

## **O Melhoramento do *Eucalyptus* na Embrapa e o Agronegócio Florestal Brasileiro**

Estefano Paludzyszyn Filho

As relações e ações entre o agronegócio florestal, que abrange os produtores de matéria-prima e o setor industrial, as universidades e instituições de pesquisa propiciaram ao Brasil deter o maior acervo de germoplasma mundial de *Eucalyptus*. A variabilidade genética contida no acervo permitiu a ampliação dos cultivos para a maioria dos ecossistemas nacionais, possibilitou o desenvolvimento de metodologias de propagação vegetativa, de técnicas silviculturais e processos industriais, reconhecidas nacional e internacionalmente.

Os resultados desse conjunto tecnológico, atingidos em parte, também, pela doação de recursos da União através de incentivos fiscais ao setor florestal, são os mais de três milhões de hectares de eucaliptos plantados, principalmente para celulose de fibra curta e papel, e para carvão na siderurgia como termo-redutor e gerador de energia. Além desses usos, a matéria-prima dos eucaliptos vem sendo intensamente demandada na expansão do agronegócio brasileiro e na transformação de alimentos primários para produtos elaborados. Apenas na secagem de grãos de soja estima-se um consumo anual de lenha provindo de 40 mil hectares de eucaliptos na idade de sete anos. Outros setores ligados a serviços nos grandes centros têm ampliado a demanda por produtos energéticos advindos da fonte primária madeira. Mais recentemente, o eucalipto vem sendo demandado pela indústria moveleira na forma de serrados e produtos acabados como os painéis reconstituídos, as chapas de média densidade, laminados, etc.

A demanda atual de madeira para os setores industriais vem sendo suprida pelos cultivos florestais existentes e em expansão no País. No entanto, o desenvolvimento de tecnologias industriais para se obter combustíveis verdes ou óleos biológicos para movimentar motores estacionários convencionais a diesel, gases para turbinas e etanol celulósico veicular, além de outras finalidades de geração de energia, incrementará a demanda de madeira de eucalipto. Esse cenário pode desequilibrar a oferta e a procura de madeira ocasionando elevação de preços de bens, alimentos básicos e produtos energéticos bem como pode inviabilizar alguns dos atuais processos industriais e os em desenvolvimento. Com isso, potencializa-se a expansão da área cultivada com eucaliptos no País, que no entanto, precisa ser bem orientada para propiciar retornos sociais maiores do que os custos sociais da adoção dos cultivos. Vale ressaltar que o setor de florestas tem se adiantado em relação a outros segmentos produtores de *commodities* no processo de respeito e aplicação da legislação referente à proteção de áreas e reservas e mais recentemente da criação dos corredores de biodiversidade.

Além do aumento da oferta de matéria-prima em âmbito nacional para substituir a extração de madeira de ambientes naturais e protegidos nos diversos ecossistemas, é necessário produzir-se matéria-prima de melhor qualidade para os diversos usos atuais, bem como para atender as tecnologias em desenvolvimento. A baixa qualidade da matéria-prima, ainda em oferta, tem como origem o reduzido investimento no melhoramento genético, a desorganização da produção de sementes e mudas do setor florestal e a não-aplicação de técnicas silviculturais adequadas como fertilização, controle de ervas daninhas, pragas e manejo de resíduos do crescimento. Essas técnicas a despeito das produtividades de madeira por área e por ano serem elevadas em relação aos cultivos em países de clima temperado, se encontram em estádios primários de desenvolvimento e aplicação (GONÇALVES et al., 2004).

Os plantios de eucaliptos em 2005 atingiram mais de 10 % da área total plantada do País, sendo que 75 % desse volume foi proveniente das empresas ligadas aos setores florestais e o restante dos pequenos e médios produtores ligados ao agronegócio, provavelmente com mudas formadas a partir de sementes de populações muitas vezes não avaliadas localmente. Como resultado,

pode-se esperar produtividade e matéria-prima de baixa qualidade que, em casos de oferta futura maior que a demanda, gerará novo ciclo de estagnação nos plantios florestais.

Para atender a expansão da oferta, são necessários investimentos em aproveitamento da matéria-prima florestal em usos diversos dos atuais, concentrados hoje na indústria de celulose e papel. Esse setor, no Brasil, lidera a produção de biomassa florestal de eucalipto, com produtividades expressivas, notadamente devido à produção estar concentrada no anterior domínio da Floresta Atlântica, onde os eucaliptos apresentam as maiores taxas de uso de recursos ambientais já registradas em lenhosas (WHITEHEAD & BEADLE, 2004).

