

BIODIVERSIDADE, BIOTECNOLOGIA E  
PROPRIEDADE INTELECTUAL  
(Um Depoimento)

*Afonso Celso Candeira Valois<sup>1</sup>*

De maneira geral considera-se que, na América Latina, o Brasil, a Colômbia, a Venezuela, o México, o Equador e o Peru são os países mais ricos em biodiversidade, aqui entendida como o conjunto de plantas, animais e microrganismos em interação com o ambiente em que vivem. Nos outros continentes, destacam-se: África (Zaire e Madagascar); Ásia (China, Índia, Malásia e Indonésia) e a Austrália na Oceania.

Entre todos esses países possuidores de megadiversidade biológica, o Brasil é o mais rico em plantas, animais e microrganismos e o dono da maior parte das florestas intactas do planeta. Somente em plantas superiores, o Brasil conta com cerca de 60 mil espécies, correspondentes a algo em torno de 22% do total aproximado de 250 mil existentes em todo o globo terrestre. Mais de 7% delas são endêmicas, isto é, existem apenas no Brasil. Além disso, possui 55 espécies de primatas (24% do total mundial); 3.000 espécies de peixes de água doce, número três vezes maior do que o de qualquer outro país; 3.010 espécies de vertebrados terrestres; 310 espécies de vertebrados vulneráveis ou em risco de extinção; 468 espécies de répteis, o que corresponde ao quarto lugar mundial, sendo 172 endêmicas; 524 espécies de mamíferos (131 endêmicas); 517 espécies de anfíbios (294 endêmicas); 1.622 espécies de pássaros, sendo 191 endêmicas; 10 a 15 milhões de espécies de insetos, com a grande maioria ainda não descrita, além de elevadíssimo número, ainda não estimado, de microrganismos terrestres e marinhos.

---

<sup>1</sup> Pesquisador da Embrapa, engenheiro agrônomo PhD; Chefe-geral do Centro Nacional de Pesquisa de Recursos Genéticos e Biotecnologia – Cenargen/Embrapa, Brasília-DF  
E-mail: valois@cenargen.embrapa.br

O Pantanal, o Semi-árido, os Cerrados e a Amazônia, por exemplo, são verdadeiros bancos naturais de recursos genéticos, que ainda estão sendo descobertos. Os pesquisadores, conscientes da importância desses ecossistemas, se entregam ao trabalho de caracterização e estudo de espécies vegetais e microrganismos, assim como à conservação de raças animais em perigo de extinção. O Brasil possui cerca de 20% do patrimônio genético de plantas, animais e microrganismos do planeta.

Grande parte da indescritível riqueza biológica do Brasil está confinada nas florestas, particularmente na Amazônia. Entre outras coisas, as florestas brasileiras são uma gigantesca farmácia (popular) à espera de serem aproveitadas.

Imagine que futuramente se descubra que determinada espécie vegetal, animal ou mesmo um simples inseto, já praticamente extintos, produzam determinada enzima que combata efetivamente alguma doença que assole a humanidade. Se não fosse possível conservar seu material genético, por meio dos bancos de genes, muitas pessoas poderiam sofrer com ausência dessa enzima. Com sua preservação, isto não aconteceria.

Fazendo-se uma abordagem somente para plantas pode-se aferir a grande relevância da biodiversidade do Brasil, se considerarmos que cada espécie possui um número médio de 300.000 genes, mesmo levando em conta o elevado grau de duplicação de genes e a redundância de sistemas alélicos ou das estruturas gênicas. Isto abre uma grande perspectiva para o uso de ferramentas biotecnológicas quanto à transformação de plantas via engenharia genética, pois, no mundo, pouco mais de 20 genes vêm sendo usados para esse fim. Esse fato abre uma grande prioridade em nosso país para a bioprospecção molecular e bioinformática, onde as leis de propriedade intelectual terão papel fundamental.

