidade das empresas cooperadas, considerando a qualidade do material disponibilizado para o mercado. Possibilidade de marketing relacionado ao produto de alto valor agregado. Prioridade no acesso aos resultados de pesquisas.
Externos	Preservação e potencialização do valor agregado referente ao material genético. Aumento na quantidade de material para comercialização.
Tecnológicos	Obtenção de clones e sementes de genótipos superiores.
Organizacionais	Intercâmbio entre parceiros, facilitando a interação e análise das necessidades mútuas.

Referências

ARONEN, T.; PEHKONEN, T.; RYNNÄNEN, L. Enhancement of somatic embryogenesis from immature zygotic embryos of *Pinus sylvestris*. **Scandinavian Journal of Forest Research**, v. 24, p. 372–383, 2009. DOI: 10.1080/02827580903228862.

ARYA, S.; KALIA, R. K.; ARYA, I. D. Induction of somatic embryogenesis in *Pinus roxburghii* Sarg. **Plant Cell Reports**, v. 19, n. 8, p. 775-780, 2000. DOI: 10.1007/s002990000197.

BEAULIEU, J.; DOERKSEN, T. K.; MACKAY, J.; RAINVILLE, A.; BOUSQUET, J. Genomic selection accuracies within and between environments and small breeding groups in white spruce. **BMC Genomics**, v. 15, n. 1, p. 1048, 2014. DOI: 10.1186/1471-2164-15-1048.

CHAVEZ L. A.; FLINN, B. S.; EGERTSDOTTER, U. Initiation of somatic embryogenesis from immature zygotic embryos of oocarpa pine (*Pinus oocarpa* Schiede ex Schlechtendal). **Tree Physiology**, v. 31, p. 539-54, 2011. DOI: 10.1093/treephys/tp040.

DAVID, A.; LAINE, E.; DAVID, H. Somatic embryogenesis in *Pinus caribaea*. In: JAIN, S. M.; GUPTA, P. K.; NEWTON, R. J. (Ed.). **Somatic embryogenesis in woody plants**. Netherlands: Springer, 1995. p. 145-181. (Forest Sciences, 3. Gymnosperms, 44).

FERREIRA, M. O histórico da introdução de espécies florestais de interesse econômico e o estado de sua conservação no Brasil. In: SHIMIZU, J. (Ed.). **Memórias do Workshop sobre conservação e uso de recursos genéticos florestais**. Colombo: Embrapa Florestas, 2000. p. 18-66. (Embrapa Florestas. Documentos, 56).

GRATTAPAGLIA, D. Breeding forest trees by genomic selection: current progress and the way forward. In: TUBEROSA, R. (Ed.). **Genomics of plant genetic resources**. Dordrecht: Springer Science & Business Media, 2014. p. 652-682.

GRATTAPAGLIA, D.; RESENDE, M. D. V. Genomic selection in forest tree breeding. **Tree Genetics & Genomes**, v. 7, n. 2, p. 241-255, 2011. DOI: 10.1007/s11295-010-0328-4.

GUERRA, M. P.; TORRES, A. C.; FERREIRA, A. T. Embriogênese somática e sementes sintéticas. In: TORRES, A. C.; CALDAS, L. S.; BUSO, J. A. (Ed.). **Cultura de tecidos e transformação genética de plantas**. Brasília, DF: Embrapa-SPI; Embrapa-CNPQ, 1999. p. 533-568.

INDÚSTRIA BRASILEIRA DE ÁRVORES. **Ibá**: Indústria Brasileira de Árvores. São Paulo, 2016. 100 p. Relatório Ibá 2016. Disponível em: <<http://iba.org/pt/biblioteca-iba/publicacoes>>. Acesso em: 21 fev. 2017.

MALABADI, R. B.; SILVA, J. A. T.; MULGUND, G. S. Induction of somatic embryogenesis in *Pinus caribaea*. **Tree and Forestry Science and Biotechnology**, v. 5, p. 27-32, 2011.

NIKLES, D. G.; GRIFFIN, A. R. Breeding hybrids of forest trees: definitions, theory, some practical examples, and guidelines on strategy with tropical acacias. In: CARRON, L. T.; AKEN, K. M. (Ed.). **ACIAR Proceedings Series**, n. 37, p. 101-109, 1992.

QUIRÓZ-FIGUEROA, F. R.; ROJAS-HERRERA, R.; GALAZAVALOS, R. M.; LOYOLA-VARGAS, V. M. Embryo production through somatic embryogenesis can be used to study cell differentiation in plants. **Plant Cell, Tissue, and Organ Culture**, v. 86, p. 285-301, 2006. DOI: 10.1007/s11240-006-9139-6.