O setor produtivo de carvão vegetal para siderurgia ressentese de uma política de investimentos no aspecto tecnológico e social que possa atender, pela elevação dos índices tecnológicos, o aproveitamento de compostos derivados, como o licor pirolenhoso e o alcatrão, que atenderiam à expansão da agricultura orgânica e das fontes energéticas. Além desses, do carvão vegetal podem ser fabricados briquetes que são concentradores de energia, na substituição da lenha e do carvão vegetal.

Na consolidação do uso da biomassa de origem florestal, o maior desafio é produzir combustíveis limpos como o etanol celulósico e os bio-óleos, alternativas excelentes para a redução das emissões de gases ou partículas tóxicas, nocivas à saúde humana e ao meio ambiente. Também a geração e co-geração de energia elétrica a partir de biomassa são fontes consumidoras da produção florestal.

Cada setor de produção demanda matéria prima específica das florestas de eucaliptos para o atendimento das suas necessidades industriais, econômicas e ambientais. Essa diferenciação é oriunda da variedade de espécies de eucaliptos e dos mais de 45 anos de trabalhos da pesquisa. Inicialmente, pesquisou-se a aptidão das espécies em diversos ambientes de plantio, através de testes de materiais genéticos coletados no exterior, atendo-se a produtividade de madeira. Identificadas as melhores espécies e solucionados os seus problemas, buscou-se, na hibridação, as melhores produtividades, a resistência às doenças

e a qualidade de matéria-prima. As facilidades da computação, a partir de 1990, permitiram desenvolver e aplicar métodos individuais de seleção ao lado da mudança no processo de formação de mudas, das originadas via sementes para as obtidas via clonagem. E novos métodos foram desenvolvidos para avaliação da qualidade da matéria-prima produzida, como as tecnologias de espectrofotometria de massa, o que permitiu identificar alguns dos problemas da produção. Soma-se a isso a aplicação de marcadores moleculares e a transgenia, já uma realidade em algumas gêneros florestais como *Populus*, nesse, graças à facilidade de transformação.

Nesse contexto, a definição dos objetivos atuais de um programa de melhoramento deve atender ao desenvolvimento de um produto com características apropriadas para as demandas do mercado consumidor e do processo industrial, esse específico para cada produto. Além disso, a produção industrial deve ater-se às questões ambientais, de certificação da qualidade e do balanço energético envolvido no processo combinado de produção-logística e processamento. Com esses indicadores, deve-se definir o foco, os caracteres a serem analisados e as metodologias a serem aplicados no melhoramento tendo em vista o elevado custo do desenvolvimento de um programa.

A Embrapa participa ativamente no desenvolvimento dos eucaliptos no Brasil desde a coleta de germoplasma-semente na Austrália e implantação de uma rede experimental na década de 1980 até a coordenação do maior programa de geração de informações para construir uma plataforma de recursos biológicos, experimentais, de informação e de conhecimento sobre os genes de importância econômica sobre a base genética do eucalipto – o *Genolyptus*. Além disso, criou e disponibilizou os *softwares* Selegen e Selegen/Reml/BLUP para seleção genética bem como um elevado volume de artigos, livros e documentos sobre melhoramento florestal aplicado. No programa de melhoramento que vem conduzindo, prioriza a qualidade da madeira para uso em serrarias para pequenos e médios produtores. Recentemente, incorporou a diretriz governamental sobre a alteração da matriz energética brasileira que se volta à produção de biomassa para produtos energéticos.

Os três principais produtos derivados da matéria-prima dos eucaliptos através de processos industriais apresentam problemas

específicos para o melhoramento genético visando melhorar a qualidade e reduzir custos ambientais e financeiros.

**Celulose** – A característica principal do processo industrial de obtenção de celulose da madeira de eucaliptos são os elevados custos energéticos e ambientais advindos da dificuldade da dissolução total da lignina. A lignina é o polímero responsável pela coesão das fibras de celulose, pelos elevados custos energéticos dispendidos no processo, pelo elevado consumo de água por tonelada de celulose fabricada e pelo uso de reagentes químicos na separação da celulose e a inativação desses nos efluentes industriais. As estratégias do melhoramento genético clássico buscaram reduzir o teor de lignina total (20 % a 35 % da madeira) nos atuais genótipos utilizados, em sua maioria, clones de híbridos de *E. grandis* com *E. urophylla*, os “urograndis”. Além da redução da lignina total, atualmente objetiva-se elevar a proporção das ligninas altamente reativas, grupo siringil, em relação às ligninas menos reativas ou mais difíceis de serem deslignificadas, caso da guaiacil. Essa relação em alguns clones estudados (GOMIDE et al., 2005) é em média de 2,3 (siringil/guaiacil) enquanto que em eucaliptos ainda não cultivados no Brasil, como o *E. globulus*, essa relação é em torno de 4,7 (MOKFIENSKI et al., 2003). Como essa espécie não se adapta ao clima da costa marítima brasileira, onde se concentram os plantios de eucaliptos para produção de celulose, utiliza-se no melhoramento cruzamentos artificiais na formação de híbridos e na seleção.

