

# As Plantações de Florestas no Brasil

---

## CAPÍTULO 1

Celso Foelkel<sup>1</sup>

---

<sup>1</sup> Engenheiro-Agrônomo, M.S., Dr. Hc e Consultor Grau Celsius Ltda. E-mail: foelkel@via-rs.net  
URLs: [www.celso-foelkel.com.br](http://www.celso-foelkel.com.br) e [www.eucalyptus.com.br](http://www.eucalyptus.com.br)

O Brasil é um país continental, com excepcionais recursos naturais. A economia é ativa também: o país tem uma importante posição nos mercados internacionais, principalmente nos de commodities, como produtos minerados, do *agrobusiness* e de produtos da indústria da madeira. Os produtos industrializados, como veículos, bens da automação, sapatos e outros, também possuem participação importante no portfólio dos negócios do país. O que tem chamado a atenção nas décadas mais recentes, tanto no comércio como na industrialização e nos negócios, é a crescente participação na economia do segmento de florestas plantadas e seus produtos. Graças aos ritmos de crescimento dessas florestas melhoradas, com recordes mundiais, as madeiras por elas produzidas são imbatíveis em qualidade e em custos. Certamente, essas madeiras estão entre as de mais baixos custos de produção e de melhores qualidades dentre as encontradas no mundo. Isso confere uma competitividade excepcional às indústrias que dependem delas como matéria-prima. Incluem-se aqui a indústria de celulose e papel, a siderurgia baseada no carvão vegetal, a indústria do mobiliário, mais as diferentes segmentações do setor de madeira: laminação, madeiras serradas, painéis de madeira, chapas de fibras etc. O país tem ainda importante participação no mercado das resinas e dos óleos essenciais, muito comuns na vida do cidadão. Há também uma importantíssima presença da madeira dessas florestas como biomassa energética, já que a lenha abastece muitos tipos de indústria, desde as de pequeno até as de grande porte. O próprio setor brasileiro de celulose e papel se apóia na geração complementar de energia com a queima de biomassa da floresta plantada, incluindo-se nessa biomassa as toras finas, as cascas das árvores, os resíduos de madeira de serrarias etc.

A indústria que se baseia no uso das florestas plantadas representa cerca de 4% do Produto Interno Bruto do Brasil, de acordo com os dados de 2006 da ABRAF – Associação Brasileira de Produtores de Florestas Plantadas (<http://www.abraflor.org.br>). O setor de papel e celulose, um dos mais significativos, corresponde a cerca de 35% dessa fatia. Os outros

setores significativos são o de carvão vegetal para siderurgia; o de produção de móveis, para um país de enorme população e em crescimento; e o setor de madeira serrada, aglomerados, painéis, chapas etc. Também é crescente a exportação de madeira, tanto de madeira serrada como de cavacos para produção de celulose. Em resumo, todo esse segmento é dinâmico, vencedor e está em pleno crescimento.

Não há dúvida alguma de que grande parte desse sucesso é devida à madeira que cresce nas florestas plantadas. *Eucalyptus* e *Pinus* são os gêneros líderes em praticamente todas as regiões do país, de norte a sul, leste a oeste. Entretanto, existem outras espécies em crescente importância, como as acácias, a bracatinga, a araucária, a teca, o cedro australiano, o guanandi etc. A tecnologia florestal desenvolvida permite ao plantador de florestas obter ritmos de crescimento incomparáveis, para os eucaliptos de 35 a 55 m<sup>3</sup>/ha.ano e para os *Pinus* de 25 a 35. Isso, entretanto, não é um jogo que se baseia apenas em plantar e esperar crescer e produzir. A tecnologia existe e ela precisa ser aplicada para se conseguir essas produtividades florestais recordistas. Se o plantador de florestas não aplicar as modernas técnicas florestais desenvolvidas pela ciência e pela pesquisa aplicada, seus rendimentos podem ser decepcionantes, e igualmente ruins os resultados financeiros da atividade. Quanto ao sucesso alcançado pelo segmento, ele não se deve apenas à produção de madeira de baixo custo. Hoje, graças ao conhecimento acumulado no setor e nas suas interfaces, é possível produzir madeira engenheirada de acordo com o uso final a ser dado a ela. Isso significa madeiras mais uniformes e de melhores performances em suas utilizações, por exemplo na produção de celulose e papel, serrarias, painéis etc. Os clientes desses produtos finais, que em épocas passadas eram até refratários ao uso das madeiras de plantações, dando preferência às madeiras de espécies nativas, hoje se admiram e preferem os produtos de florestas plantadas. Entre as razões principais dessa preferência estão o menor custo, a maior disponibilidade, a qualidade final, a homogeneidade e, principalmente, as razões