SMITH, D.; SINGH, A. P.; WILTON, L. Zygotic embryogenesis in *Pinus radiata* in vivo and in vitro. In: MEETING INTERNATIONAL CONIFER TISSUE CULTURE WORK GROUP, 3., 1985, Rotorua. **Abstracts...** Rotorua: Forest Research Institute, 1986. p. 12-16.

TSAI, C.; ZHOU, X.; JACOBS, T.; XUE, L.; HARDING, S.; DAHLEN, J.; GJERSING, E.; DAVIS, M. Exploiting SNPs for CRISPR/Cas9-mediated biallelic mutations in *Populus* reveals 4-coumarate:CoA ligase specificity and redundancy. **New Phytologist**, v. 208, n. 2, p. 298-301, 2015. DOI: 10.1111/nph.13470.

VENCATO, M. de F. **Ferramenta para análise e avaliação de riscos no planejamento de projetos de pesquisa e desenvolvimento**. 2014. 122 f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento de Tecnologia) - Instituto de Tecnologia para o Desenvolvimento; Instituto de Engenharia do Paraná, Curitiba.

VON ARNOLD, S.; SABALA, I.; BOZHKOV, P.; DYACHOK, J.; FILONOVA, L. Developmental pathways of somatic embryogenesis. **Plant Cell, Tissue and Organ Culture**, v. 69 p. 233-249, 2002. DOI: 10.1023/A:1015673200621.

WIEDENHEFT, B.; STERNBERG, H. S.; DOUDNA, J. RNA-guided genetic silencing systems in bacteria and archaea. **Nature**, v. 482, n. 7385, p. 331-338, 2012. DOI: 10.1038/nature10886.

ZANELLA, L. B. **Embriogênese somática em *Pinus caribaea* var. *hondurensis***. 2016. Dissertação. (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

ESTATUTO DO FUNDO COOPERATIVO PARA MELHORAMENTO DE PINUS - FUNPINUS

CAPÍTULO I DA DENOMINAÇÃO, SEDE, FORO E OBJETO SOCIAL

Artigo 1º - Denomina-se FUNDO COOPERATIVO PARA MELHORAMENTO DE PINUS - FUNPINUS, sociedade de direito privado, sem fins lucrativos, não distribuindo lucros nem dividendos, de duração ilimitada, sem intuito político, partidário ou religioso, tendo o início de suas atividades em data de xx de xxxx de 2016.

Artigo 2º - Tem sua sede e foro à Rua Dr. Muricy, 474, 5º andar, Curitiba, Paraná e do seu objetivo social consta:

a) assistir e defender os interesses no desenvolvimento de material genético melhorado de pinus para o setor florestal e, de modo prioritário, para atender as demandas dos associados do Fundo;

b) participar, financeiramente, da implementação do Programa Cooperativo de Melhoramento de Pinus;

c) Estimular os programas de resgate e conservação de germoplasma de pinus de interesse para o Funpinus;

d) Promover parcerias com a Embrapa visando possibilitar a participação da instituição em benefícios dos associados do Funpinus;

e) Promover programas de atualização e melhorias do conhecimento acerca dos interesses da conservação e melhoramento genético de pinus.

Artigo 3º - O Corpo Associativo será composto por Empresas ligadas ao setor de base florestal, por pessoas físicas ou jurídicas, públicas, privadas ou de economia mista, cuja adesão ao FUNPINUS, será estabelecida em regulamento e normas próprias, que serão posteriormente criadas pelo CONSELHO DELIBERATIVO.

Artigo 4º - O FUNPINUS poderá realizar convênios e contratos com entidades públicas ou privadas especializadas, nacionais e estrangeiras, bem como receber verbas e dotações orçamentárias e quaisquer títulos, gozando, todavia, de autonomia administrativa e financeira.

CAPÍTULO II

DA ADMINISTRAÇÃO – COMPOSIÇÃO E COMPETÊNCIA

Artigo 5º - O FUNPINUS é composto do seguinte corpo administrativo:

I – CONSELHO DELIBERATIVO: é constituído por 7 (sete) membros, com seus respectivos suplentes, sendo os mesmos eleitos dentre as empresas associadas.

II – SECRETARIA EXECUTIVA: composta de um Secretário Executivo e um Tesoureiro (pode ser de uma empresa), contratados pelo CONSELHO DELIBERATIVO.

III – CONSELHO FISCAL: composta de 03 (três) membros e respectivos suplentes, escolhidos pelo CONSELHO DELIBERATIVO, para o mandato de 03 (três) anos, sendo compulsória a permanência de 1/3 (um terço) de seus membros em cada renovação.