**Carvão para siderurgia** – A combustão parcial da lenha por pirólise lenta (degradação térmica parcial) em fornos de alvenaria produz carvão, que é uma excelente fonte energética (6.800 kcal/kg contra 10.800 kcal/kg do petróleo), limpa e renovável. O processo de produção, no entanto, por não ter controle efetivo da carbonização, é, de modo geral, energeticamente ineficiente e tem como desvantagem a perda de finos de carvão e de produtos como gases combustíveis e bio-óleos. Além do processo, a alta variabilidade da madeira entre e dentro das árvores contribui para a alta variabilidade do produto carvão quanto à qualidade, notada especialmente nos fornos siderúrgicos nos quais o carvão desempenha papel relevante no aquecimento e na constituição do ferro-gusa, do aço e do ferro-liga. Para a melhoria da carbonização,

além da evolução dos fornos, é necessária a diferenciação de florestas com a seleção de clones com características apropriadas à produção de carvão, somado às técnicas silviculturais para obtenção de matéria-prima, a mais homogênea possível. Vale ressaltar a dificuldade desse processo, haja visto as conhecidas diferenças da madeira dentro de uma mesma árvore, resultantes de aspectos silviculturais e de características físicas, anatômicas e químicas. A exemplo da celulose específica para cada produto-papel, a potencialidade de produção de carvão de alta densidade energética com qualidade e uniformidade passa pela seleção de clones altamente produtivos, com madeira de alta densidade básica e baixa friabilidade (capacidade de manter a estrutura intacta durante manuseio).

Madeira serrada – A crescente demanda por madeira como matéria-prima para a produção de sólidos associa as características de crescimento em diâmetro e altura ao baixo percentual de rachaduras do tronco e empenamento da madeira serrada. Esses defeitos originam-se das tensões do crescimento rápido e de estresses ligados ao ambiente. Programas de melhoramento para sólidos (serrados e chapas) ressentem-se pela falta de um método consistente que avalie as tensões de crescimento em árvores (RAYMOND et al., 2004) aceitas como causas das rachaduras de toras e tábuas, responsáveis por elevadas perdas de matéria-prima, mesmo com desdobro por espécie (ROCHA; TOMASELLI, 2002). Outra dificuldade é a necessidade de se avaliar elevado número de genótipos em idade adulta por métodos destrutivos de alto custo. Para preservar genótipos e minorar custos, a *Embrapa Florestas* vem empregando métodos não-destrutivos como a espectroscopia de infravermelho próximo (NIR) combinadas ao desdobro seletivo. O estudo das correlações genéticas entre os caracteres avaliados, no âmbito de genótipo, possível pela aplicação de metodologia REML/BLUP, é uma alternativa para identificar marcadores que caracterizem os genótipos favoráveis.

## Referências

- GOMIDE, J. L.; COLODETTE, J. L.; OLIVEIRA, R. C.; SILVA, C. M. Caracterização tecnológica, para produção de celulose, da nova geração de clones de *Eucalyptus* do Brasil. **Revista Árvore**, v. 29 n. 1, p. 129-137, 2005.
- GONÇALVES, J. L. M.; STAPE, J. L.; LACLAU, J. P.; GAVA, J. L. Silvicultural effects on the productivity and wood quality of eucalypt plantations. **Forest Ecology and Management**, v. 193, p. 45-61, 2004.
- MOKFIENSKI, A.; COLODETTE, J. L.; OLIVEIRA, R. C. Importância da densidade e do teor de carboidratos totais da madeira de eucalipto no desempenho da linha de fibras. In: COLÓQUIO INTERNACIONAL SOBRE CELULOSE KRAFT DE EUCALIPTO, 2003, Viçosa. [Apresentações orais e pôsteres]. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2003. p. 15-38.
- RAYMOND, C. A.; KUBE, P. D.; PINKARD, L.; SAVAGE, L.; BRADLEY, A. D. Evaluation of non-destructive methods of measuring growth stress in *Eucalyptus globulus*: relationships between strain, wood properties and stress. **Forest Ecology and Management**, v. 190, n. 2-3, p. 187-200, 2004.
- ROCHA, M. P.; TOMASELLI, I. Efeito do modelo de desdobro na qualidade da madeira serrada de *Eucalyptus dunnii*. **Cerne**, v. 8, n. 2, p. 70-83, 2002.
- WHITEHEAD, D.; BEADLE, C. L. D. Physiological regulations of productivity and water use in eucalyptus: a review. **Forest Ecology and Management**, v. 193, p. 113-140, 2004.