ambientais. As florestas plantadas são recursos renováveis e a atividade não é nem migratória, nem extrativista. Ao se usar madeira de florestas plantadas para o consumo pela sociedade, essa mesma sociedade está colaborando para a preservação dos recursos florestais naturais do país. Todo esse milagre é recente, não mais que 40 anos de importantes desenvolvimentos da ciência florestal em melhoramento genético, biotecnologia, fitossanidade florestal, silvicultura, colheita de mínimo impacto e operações industriais competitivas em fábricas no estado-da-arte tecnológico.

A história das plantações florestais no Brasil é recente. Aproximadamente um século atrás, os eucaliptos foram, pela primeira vez, plantados em um modelo similar ao da agricultura. Isso se deveu à inovação do engenheiro-agrônomo Edmundo Navarro de Andrade, considerado o “pai da silvicultura brasileira”. Navarro de Andrade buscou, com as plantações de eucalipto, sanar as demandas por lenha, moirões, postes e dormentes da Cia Paulista de Estradas de Ferro, que crescia vigorosa no início do século 20. Em um momento seguinte, o impressionante crescimento florestal dessas árvores passou a chamar a atenção do setor brasileiro de celulose e papel, que necessitava de fibras para atender sua crescente demanda. Por volta dos anos 60, o setor de papel já tinha sua atenção voltada para os eucaliptos e logo depois para os *Pinus*. Esses vieram para se somar a *Araucaria angustifolia*, o pinheiro brasileiro, que crescia mais lentamente, tinha uma silvicultura mais complexa e estava a se exaurir pelo forte extrativismo daquela época. Além dessa utilização pelo segmento papeleiro, o setor siderúrgico tinha a necessidade de obtenção de grandes e crescentes quantidades de carvão vegetal, já que o carvão mineral brasileiro era inadequado para a finalidade de siderurgia. Isso favoreceu o crescimento das plantações de florestas, principalmente no estado de Minas Gerais, estado líder em plantações florestais e em siderurgia.

Embora uma causa importante, é enganoso acreditar que as madeiras de *Eucalyptus* e de *Pinus* são casos de sucesso no Brasil apenas devido ao baixo custo de produção. O conhecimento desenvolvido pelos segmentos industriais, em

parcerias com universidades e institutos de pesquisas, tem favorecido o desenvolvimento de madeiras de excelentes qualidades para os mais diferentes usos. Os eucaliptos, por exemplo, são capazes de oferecer fibras de celulose para tipos distintos de papéis, como os papéis para fins sanitários, os papéis de imprimir e escrever, os papéis-filtro, além de celulose solúvel para muitos dos derivados de celulose etc. Os *Pinus* são vencedores no suprimento de madeira para serraria, móveis, painéis, laminados etc. A indústria de celulose e papel tem-se apoiado mais no uso dos eucaliptos, mas também se vale das madeiras de *Pinus*, especialmente para papéis de embalagens no sul do país.

A tecnologia mundial para fabricação de papel em larga escala e em máquinas supervelozes, utilizando proporções crescentes de fibras de eucaliptos, é relativamente recente. As etapas iniciais dessa utilização ocorreram por volta dos meados dos anos 50, mas a aceleração desse uso passou a ocorrer a partir das décadas de 70 e 80. Agora, em meados da primeira década dos anos 2000, as fibras dos eucaliptos alcançaram o *status* de fibra curta de mercado preferida mundialmente pelos fabricantes de papel. As celuloses kraft de eucalipto constituem-se na matéria-prima de fibra curta dominante no comércio para a manufatura do papel, representando mais de 50% da celulose kraft de fibra curta branqueada de mercado. Outros países latino-americanos (Chile, Uruguai, Argentina, Colômbia, México, Venezuela) e asiáticos (Tailândia, Indonésia, China, Índia, Filipinas, Malásia) também estão aumentando suas áreas com florestas plantadas, tanto de *Eucalyptus* como de *Pinus* e *Acacia*. Portanto, o aumento do plantio de florestas não é um privilégio do Brasil. Logo, se o país é bom nisso e muito competitivo, é porque soube transformar essa atividade em uma atividade vencedora. Há também plantações de florestas de *Eucalyptus* em outras regiões do mundo, como Espanha, Portugal, Marrocos, África do Sul, França, Itália, Estados Unidos etc.