IV – CONSELHO CONSULTIVO: é constituído por 4 (quatro) membros, associados ou não, com seus respectivos suplentes, sendo os mesmos indicados respectivamente por:

a) EMBRAPA FLORESTAS – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Centro Nacional de Pesquisas Florestais, sendo este um pesquisador.

b) Associações de Classe das Empresas de Base Florestal, nos Estados do Paraná, Santa Catarina, Rio Grande do Sul, Minas Gerais e São Paulo.

Artigo 6º - O mandato do CONSELHO DELIBERATIVO é de 03 (três) anos e, ocorrendo o afastamento de um dos membros referidos no item "I", a entidade representada deverá indicar seu substituto.

Artigo 7º - O CONSELHO DELIBERATIVO será presidido pelo Presidente e contará também com um Vice-presidente, eleito dentre os seus membros, mediante decisão de maioria simples dos componentes, para o mandato de 03 (três) anos.

Artigo 8º - Compete, privativamente, ao CONSELHO DELIBERATIVO, aprovar por decisão de maioria simples dos seus componentes:

a) a política geral e a orientação das atividades do FUNPINUS, a serem observadas pela SECRETARIA EXECUTIVA;

b) contratação e destituição dos membros da SECRETARIA EXECUTIVA;

c) contratação de serviços permanentes ou eventuais de consultores, assessores, redatores e técnicos de qualquer natureza;

d) conhecimento de representações e recursos que lhe sejam dirigidos, dando decisão sobre eles;

e) deliberação sobre a destinação, bem como a distribuição, prazos e formas das contribuições arrecadadas;

f) relatórios e balancetes contábeis da SECRETARIA EXECUTIVA e, com base no parecer do CONSELHO FISCAL, deliberar sobre as contas do Exercício findo para oportuna apresentação do relatório, documentos e suas atividades e realizações aos signatários e contribuintes do FUNPINUS;

g) recebimento, discussão e aprovação da programação e orçamento do FUNPINUS, em conformidade com as exigências legais e dentro dos prazos estabelecidos nas normas da lei;

h) autorização à SECRETARIA EXECUTIVA a criar e extinguir cargos remunerados, a contratar pessoal, cabendo-lhe aprovar, previamente, os nomes dos servidores de alto nível a serem contratados.

Parágrafo Primeiro - Em casos extraordinários, o CONSELHO DELIBERATIVO reunir-se-á em Assembleia Extraordinária, convocada por iniciativa de pelo menos 1/3 (um terço) de seus membros, para deliberar sobre assuntos de interesse do FUNPINUS, inclusive para a destituição do Presidente e sobre a reforma dos Estatutos, por decisão de maioria simples de seus membros.

Parágrafo Segundo - A responsabilidade do CONSELHO DELIBERATIVO limitar-se-á somente aos recursos disponíveis do FUNPINUS na vigência de cada exercício, em conformidade com os preceitos orçamentários, não respondendo seus membros, subsidiariamente, pelas obrigações sociais.

Artigo 9º - Compete à SECRETARIA EXECUTIVA:

a) representar, tecnicamente, o FUNPINUS nos eventos de seu interesse e assim determinado;

b) assessorar o FUNPINUS em trabalhos, laudos e documentos técnicos de interesse florestal;

c) organizar e coordenar reuniões técnicas para o FUNPINUS e suas associadas;

d) organizar eventos de interesse florestal tais como reuniões, seminários, workshops e programas de capacitação e melhorias do conhecimento, para o FUNPINUS e demais entidades de base florestal;

e) estabelecer programas de curto, médio e longo prazos, visando ao desenvolvimento florestal do FUNPINUS;

f) elaborar e reformular as Normas de Funcionamento do FUNPINUS, submetendo-se à aprovação do CONSELHO DELIBERATIVO;

g) apresentar ao CONSELHO FISCAL balanços contábeis anuais;

h) encaminhar ao CONSELHO DELIBERATIVO os balanços contábeis anuais, acompanhados dos respectivos pareceres do CONSELHO FISCAL e os relatórios técnicos e operacionais;

i) apresentar ao CONSELHO DELIBERATIVO a prestação de contas do exercício anterior, que deverá ser acompanhada de parecer do CONSELHO FISCAL, até a data de 31 de março, impreterivelmente;

j) apresentar ao CONSELHO DELIBERATIVO a proposta orçamentária para o exercício seguinte calculada nas programações e as receitas de custos e das demais atividades do FUNDO;

k) propor ao CONSELHO DELIBERATIVO as medidas de caráter administrativo necessárias à consecução dos seus objetivos;