A importância da biotecnologia, no contexto da biodiversidade, deriva do fato de que - hoje, com uma população mundial estimada em 6 bilhões de pessoas, que poderá ascender a 9 bilhões por volta do ano 2030 - poderá haver escassez de produtos agrícolas no início do próximo século. Isto ocorrerá, principalmente, pelas seguintes razões: aumento da população mundial, aumento da demanda por alimentos em países como a China e retirada dos subsídios agrícolas em países desenvolvidos, diminuindo a oferta de produtos competitivos. Para que

isso seja evitado, estima-se que a produção mundial de alimentos terá que triplicar nos próximos quarenta anos.

Para o caso brasileiro, a produção agrícola deve crescer a taxas não inferiores a 3,5% ao ano, para o atendimento da demanda por alimentos, principalmente proteínas animais, frutas e hortaliças, e gerar divisas por meio de exportações de produtos agropecuários e agroindustriais. Assim, o país terá que produzir mais, com menos pessoas vivendo no campo, em face do êxodo rural.

Dentro deste contexto, quatro funções básicas são esperadas da biotecnologia: a contribuição para o aumento da produtividade; a redução dos custos de produção; a influência na implantação de sistemas produtivos ambientalmente sustentáveis, além de criar novas alternativas metodológicas para a conservação, caracterização, avaliação e utilização de recursos genéticos e naturais. Além disso, a importância socioeconômica da biotecnologia pode ser ilustrada pelo valor associado ao seu mercado mundial, estimado em mais de 50 bilhões de dólares por ano. Somente na agricultura, o mercado potencial é de 30 bilhões de dólares.

Nessa interação com a biodiversidade, a biotecnologia é entendida como um conjunto de informações biotécnico-científicas que permite o uso de organismos, em parte ou no todo, para fins médicos, agrícolas, agroindustriais e ambientais, podendo ser diferenciada em dois níveis: a) clássica ou convencional, a qual usa os organismos naturais em processos específicos e b) moderna ou avançada, a qual utiliza organismos geneticamente modificados para características específicas, incluindo técnicas moleculares para identificação, isolamento e expressão de genes.

É por meio da biotecnologia moderna que o Brasil poderá ascender a novos patamares de produção anual de grãos, com o emprego da genética molecular na agricultura. Se o século que está por findar tem sido da informática, o próximo será o da biotecnologia, em razão do avanço que se tem galgado. Inúmeros protocolos de modificação e regeneração de plantas encontram-se estabelecidos, com as principais *commodities* já sendo transformadas, via engenharia genética, confirmando a herança segura dos genes introduzidos e a viabilidade comercial da tecnologia de DNA recombinante, para culturas como milho, tomate, batata, soja, algodão, melão, fumo, colza, beterraba, alfafa. No período de 1986 a 1997, um número superior a 60 espécies de plantas transgênicas foi produzido

para diversas finalidades, com destaque para a expressão de genes oriundos de bactérias e vírus. De maneira geral, essas plantas transgênicas têm sido obtidas para tolerância a herbicidas; resistência a insetos, a vírus e a fungos; melhoria da qualidade do produto e propriedades agronômicas, e plantadas em cerca de 12,8 milhões de hectares em seis países: Estados Unidos, Canadá, China, Argentina, Austrália e México. Todos esses espaços já abertos pela biotecnologia deixam um grande campo de ação para o uso sustentado dos recursos genéticos, considerando a Lei de Biossegurança, Lei de Propriedade Industrial, Lei de Proteção de Cultivares, ainda levando em conta a proposição de modificação da Lei de Sementes e a proposta de lei que regulamentará o acesso aos recursos genéticos do Brasil, que restringirá ou evitará, de uma vez por todas, o processo da biopirataria em nosso país. Esta última lei dispõe sobre o acesso ao patrimônio genético e ao conhecimento tradicional associado e sobre a repartição equitativa de benefícios derivados de sua utilização.

Nos recursos genéticos - entendidos como a variabilidade de espécies de plantas, animais e microrganismos integrantes da biodiversidade, de interesse socioeconômico, atual e potencial, para utilização em programas de melhoramento genético, biotecnologia e outras ciências afins - reside a grande base biológica para a geração das tecnologias de ponta doadas pela biotecnologia. Os recursos fitogenéticos abrangem as seguintes categorias: espécies silvestres, espécies de parentes silvestres das plantas cultivadas, raças locais de plantas, variedades de plantas, linhagens melhoradas e populações experimentais e linhagens com características genéticas e citogenéticas especiais, dentre outras.