O Brasil não é um dos maiores produtores de florestas plantadas do mundo, mas tem um excelente potencial de crescimento. A FAO – Food and

Agriculture Organization, órgão das Nações Unidas, recomenda o plantio de florestas para fins comerciais como uma forma de preservar as florestas naturais do planeta. Com isso, as demandas da sociedade podem ser supridas por madeiras de árvores plantadas e conduzidas de acordo com as finalidades a que se destinam. Segundo a FAO, no ano 2000, a área de florestas plantadas no mundo era de cerca de 190 milhões de hectares. O Brasil detinha cerca de 2,7% desse total, com seus 5 milhões de hectares na época. Os países líderes em plantações eram: China (45 milhões hectares), Índia (32), Rússia (17), EUA (16) e Japão (10). Em 2006, a área estimada de florestas plantadas no Brasil era de 5,5 milhões de hectares, sendo 1,6 de *Pinus* e 3,8 de *Eucalyptus*.

As fibras de celulose dos eucaliptos brasileiros estão sendo comercializadas em todos os continentes, especialmente na Europa, América do Norte e Ásia. A posição competitiva dessa indústria se deve principalmente a:

- florestas altamente eficientes, produtivas e competitivas, plantadas com base em um adequado nível de sustentabilidade;
- madeira de baixo custo;
- qualidade e homogeneidade do material fibroso;
- fábricas de tecnologia no estado-da-arte e de classe mundial;
- recursos humanos qualificados;
- excelente gestão da qualidade de produto, meio ambiente e da responsabilidade social corporativa (ISO 9000, ISO 14000, OHSAS 18000, SA etc.);
- sustentabilidade ambiental e certificação florestal do manejo e da cadeia de custódia;
- intenso desenvolvimento científico e tecnológico por meio de muitas pesquisas;
- contínuo crescimento do setor industrial, com aumento da capacidade e modernização das fábricas existentes;
- gestão eficaz, eficiente e competitiva; e
- competição nos mais exigentes mercados do mundo.

Não restam dúvidas, então, de que importantes atividades industriais no Brasil têm como sustentáculo de seu sucesso a produção florestal de alta tecnologia. Sabe-se que outros fatores são importantes para essa competitividade, mas as florestas produtivas e plantadas de forma sustentável são os pilares da saúde financeira e da competitividade de muitos negócios no país.

Na década de 90, com o desenvolvimento dos processos de certificação do manejo florestal, a tecnologia das plantações de florestas evoluiu significativamente com relação à sustentabilidade. Grande parte das plantações florestais do Brasil possuem uma ou mais das certificações FSC (Forest Stewardship Council), CERFLOR (ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas e INMETRO – Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial) e ISO 14001 (International Organization for Standardization). Isso significa que essas florestas estão sendo plantadas e colhidas com as tecnologias mais atuais em termos de sustentabilidade, valorizando os três pilares do desenvolvimento sustentável (econômico, ambiental e social). Esses empreendimentos têm seus efeitos ambientais avaliados, monitorados e minimizados, além de serem auditados por profissionais de terceira parte. Além disso, é exigência básica para a certificação que as empresas reflorestadoras estejam cumprindo as legislações ambiental e florestal pertinentes, nos âmbitos federal, estadual e municipal. Em 2006, dos cerca de 5,5 milhões de hectares de florestas plantadas no Brasil, mais da metade estava certificada pelo FSC e, ou, pelo CERFLOR. Praticamente, todas as grandes empresas reflorestadoras possuem suas florestas comerciais certificadas. O processo está em pleno dinamismo, com novas áreas e novas empresas sendo continuamente certificadas. Por isso, pode-se afirmar que a atividade de reflorestamento no Brasil é reconhecidamente praticada sob os mais rigorosos e atuais conceitos e princípios de sustentabilidade.