Artigo 10º - Compete ao PRESIDENTE DO CONSELHO:

a) representá-lo, ativa e passivamente, em juízo ou fora dele;

b) gerenciar junto às entidades públicas ou privadas, nacionais ou estrangeiras, com o fim de obter cooperação e assistência destinadas a promover o desenvolvimento dos programas do FUNPINUS;

c) superintender a administração do FUNPINUS;

d) convocar reuniões ordinárias e extraordinárias do CONSELHO DELIBERATIVO;

e) assinar contratos e convênios aprovados pelo CONSELHO DELIBERATIVO;

f) outorgar procuradores a quem confere os mais amplos, gerais e ilimitados poderes para o fim especial de representar a outorgante junto a repartições públicas municipais, estaduais, federais e autárquicas; Ministério do Trabalho e Previdência Social, INSS, Secretaria da Receita Federal, Justiça Comum, Federal e

Trabalhista, Junta Comercial de quaisquer Estados, Empresas Brasileira de Correios e telégrafos, comércio e indústria em geral; empresas públicas e privadas, junta de conciliação e julgamento, e todos os estabelecimentos bancários e quaisquer outras instituições financeiras.”

Parágrafo Único - As atribuições contidas nos itens “a”, “b” e “e” deste artigo poderão ser delegadas ao Secretário Executivo, mediante autorização específica.

Artigo 11º - Ao Vice-Presidente compete:

a) substituir o Presidente nos seus impedimentos e auxiliá-lo no desempenho de suas atribuições.

CAPÍTULO III DO CONSELHO FISCAL

Artigo 12º - Compete ao CONSELHO FISCAL:

a) controlar, examinando periodicamente, a escrituração e a documentação contábeis do FUNPINUS;

b) emitir parecer sobre os balanços, após exame da escrituração e documentação contábeis do FUNPINUS.

CAPÍTULO IV DAS RECEITAS

Artigo 13º - As receitas do FUNPINUS serão constituídas por contribuição e doações, dotações orçamentárias, programas de pesquisa e convênios oriundos das seguintes fontes:

a) Dos associados do FUNPINUS;

b) Das Associações de Empresas de Base Florestal;

- c) Das Indústrias de Base Florestal Moveleiras, Madeireiras, Papel e Celulose, Chapas e de Energia.
- d) Das entidades públicas e privadas;
- e) Dos Ministérios do Governo Federal;
- f) Das Secretarias de Governo Estaduais;
- g) Das Secretarias de Governo Municipais;
- h) Por cotações extraordinárias nacionais e estrangeiras;
- i) Por subvenções e dotações de pessoas físicas ou jurídicas de direito privado e outras fontes.

CAPÍTULO V DO REGIME FINANCEIRO

Artigo 14º - A execução do Programa Financeiro do FUNPINUS caberá ao Tesoureiro.

Parágrafo Único – O exercício financeiro será do dia 1º de janeiro ao dia 31 de dezembro, coincidindo com o ano civil, excetuando-se o primeiro exercício financeiro.

CAPÍTULO VI DAS DISPOSIÇÕES GERAIS E TRANSITÓRIAS

Artigo 15º - O “FUNPINUS” poderá contratar pessoal, que ficará sujeito à legislação trabalhista.

Artigo 16º - O “FUNPINUS” poderá contratar serviços permanentes ou eventuais de consultores, assessores, redatores e técnicos de qualquer natureza.

Artigo 17º - O “FUNPINUS” poderá adquirir, arrendar, alugar e/ou alienar os bens móveis e imóveis necessários aos seus serviços, bem como os materiais em geral necessários ao cumprimento de sua finalidade.

Parágrafo Único – O “FUNPINUS” poderá dar destinação aos seus bens móveis e imóveis, conforme deliberação do CONSELHO DELIBERATIVO.

Artigo 18º - Por decisão e aprovação do CONSELHO DELIBERATIVO em Assembléia, poderá ser extinto o “FUNPINUS”, desde que não tenha condições para cumprir suas finalidades.

Parágrafo Único – Neste caso, seus bens terão a destinação que for estabelecida pelo CONSELHO DELIBERATIVO.

Artigo 19º - Os casos omissos no presente Estatuto serão resolvidos pelo CONSELHO DELIBERATIVO e aprovados por maioria simples dos componentes.

Artigo 20º - O presente Estatuto vigorará a partir da data de sua aprovação e as emendas subsequentes, quando da sua publicação e registro, respeitadas as disposições estatutárias.

Artigo 21º - O presente Estatuto Social foi aprovado em Assembléia Geral Extraordinária em 07 de julho de 2016 e registrado sob o _____ Protocolo ___ sob número _____ no livro ___ número ___ do Registro Civil das Pessoas Jurídicas, ___ Ofício.

Curitiba, _____ de 2016

XXXXXXXXXX
PRESIDENTE

XXXXXXXXXX
VICE PRESIDENTE

Embrapa

Florestas

MINISTÉRIO DA
AGRICULTURA, PECUÁRIA
E ABASTECIMENTO



CGPE 13967