Em termos de conservação de recursos genéticos, no Brasil se pratica a *in situ* (conservação das espécies na comunidade a que pertencem dentro do ambiente a que estão adaptadas) e a *ex situ* (conservação das espécies fora do seu local de origem). Na conservação *in situ*, grande fulcro para a bioprospecção molecular no Brasil, praticam-se as modalidades de áreas protegidas, reservas genéticas, áreas de produtores tradicionais e áreas de populações indígenas, que possuem, ainda, como vantagem, a permissão para a atuação das forças evolucionárias das espécies. Para o caso da conservação *ex situ*, são as seguintes as principais modalidades: coleção de base, coleção ativa, coleção de trabalho, coleção a campo, coleção *in vitro*, coleção em criopreservação, coleção nuclear e banco genômico. Com relação à propriedade intelectual, as duas últimas modalidades são importantes, além da aplicabilidade das demais. A importância do banco

genômico reside na conservação de DNA e de genes para uso na transformação de plantas, por exemplo. Quanto à coleção nuclear, que corresponde a uma amostra representativa de uma coleção maior, na qual se inclui a variabilidade genética de um cultivo e suas espécies aparentadas com o mínimo de repetições, é hoje considerada como o grande sustentáculo para o uso do germoplasma conservado. Trata-se de uma coleção em torno de 15% do tamanho da coleção original, mas com representatividade genética entre 70 e 80%. Esta condição tem amplas possibilidades de gerar novos genótipos, como uma boa fábrica para produção de modernas cultivares produtivas e competitivas, para serem protegidas pelas leis de propriedade intelectual.

Se hoje no mundo há cerca de 6,1 milhões de acessos de plantas conservadas em 1.320 bancos de germoplasma distribuídos pelos 157 países que compõem a Comissão de Recursos Fitogenéticos da FAO, incluindo o Brasil. Em nosso país, já ultrapassa de 200 mil o número de acessos de plantas *ex situ* em mais de 165 bancos de germoplasma implantados em mais de 50 locais espalhados pelo território nacional, sem contar com a conservação *in situ*. Tudo isso faz parte de um Sistema Nacional de Curadoria de Germoplasma coordenado pelo Cenargen e incluído no âmbito do Sistema Nacional de Pesquisa Agropecuária (SNPA), também coordenado pela Embrapa. Aqui reside a grande fonte para atuação das leis de propriedade intelectual em face da ampla base para a geração de tecnologias, serviços e produtos para comercialização, sem esquecer a magna função social dessas vantagens comparativas e competitivas.

Mesmo assim, sendo o país mais rico em biodiversidade, grande prioridade tem que ser dada aos recursos genéticos autóctones do Brasil, pois cerca de 80% dos produtos que entram na dieta alimentar dos brasileiros são oriundos de espécies exóticas, originárias de outros países, o que deixa a segurança por alimentos em situação de alerta, em razão de os outros países possuírem as suas próprias legislações, principalmente agora diante das leis de propriedade intelectual. Em função dessa dependência por produtos exóticos, como exemplo, em 1996, o Cenargen movimentou 18.308 acessos de plantas, sendo que 16.185 foram importados, 1.599 foram exportados e 524 foram envolvidos no trânsito interno. Em 1997, essa dependência por importação de germoplasma continuou, pois dos 18.889 acessos movimentados, 15.201 foram importados, 1.004 foram exportados e 2.684 transitaram internamente. Considerando o período de 1976 a 1997, este Centro da Embrapa movimentou 324.716 acessos de plantas, sendo

que 221.067 foram importados, 48.877 exportados e 54.772 passaram pelo trânsito interno.