A atividade de plantar florestas traz uma série de impactos positivos para a sociedade, dos quais podem-se enumerar alguns:

- Geração de produtos florestais valiosos e renováveis, essenciais para a qualidade de vida do ser humano.
- Redução da pressão sobre as matas nativas por parte do homem, que demanda madeira para seu consumo e suas necessidades.
- Aumento substancial das áreas de preservação ambiental no Brasil em relação a países que adotam outros modelos de uso das terras. A cada 1,5 a 2 hectares de floresta plantada, este setor brasileiro preserva um hectare de mata nativa como área de preservação permanente ou de reserva legal.
- Instalação e manutenção de RPPNs (Reservas Particulares do Patrimônio Natural) por parte das empresas florestais.
- Liberação de oxigênio ao ar, devido à ação fotossintetizadora, por florestas jovens e em crescimento. A cada tonelada de matéria orgânica que a floresta plantada forma, faz crescer e imobiliza por ano, é liberada cerca de 1,1 tonelada de oxigênio para a atmosfera. Um reflorestamento de qualidade de eucalipto forma cerca de 20 a 30 toneladas de matéria seca por hectare e por ano, durante sua fase de crescimento, até atingir a maturidade. Com isso, pode-se verificar que é importante a ação das florestas plantadas na oxigenação da atmosfera.
- Absorção e seqüestro do gás carbônico atmosférico, colaborando para a diminuição do aquecimento global ou efeito estufa. A cada ano, um hectare de floresta plantada de eucalipto consegue seqüestrar entre 8 e 13 toneladas de carbono da atmosfera brasileira. Isso equivale a cerca de 30 a 50 toneladas de gás carbônico seqüestrado e imobilizado como matéria orgânica por hectare e por ano.
- Contribuição para a regulação dos fluxos e da qualidade dos recursos hídricos, pela melhor distribuição das águas que caem como chuvas, e redução da erosão e do arraste de sedimentos de solos aos cursos d'água.
- Atuação como quebra-vento, minimizando as forças de deslocamento das massas de ar.
- Atenuação e maior estabilidade dos microclimas locais.
- Manutenção da cobertura do solo florestal com uma manta orgânica, o que diminui o risco de erosão e melhora a umidade e a riqueza do solo, pelo efeito de ciclagem de nutrientes.
- Atenuação da erosão em áreas mais declivosas, graças aos mosaicos e cuidados conservacionistas implantados.
- Atuação de áreas florestais como “corredores ecológicos”, permitindo abrigo e proteção da fauna.
- Recuperação de áreas já intensamente degradadas pelo uso agrícola e, ou, zootécnico, ou pela erosão, compactação do solo, perda da riqueza nutricional etc.
- Garantia de maior estabilidade ecológica das áreas de reflorestamento, pelo ciclo mais longo das florestas, pelo aparecimento de sub-bosques, pelo abrigo da fauna, pela proteção da biodiversidade nas unidades de manejo em mosaicos diversificados etc.
- Oferecimento de alternativa energética ecologicamente mais adequada por ser renovável, como no caso da biomassa energética (lenha e resíduos).
- Oferecimento de renda e novas oportunidades aos produtores rurais.
- Aumento da arrecadação de impostos e da movimentação financeira nos municípios e nas regiões.
- Geração de empregos nas comunidades. Cada 100 hectares de florestas plantadas pelas empresas líderes em reflorestamento são capazes de gerar de dois a cinco empregos diretos só nas atividades florestais. A quantidade de empregos indiretos gerados chega a ser 2,5 a 5 vezes maior que dos diretos, devido à intensificação da economia na região (“efeito renda”).

- Difusão de novos conhecimentos, novas práticas agrícolas e novas tecnologias.
- Implementação de programas de educação ambiental nas comunidades, proporcionando, também por meio deles, a integração das empresas com a comunidade.
- Integração com entidades de ensino e pesquisas, com efeito direto na qualidade do ensino acadêmico e no desenvolvimento científico brasileiro.

A fim de entender como esta atividade foi implantada no Brasil passo a passo, apresentam-se agora, de acordo com a visão do próprio autor, as diferentes etapas vividas pelo setor florestal, tomando a história do eucalipto como espinha dorsal para essa retrospectiva tecnológica.

Primeira Etapa Tecnológica (1904-1960):  
“Primeiros passos e a admiração pela recém-nascida atividade de silvicultura de florestas plantadas no país”

- Introdução de várias espécies de *Eucalyptus* vindas da Austrália (mais de 150 espécies foram introduzidas durante o período de Navarro de Andrade e seus colaboradores). Essa massiva introdução permitiu definir algumas espécies prioritárias para plantios, conforme a finalidade a que se destinava a madeira, a sua adequação regional e a disponibilidade de sementes.
- Busca de espécies mais indicadas conforme a origem e as procedências.
- Desenvolvimento de áreas de coleta de sementes e dos primeiros pomares de sementes melhoradas.
- Desenvolvimento das técnicas silviculturais primordiais de produção de mudas, plantio, preparação do solo, colheita das florestas etc. Muito trabalho manual era empregado nessas operações.
- Descoberta da intensa hibridação, que acabou acontecendo devido ao plantio próximo de inúmeras espécies capazes de se cruzarem entre si. A consequência foi uma heterogeneidade que

se passou a notar nas plantações em razão da qualidade irregular das sementes híbridas.

- Plantações baseadas em mudas originadas de sementes.
- Manejo florestal das florestas de eucalipto baseados em condução das brotações, deixando-se de um a três brotos por touça. Cada floresta era conduzida para cerca de três rotações.
- Incremento médio anual ainda baixo: cerca de 15 - 20 m<sup>3</sup>/ha.ano.

Segunda Etapa Tecnológica (1970-1980):  
“Preparando o caminho futuro”

Forte desenvolvimento da atividade de reflorestamento alicerçada pelo Programa de Incentivos Fiscais ao Reflorestamento do Governo Federal.

- Significativo desenvolvimento da indústria de celulose e papel e da siderurgia, com grande apoio do II PND – Programa Nacional de Desenvolvimento do Governo Federal na época do “milagre econômico brasileiro”.
- Reintrodução de espécies de eucaliptos oriundas de determinadas regiões da Austrália, e por isso mais adequadas e com potencial de maior sucesso no Brasil. Foram feitas reintroduções das espécies mais bem-sucedidas até aquele momento e também de espécies de eucaliptos adequadas para regiões mais tropicais. Isso porque as plantações de eucaliptos avançavam de São Paulo para o norte e leste do país, como Espírito Santo, Bahia, além de Minas Gerais. Como consequência dessas reintroduções e da busca de novas espécies, vieram materiais genéticos da Indonésia, particularmente de *Eucalyptus urophylla*, que foi o grande propulsor do desenvolvimento de material genético resistente a doenças de regiões tropicais, como o cancro e a ferrugem.
- Muito esforço em melhoramento florestal clássico a partir de seleção massal de árvores superiores, com produção de sementes melhoradas para reprodução sexuada. Surgiram novos pomares de sementes, formados com base em conhecimentos

científicos. As áreas de coleta de sementes foram substituídas por áreas preparadas para produção de sementes de mais alta qualidade, inclusive com o uso de enxertia e clonagem para a instalação dos pomares.

- Intensa preparação do solo, com aração e gradagem, o que realmente dava condições de porosidade e infiltração ao solo, mas acelerava-lhe a erosão.
- Continuação do manejo das rotações das florestas por condução de cepas/touças.
- Os incrementos médios anuais subiram para 25 a 30 m<sup>3</sup>/ha.ano, devido a esses novos materiais genéticos introduzidos ou àqueles melhorados no Brasil.
- Grande importância era dada ao incremento volumétrico, à sanidade e à forma das florestas, observando-se muito pouco interesse por outras características, como as tecnológicas. A ênfase era dada ao volume.

Terceira Etapa Tecnológica (1975-1985): “A busca da propagação vegetativa para mudança de paradigma”

- Grande empenho na busca por técnicas de propagação vegetativa (cultura de tecidos e micropropagação, enxertia, clonagem por estaquia etc.) para propagar de forma intensa os genótipos mais qualificados e com resistência às doenças de clima quente e úmido.
- Decepção com a baixa densidade da madeira das espécies mais comuns no sul do país, como *Eucalyptus grandis* e *Eucalyptus saligna*, apesar dos excelentes crescimentos volumétricos dos novos povoamentos melhorados (tanto os de propagação sexuada como vegetativa).
- Utilização de cruzamentos controlados para a geração artificial de híbridos, oportunizando-se a aceleração do processo que a natureza por si só levaria décadas ou séculos para conseguir. Aproveitamento do vigor híbrido ou heterose para fatores como crescimento volumétrico e resistência a pragas e doenças.

- Desenvolvimento da clonagem como técnica para plantios comerciais.
- Início de reformas de povoamentos antigos de menor produtividade, substituindo-os pelos novos povoamentos clonais.