A importância essencial dos recursos genéticos para a segurança alimentar das gerações presentes e futuras fez com que representantes de 155 países e 55 organizações que participaram da 4ª Conferência Técnica Internacional para Recursos Genéticos de Plantas (Leipzig-Alemanha em 1996), adotassem o Plano de Ação Global para a conservação e utilização sustentável dos recursos genéticos de plantas para alimentação e agricultura. Nesse plano, destaca-se a necessidade de a pesquisa científica estar acoplada às atividades dos pequenos agricultores, principalmente na manutenção e desenvolvimento das variedades locais, e de incentivar o melhoramento genético descentralizado para desenvolver variedades de plantas adaptadas a ambientes regionais. Hoje, com as leis de propriedade intelectual, principalmente a Lei de Acesso a Recursos Genéticos, já é sentida a mudança de postura dos países detentores de germoplasma quanto à imposição de dificuldades para a cessão de genótipos para outros países, muitas vezes até agindo em bloco, como é o caso dos países andinos. O acesso aos recursos genéticos, os direitos do agricultor e a partição dos benefícios oriundos da utilização dos recursos genéticos são questões em discussão em todo o mundo.

Para fortalecer a oportunidade de priorizar e aprofundar os estudos quanto às espécies autóctones, o Brasil participa de duas redes internacionais de recursos genéticos: uma é a TROPIGEN, no âmbito do PROCITRÓPICOS, que engloba a maior biodiversidade existente no planeta, composta pelos 8 países amazônicos (Brasil, Bolívia, Colômbia, Equador, Guiana, Peru, Suriname e Venezuela), e a outra está incluída no Subprograma de Recursos Genéticos do PROCISUR, que envolve o Brasil, Argentina, Bolívia, Chile, Paraguai e Uruguai. Além disso, dentro da Amazônia brasileira encontra-se em processo de organização, mas já em fase de atuação, a Rede de Conservação e Utilização dos Recursos Genéticos Amazônicos (GENAMAZ). Todas essas ações proporcionarão ao Brasil alto poder competitivo, com amplas vantagens comparativas, com o sustentáculo das leis de propriedade intelectual.

No entanto, para o correto uso dessa riqueza e patrimônio natural, faz-se necessário que, primeiramente, cada brasileiro seja conscientizado sobre o uso sustentado da biodiversidade, isto é, que as gerações presentes possam atender às suas próprias necessidades sem se esquecer de que as futuras gerações também

necessitarão de fazer o mesmo, e de que elas não sejam apenas as herdeiras das gerações atuais, mas que estas são suas fiéis depositárias. Esta preocupação com a educação ambiental deve começar nas escolas, desde o primeiro grau, pela bioalfabetização até aos usuários finais. Esse fato é premente considerando os grandes biomas brasileiros (Amazônia, Cerrado, Caatinga, Mata Atlântica e Campos e Florestas Meridionais). Esta consciência também é importante para a necessidade de preparar o brasileiro quanto às Leis de Propriedade Intelectual, no sentido de que as escolas de direito e universidades, que vêm formando os novos profissionais na área biológica, incorporem em seus currículos escolares a nova ordem jurídica.

Os pesquisadores do Cenargen/Embrapa avaliam o impacto das biotecnologias no Brasil como sendo mais evidente em áreas de recuperação, conservação e caracterização de variabilidade genética e de reflorestamento. Tem-se direcionado esforços, também, para o desenvolvimento de inoculantes mais competitivos e com maior capacidade de sobrevivência nos solos para “culturas-chave” como o feijão e a soja. A utilização de insumos biológicos para assegurar o suprimento adequado de nitrogênio para essas culturas deverá, eventualmente, prover um aumento na produtividade sem custos adicionais, além de se apresentar como uma alternativa que viabiliza a proteção ambiental. Nesse contexto, o controle biológico é uma tarefa importante em um país que despeja, por ano, cerca 260 mil toneladas de agroquímicos nas lavouras e onde o consumo de praguicidas cresceu 44% em dez anos. A venda de agrotóxicos chegou a US\$ 2.1 bilhões em 1997. Considerando as vantagens da produção mais econômica, da diminuição dos impactos ambientais, do aumento da segurança alimentar e da menor exposição dos trabalhadores rurais a substâncias tóxicas, a pesquisa trabalha para que o controle biológico de doenças, insetos e plantas daninhas seja uma prática comum em nosso meio rural no próximo século. Esta linha de pesquisa baseada nas leis de propriedade intelectual oferece boas oportunidades de parceria e captação de recursos adicionais para pesquisa.