Quarta Etapa Tecnológica (1985...): “Desenvolvendo e massificando a clonagem”

- Altos investimentos em pesquisas com melhoramento genético e melhoria das bases genéticas para desenvolvimento de novos e produtivos clones.
- Desenvolvimento dos clones mais apropriados, de acordo com o clima, o solo, a topografia, a nutrição, a resistência a doenças e pragas, a densidade básica da madeira etc.
- Desenvolvimento de viveiros altamente tecnológicos para produção de milhões de mudas clonadas por ano, com a qualidade e a quantidade necessárias e nos prazos corretos para atender os programas de plantio.
- Clonagem assume a posição de processo dominante para multiplicação, sendo o híbrido *Eucalyptus urograndis* o material predominante de norte a sul do país
- Prática da reforma adquire proporções dominantes, sendo o manejo por condução em duas ou três rotações substituída por plantio de nova floresta clonal, de maior expectativa de produtividade, logo após o primeiro ciclo.
- Descoberta da importância do solo e das relações com a natureza para os povoamentos florestais. Intensificação de estudos nessa área.
- Instalação de microbacias experimentais para avaliação e monitoramento dos efeitos ambientais das florestas plantadas nos ecossistemas.
- Incremento médio anual atinge 35 a 40 m<sup>3</sup>/ha.ano.

Quinta Etapa Tecnológica (1990...): “A nova era da silvicultura ou, então, a genética não pode ficar com toda a responsabilidade...”

- Intenso desenvolvimento de novas técnicas de silvicultura para melhoria das condições de crescimento das plantas e das características do sítio florestal:
  - preparo mínimo do solo,
  - técnicas para retenção de água no solo,
  - planejamento ecoeficiente das estradas,
  - combate à “mato-competição”,
  - combate às formigas e aos cupins,
  - controle biológico de pragas e doenças,
  - nutrição e fertilização florestal e
  - irrigação no plantio.
- Melhor entendimento das relações no ecossistema florestal das plantações.
- Intensa substituição das plantações mais antigas de eucaliptos manejadas com a condução das cepas por novas e mais produtivas florestas clonais (ampla substituição da base genética, mas com perigoso estreitamento dessa base).
- Crescimento médio anual alcança 40 - 45 m<sup>3</sup>/ha.ano nas empresas líderes, dependendo do clima e da qualidade do solo.
- Intensa prática do controle biológico de pragas e de resistência de plantas a doenças.
- Desenvolvimento de simbioses, como micorrização, altamente benéficas às florestas.
- Fertilização baseada em análises do solo e do balanço nutricional do solo, plantas e resíduos florestais (resíduos da colheita e serapilheira).
- Desenvolvimento de clones eficientes na utilização de nutrientes (mínimo consumo de nutrientes minerais por unidade de peso de madeira produzida).
- Manejo de microbacias hidrográficas.
- Plantações em mosaicos diversificados e manejo das unidades de conservação e não mais apenas de talhões de árvores plantadas.
- Desenvolvimento de medidas de conservação da biodiversidade e manutenção de extensas áreas de mata nativa nos mosaicos florestais.
- Intensa mecanização em todas as atividades e operações florestais.
- Aumento da utilização de técnicas de computação, telecomunicação, automação, silvicultura de precisão etc.
- Minimização dos impactos da colheita florestal.
- Geração de novos benefícios sociais aos trabalhadores, com melhoria nas condições e na qualidade do trabalho.

Sexta Etapa Tecnológica (1995...): “A busca da sustentabilidade e da capacidade produtiva do sítio florestal”

- Certificação do manejo florestal (FSC, ISO 14001, CERFLOR).
- Planejamento ambiental prévio da área a ser plantada (zoneamento agroecológico).
- Preparo mínimo do solo.
- Disposição de resíduos industriais nas florestas como fonte de minerais (cinzas das caldeiras de biomassa, dregs/grits/ lama de cal, biossólidos etc.).
- Mínimo impacto de formicidas, inseticidas, herbicidas e fungicidas (desenvolvimento de produtos “faixa verde” e das técnicas de aplicação e dosagens).

Sétima Etapa Tecnológica (2000...): “Dividindo o bolo com mais interessados”

- Inclusão de muito mais produtores rurais no modelo de plantações de florestas através dos programas de fomento, parcerias e extensão florestal.
- Compartilhamento e cessão de tecnologia e de material genético para os agricultores que recebem fomentos, através do fornecimento de material clonal e de assistência técnica especializada.
- Promoção de plantações florestais por terceiros por meio de oferecimento de melhor preço pago pela madeira.
- Desenvolvimento das práticas de manejo para uso múltiplo, o que gera novas utilizações para a

madeira e oferece oportunidades de maior preço e assim maior faturamento aos novos produtores de madeira.

Oitava Etapa Tecnológica (2000...): “A qualidade da madeira, da floresta e o desenvolvimento do conceito de madeira adequada ao uso”

Várias etapas tecnológicas finais têm-se sobreposto, pois a atividade tem sido muito intensa nos diversos segmentos da gestão e da tecnologia das florestas plantadas. Nesse processo específico, buscaram-se o melhoramento genético e novas formas de produzir madeiras que atendam tanto as demandas de utilização nas empresas de base florestal como as especificações para produtos de melhor performance, visando o uso final deles. Com isso, fortaleceu-se a frágil interação floresta/indústria que ocorria em épocas anteriores.

São características desta etapa:

- Seleção de clones mais produtivos no aspecto florestal e industrial, ou seja, com melhor performance industrial, com maior quantidade de produtos finais produzidos, menores consumo específico e desperdício e mais qualidade desses produtos finais.
  - Seleção de clones mais eficientes na utilização dos recursos naturais (menor consumo de água e de nutrientes, maior eficiência fotossintética etc.).
  - Seleção de clones que não rachem, não empenem etc., para uso da madeira em serrarias, para laminação etc.
  - Seleção de clones mais adequados para produção de papel de impressão e escrita, papel-filtro, papel higiênico etc.
  - Engenharia da forma e arquitetura das árvores para se obter máximo crescimento de tronco de qualidade na parte aérea.
  - Desenvolvimento da arquitetura das copas e das folhas, visando à maior eficiência na fotossíntese, ao maior crescimento e à máxima ciclagem de nutrientes.
- Maximização da produtividade florestal e dos bens produzidos pela floresta, por meio da ecofisiologia.
  - Novos estudos, com o objetivo de conhecer as melhores disposições das árvores nas plantações, tanto para regime de corte raso como para manejo com vistas ao uso múltiplo da floresta.
  - Seleção e desenvolvimento de técnicas silviculturais visando à máxima sobrevivência de indivíduos da floresta ao longo de sua rotação. O objetivo é plantar menos árvores por hectare, garantir troncos melhores, menos madeira fina e ter na colheita um número de árvores similar ao que foi plantado.
  - Seleção de clones de alta plasticidade, capazes de se desenvolverem bem e produzirem madeira uniforme e de qualidade em diferentes locais e condições.

Nona Etapa Tecnológica (2000...): “Genômica e biotecnologia como poderosas ferramentas em direção ao futuro”

O genoma dos eucaliptos já está mapeado e as seqüências de bases são conhecidas. A meta de agora em diante é estabelecer as melhores correlações entre as expressões fenotípicas e as seqüências do mapeamento genético. Grande número de parâmetros está sendo pesquisado: densidade da madeira; sensibilidade a pragas, doenças, frio e herbicidas; forma das árvores; teor de lignina, rendimento em produção de celulose; habilidade de não rachar no desdobro da tora etc. Os melhoristas florestais esperam com isso possibilitar avaliações da performance futura da árvore ainda em sua fase embrionária. A seleção e o melhoramento genético serão definitivamente acelerados e muitas etapas serão simplificadas no desenvolvimento de novos indivíduos com boa performance.

Indivíduos geneticamente modificados estão também sendo pesquisadas por universidades e algumas empresas, dentro dos rigores dos protocolos e da legislação da biossegurança.

Décima Etapa Tecnológica (2005...): “Abrindo finalmente as portas ?”