Uma forma de parceria é a “pesquisa cooperativa” que se caracteriza por um projeto de pesquisa aplicada, de desenvolvimento tecnológico. Objetiva a busca de novos conhecimentos sobre um produto, sistema ou processo, executado de forma cooperativa entre instituições públicas e empresas privadas que participam financeiramente, custeando ou executando partes do projetos, tendo acesso, em contrapartida, às informações geradas. Seus resultados, ainda na

esfera pré-comercial, permitem a adesão ao projeto por empresas competidoras entre si. Os contratos de adesão aos projetos de pesquisa cooperativa devem prever cláusulas que considerem os aspectos de direito a eventuais inovações ou aperfeiçoamentos que possam vir a ser objeto de patentes.

Em termos de prioridades de pesquisa, prestação de serviços e treinamento de pessoal, as instituições devem-se preocupar com os seguintes aspectos:

- citogenética - taxonomia, genética qualitativa, genética quantitativa, genética estatística, genética de microrganismos, genética genômica, genética de populações, evolução, etnobotânica, etnozootologia, ecologia, valoração da biodiversidade, complexo gênico, inventário de recursos genéticos, domesticação, enriquecimento, conservação e uso de recursos genéticos, entre outras;
- biologia molecular – mapeamento e análise de genomas, estudos de genoma funcional, bioinformática e modelagem molecular, estudos básicos de regulação da expressão gênica, bioquímica do metabolismo, desenvolvimento e reprodução da planta, estresse biótico e abiótico, prospecção e engenharia de genes e proteínas, marcadores moleculares, tipificação de cultivares protegidas;
- biologia celular - cultivo *in vitro*, regeneração, micropropagação, diferenciação celular, transformação de plantas;
- manejo integrado de pragas - melhoramento genético de plantas (modificação ou plantas transgênicas), biopraguicidas, novos princípios (feromônios e cairomônios), controle químico e ambiental, resistência a fatores bióticos e abióticos;
- animais - raças silvestres e exóticas, domesticação, sexagem, bipartição e transferência de embriões, fecundação *in vitro*, punção folicular, imunização genética, anticorpos monoclonais, sanidade, transgenia e clonagem, dentre outros;
- microrganismos - indústria de alimentos, produção de enzimas, fármacos, fixadores de nitrogênio, endofíticos, biodegradação de contaminantes ambientais;
- implicações relacionadas com a lei de propriedade industrial, biossegurança, lei de proteção de cultivares e lei de acesso a recursos genéticos que



terão um enfoque interdisciplinar envolvendo trabalho conjunto de técnicas da área biológica, jurídica e socioeconômica.

O Sistema Nacional de Pesquisa Agropecuária, coordenado pela Embrapa, considerada como a mais importante empresa de pesquisa tropical do mundo, que acaba de celebrar 25 anos, deu ao Brasil a condição de país com o maior conhecimento em agronomia tropical do planeta.

As sinergias entre biodiversidade - biotecnologia - propriedade intelectual têm capacidade de elevar a competitividade do agronegócio brasileiro aos níveis das economias mais modernas, aproveitando as oportunidades tecnológicas, em face da extraordinária aceleração do progresso técnico neste final de século. Espécies de pouco valor aparente podem ter utilidade inimaginável. Assim, o uso da biodiversidade, junto com outros recursos como solo, água e energia solar, pode ser a chave para tornar o Brasil o “celeiro da humanidade”. Assim, o Brasil poderá realizar seu reconhecido potencial biotecnológico e de celeiro do mundo, além de tanto combater a fome como curar e evitar várias doenças que afetam a saúde humana e de outros seres vivos.

A biodiversidade, um bem cujo valor ainda carecia de reconhecimento com o uso da nova biotecnologia, pode ser a fonte de uma moderna revolução agrícola e industrial e a chave de retomada do crescimento. A seqüência biodiversidade - biomassa - biotecnologias formará o caminho obrigatório de um mundo sustentável.

O correto emprego do tripé biodiversidade - biotecnologia - propriedade intelectual irá permitir ao Brasil desenvolver uma agricultura sustentável, com amplas vantagens comparativas e competitivas na incorporação de valores dos produtos que chegam ao consumidor com maior processamento industrial, melhor sanidade, mais informação e diferenciação de qualidade, e um fluxo contínuo de novos produtos descobertos e seus próprios nichos no mercado. Para isso é necessário que se saiba utilizar a biodiversidade de forma racional e sustentável, reconhecendo que as novas tecnologias são um desafio, tanto científico quanto legal, no sentido de se obter registro da propriedade intelectual para os resultados da pesquisa e desenvolvimento, e assim aumentar o fluxo de recursos financeiros para a pesquisa agropecuária.

Ao lado dos recursos genéticos de plantas, animais e microrganismos, a propriedade intelectual e a biotecnologia têm um primordial papel no sentido de

contribuir firmemente para mitigar a pobreza, conservar e usar os recursos naturais bióticos e abióticos e possibilitar a segurança alimentar da população, sendo ainda um magnífico suporte para assegurar a proteção ambiental e a sustentabilidade da agricultura.

Um dos grandes desafios quanto à atuação da biotecnologia é de como ela poderá ajudar os povos carentes dos países pobres. Nesse sentido, primeiramente tem que haver um compromisso dos países para o lado social e não só do ponto de vista comercial, enquanto que a biotecnologia pode ser dirigida no sentido de contribuir eficazmente para um substancial e sustentável crescimento da produção e produtividade agrícola. As ferramentas biotecnológicas em uso são da maior utilidade para a prospecção de genes, estudo de marcadores moleculares, aplicação da engenharia genética e bioinformática. Essas ações e esforços conduzirão ao aceleração dos programas de melhoramento genético, à redução do número de ciclos de seleção, ao direcionamento para a melhoria de caracteres qualitativos e quantitativos de interesse e ao aumento do ganho genético e redução dos custos com a operacionalização dos esquemas de seleção de novos genótipos.

O próprio desenvolvimento e uso de biotécnicas irão permitir que os países do Hemisfério Sul tenham acesso à tecnologia de ponta, estabeleçam proveitosas e duradouras parcerias entre si e tenham possibilidade de incrementar uma forte ligação com instituições de pesquisa avançada de países do Norte tanto do setor público como da iniciativa privada, extraindo excelentes benefícios para os seus povos. Esse tipo de interação é também da maior importância para os países do Norte, pois é no Sul que é encontrada a maior biodiversidade de plantas, animais e microrganismos do planeta de que tanto necessitam.

A adoção horizontal de tecnologias avançadas advindas da biotecnologia, principalmente pelos países em desenvolvimento, tem que contar com a participação de organismos internacionais, com capacidade de permear todas as nações, sem discriminação, como responsáveis por bens públicos que não podem ser privatizados e com acesso aberto principalmente para países do Sul. Estas instituições terão que se responsabilizar por significativos investimentos em biotécnicas, levando em conta: a) manutenção da própria credibilidade técnico-científica em P&D; b) atuação de forma positiva no sentido de melhor assistirem os países do Sul quanto ao estabelecimento de efetivas regras de biossegurança, bioética e propriedade intelectual; c) contribuir, substancialmente, para o desenvolvimento humano para assegurar a aplicação de apropriadas ferramentas

biotecnológicas de importância para a segurança alimentar e encontro de soluções alternativas para problemas ambientais emergenciais, por meio de um consistente processo de transferência e adoção de tecnologia.

É necessário, ainda, um compromisso mundial quanto à aplicação da genética molecular e de marcadores moleculares visando a um melhor entendimento e adequada manipulação dos genomas de plantas e animais, além de seus condicionantes biológicos para a melhor compreensão da interação do hospedeiro com patógenos e pragas, objetivando o encontro dos adequados métodos de controle. O pleno desenvolvimento de indivíduos transgênicos, via engenharia genética, tem todas as condições de contribuir para o suporte da segurança alimentar dos povos e a ultrapassagem dos grandes desafios ambientais do futuro.