- Promoção de maior e mais efetiva participação de terceiros na produção de florestas por meio dos programas de fomento e extensão florestal.
- Melhoria no diálogo com as partes interessadas.
- Desenvolvimento de iniciativas de agrossilvicultura para difundir estes conceitos entre os produtores rurais.
- Melhoria no planejamento e implementação estratégica para garantir o sucesso dos planos operacionais.
- Maior ação político-institucional das empresas e das associações de classe.
- Uso dos estudos de impactos ambientais como novas ferramentas a permitir melhoria nas performances ambientais e sociais.
- Maior efetividade nas mitigações dos impactos ambientais e sociais dos projetos de reflorestamento.
- Difusão e validação na sociedade do conceito de que as florestas são uma alternativa viável e de adequada sustentabilidade para se produzir madeira para atender as demandas dessa sociedade.
- Crescimento médio anual de 45 - 55 m<sup>3</sup>/ha.ano nas empresas líderes, dependendo do clima, do solo, da região e da tecnologia empregada.

## **Considerações Finais**

Como deve ter ficado claro, desde o início do desenvolvimento de tecnologias para o plantio de florestas, muita coisa mudou e continua a mudar; e isso tem acontecido cada vez com mais rapidez. Inicialmente, o objetivo era a alta produtividade, mas pensava-se em volume de madeira. Buscavam-se tecnologias operacionais e materiais genéticos melhorados, capazes de produzir mais. Em um segundo momento, as investigações tecnológicas passaram a introduzir a necessidade de sustentabilidade e qualidade ambiental dos

ecossistemas. Rapidamente, isso evoluiu também para a qualidade e a responsabilidade ambiental nas plantações florestais. Atingiu-se, no presente, uma interessante combinação: buscaram-se as características de produtividade, qualidade e eficiência combinadas com a menor geração de impactos ambientais e melhor qualidade de vida dos trabalhadores e das comunidades das regiões dos plantios.

Ao mesmo tempo, na busca por maior e melhor especificação de qualidade nesses produtos da floresta, tem-se o auxílio de poderosas ferramentas tecnológicas oferecidas pela informática e pela biotecnologia. Em resumo, as pesquisas continuam como nunca a oferecer novas oportunidades, muitas vezes não imaginadas.

Qual será o futuro desse processo científico e tecnológico? Quais os novos caminhos que surgirão? Como estarão o homem e a sociedade inseridos nesse processo? Qual será a produtividade florestal em poucas décadas mais? E a eficiência industrial dos processos que utilizarão essas madeiras melhoradas? Será alcançada e preservada a almejada sustentabilidade? O que haverá adiante da floresta plantada de hoje?

Certamente, teremos novos e desafiadores momentos a viver. Mais uma vez, está-se apenas começando um processo. Há pouco mais de 100 anos de tecnologia de plantação de florestas no Brasil. Têm-se cerca de 40 anos de engenharia florestal como uma carreira no país. Tudo muito recente, mas as realizações foram alcançadas com muita sabedoria e velocidade. Com erros algumas vezes, disso não se têm dúvidas. Mas também com muitos acertos, a prova disso está aí: a rota florestal do país está sendo pavimentada com muito entusiasmo, dedicação, conhecimento, boa-vontade e bom senso. Nos próximos anos, esse processo envolverá mais e mais a participação de outras partes interessadas, tentando se desenvolver uma rede que seja economicamente viável, ambientalmente correta e socialmente justa. Nada diferente do que pedem os conceitos do desenvolvimento sustentável.

## **Referências**

- Associação Brasileira de Celulose e Papel:  
[www.bracelpa.org.br](http://www.bracelpa.org.br)
- Associação Brasileira de Produtores de Florestas Plantadas:  
[www.abraflor.org.br](http://www.abraflor.org.br)
- Associação Brasileira Técnica de Celulose e Papel:  
[www.abtcp.org.br](http://www.abtcp.org.br)
- Eucalyptus Online Book & Newsletter:  
[www.eucalyptus.com.br](http://www.eucalyptus.com.br)
- FAO - Food and Agriculture Organization: [www.fao.org/forestry](http://www.fao.org/forestry)
- FSC - Forest Stewardship Council: [www.fsc.org.br](http://www.fsc.org.br)
- Grau Celsius: [www.celso-foelkel.com.br](http://www.celso-foelkel.com.br)
- INMETRO - Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial:  
[www.inmetro.gov.br/qualidade/cerflor.asp](http://www.inmetro.gov.br/qualidade/cerflor.asp)
- Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais: [www.ipef.br](http://www.ipef.br)
- Sociedade Brasileira de Silvicultura: [www.sbs.org.br](http://www.sbs.org.br)
- Sociedade de Investigações Florestais: [www.sif.org.br](http://www.sif.org.br)

# Biotecnologia Florestal

Aluízio Borém  
Editor



UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA