

**Pró-Reitoria de Pós-Graduação e Pesquisa
Stricto Sensu em Ciências Genômicas e Biotecnologia**

**SISTEMA DE INOVAÇÃO EM PLANTAS TRANSGÊNICAS NO
BRASIL: ESTRATÉGIAS PARA GARANTIR A
COMPETITIVIDADE NACIONAL NESTE SETOR**

**Autora: Mônica Cibele Amâncio
Orientador: Prof. Doutor Ruy de Araujo Caldas
Co-orientador: Prof. Doutor Sergio Luiz Monteiro Salles Filho**

MÔNICA CIBELE AMÂNCIO

**SISTEMA DE INOVAÇÃO EM PLANTAS TRANSGÊNICAS NO BRASIL:
ESTRATÉGIAS PARA GARANTIR A COMPETITIVIDADE NACIONAL NESTE
SETOR**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação Strictu Sensu em Ciências Genômicas e Biotecnologia da Universidade Católica de Brasília, como requisito parcial para a obtenção do título de Doutor em Ciências Genômicas e Biotecnologia

Orientador: Prof. Doutor Ruy de Araujo Caldas

Co-orientador: Prof. Doutor Sergio Luiz Monteiro Salles Filho

**Brasília
2011**

Ao meu pai, cujas lições de simplicidade e honestidade foram fundamentais na formação do ser humano que hoje eu sou.

AGRADECIMENTO

Começo meus agradecimentos contando uma pequena passagem da minha vida, que ajuda a entender o poder de encantamento que o tema da biotecnologia agrícola sempre teve sobre mim. Meu pai, que hoje tem 82 anos de idade, é um homem simples, muito simples, que nasceu no campo e dele sempre viveu. Mesmo em sua simplicidade, meu pai sempre foi encantado pelo progresso e pelo conhecimento. Pouco depois que mudei para Brasília, aonde vim para trabalhar, meu pai veio me visitar e fomos juntos passear pela cidade. Meu pai não cansava de expressar sua admiração pelo grande número de carros e tamanho da cidade. Em certa altura do passeio, paramos para admirar a beleza da Ponte JK, ponto turístico de Brasília. Meu pai olhou longamente para todo o movimento de carros e luzes na beira do lago e me falou, com toda a simplicidade do mundo: *“É, é muita gente! Imagina a trabalhadeira que é para dar comida para este tanto de gente...”*

É pai, dá muito trabalho produzir alimentos e ainda mais em quantidade suficiente para toda a população do mundo. Mas graças à força inquebrantável do homem do campo, aliada à persistência infinita dos homens da ciência, isso é possível. Entender esse processo e, de alguma forma, poder contribuir para o seu desenvolvimento, foi o que sempre motivou as minhas escolhas profissionais até aqui.

Aquela ingênua conversa com meu pai me deu a certeza de que havia escolhido o tema certo para trabalhar! Minha motivação profissional encontrou terreno fértil para florescer na Embrapa. Esta empresa viabilizou todas as minhas conquistas profissionais e pessoais até o momento e sinto um imenso orgulho de pertencer aos seus quadros. Assim, inicio agradecendo à Embrapa, por todas as oportunidades que me foram dadas até o momento, em especial, a oportunidade de realizar esta tese.

Além do apoio da Embrapa, este trabalho não teria sido possível sem a orientação, os ensinamentos, as críticas e os incentivos de três super profissionais, espelhos de sucesso e competência nos quais pauto a minha carreira: Prof. Ruy Caldas; Prof. Sergio Salles e Dra. Zezé (minha querida conselheira acadêmica). Obrigada de coração, por tudo.

Não poderia deixar aqui de agradecer aos colegas do Programa de Pós-graduação em Políticas Públicas, Estratégias e Desenvolvimento do Instituto de Economia da UFRJ (PPED), do qual tive a honra de participar como aluna especial. Do mesmo modo, agradeço aos colegas de Rothamsted Research Ltd, na Inglaterra, pelo carinho com que me acolheram e pela oportunidade que me deram de vivenciar o dia a dia de um instituto de pesquisa agrícola no exterior. Foram duas experiências relevantes na obtenção dos resultados expressos nesta tese.

Agradeço igualmente ao corpo docente da Universidade Católica de Brasília, em especial à Prof. Paula, pela disposição sempre encontrada em me ajudar a resolver os problemas acadêmicos enfrentados ao longo desta jornada. Meus agradecimentos mais do que especiais também ao pessoal da Secretaria de Pósgraduação e do Curso de Ciências Genômicas e Biotecnologia, em especial ao Fábio, pela paciência que sempre tiveram comigo e pela ajuda essencial na solução de meus problemas administrativos junto à Católica.

Certo é que foram muitos os momentos vividos para chegar até a conclusão desta tese, alguns bons, outros nem tanto. Sem o apoio incondicional recebido de minha família e de meus amigos nos momentos de angústia e insegurança, muito provavelmente este trabalho não seria terminado.

Assim, agradeço a todos da minha família pelo apoio e pela crença inabalável na minha capacidade, até nos momentos em que eu mesma duvidei. Em especial, agradeço aos meus amados sobrinhos, sobrinhas e sobrinhas-netas, que me encham de orgulho e satisfação ao me darem a certeza de que o futuro da nossa família será ainda mais brilhante do que o presente.

Agradeço também aos meus amigos queridos, que dão sentido à minha vida, tantos que não caberiam em uma lista exaustiva. Mas não posso deixar de fazer um agradecimento especial à minha amiga-irmã Cristiane, que esteve do meu lado no momento mais difícil da minha vida. Obrigada por tudo. Cris, pode ter certeza de que sem o seu apoio, tudo teria sido diferente.

Por fim, agradeço ao Fernando e à Marta, por me salvarem.

"I am getting well acquainted with nature. I exaggerate, sometime I make change in motif; but for all that, I do not invest the whole picture; on the contrary, I find it already in nature, only it must be disentangled."

(Vicent Van Gogh)

RESUMO

AMÂNCIO, Mônica. **Sistema de Inovação em Plantas Transgênicas no Brasil**: estratégias para garantir a competitividade nacional neste setor. Tese de doutorado. Universidade Católica de Brasília.

O ponto de partida para a formulação desta tese foi o fato da inovação em plantas transgênicas apresentar oportunidades extremamente promissoras para alavancar o desenvolvimento econômico nacional. O mercado de plantas transgênicas já movimentou bilhões de dólares dentro da economia brasileira, sendo o Brasil o segundo maior produtor mundial de transgênicos. Dentro deste cenário, o governo brasileiro vem adotando diversas medidas ao longo dos últimos anos visando criar o ambiente institucional adequado para a geração de inovações nesta área de modo a atender aos interesses nacionais. Entretanto, se as organizações que atuam no setor não forem capazes de adotar estratégias corretas para trabalhar tais vantagens institucionais, todo o esforço dos formuladores de políticas públicas pode não ser compensado. Tais estratégias só poderão ser estabelecidas a partir do completo entendimento do ambiente onde a inovação biotecnológica em plantas transgênicas ocorre. O presente estudo, dentro de uma lógica de análise prospectiva, buscou identificar fatores-chave, elementos constitutivos e processos de alavancagem da inovação em plantas transgênicas que emergirão no futuro, identificando-se ações estratégicas que possam ser adotadas do ponto de vista institucional e organizacional para impulsionar a competitividade do processo nacional de PD&I em plantas transgênicas, bem como garantir sua sustentabilidade no futuro. Três categorias analíticas foram identificadas para a elaboração do estudo prospectivo: (i) ambiente institucional onde a inovação em plantas transgênicas ocorre; (ii) atores estratégicos e a estrutura concorrencial do setor (iii) base técnico-científica que compõe o sistema, sendo realizada uma análise SWOT para cada uma destas três categorias analíticas. Foram identificadas diversas incertezas críticas relacionadas ao Sistema, tais como as características intrínsecas da dinâmica do processo inovativo em plantas transgênicas; a falta de coordenação política na aplicação dos recursos disponíveis; os desajustes em alguns marcos regulatórios importantes para o setor, como o de acesso aos recursos genéticos; a estrutura concorrencial oligopolizada deste mercado e as incertezas quanto à capacidade da Embrapa em se manter como ator estratégico dentro deste Sistema. Tais incertezas críticas apontam para a necessidade de mudanças institucionais e organizacionais robustas em relação às estratégias adotadas até o momento pelo Governo para garantir a sustentabilidade e competitividade nacional dentro do Sistema de Inovação em Plantas Transgênicas. A proposição da criação da Rede Nacional de Pesquisa Pré-competitiva nesta área, dentro do Sistema Nacional de Ciência & Tecnologia brasileiro e o fortalecimento da Embrapa, enquanto órgão coordenador do Sistema Nacional de Pesquisa Agrícola, para exercer o papel de agente viabilizador da inovação nesta área são algumas das ações estratégicas propostas neste estudo para garantir a competitividade nacional dentro do Sistema Brasileiro de Inovação em Plantas Transgênicas, viabilizando, desta forma, o correto atendimento dos interesses nacionais.

Palavras-chave: Biotecnologia agrícola. Prospecção. Desenvolvimento nacional.

ABSTRACT

AMANCIO, Mônica Cibele. **Innovation System in Transgenic Plants in Brazil**: strategies to ensure national competitiveness. PhD thesis. Catholic University of Brasilia.

The starting idea for the formulation of this thesis was that innovation in the form of transgenic plants has very promising opportunities in the Brazilian agriculture and possibly a high impact in its economic development. The agriculture market has a turnover of billions of dollars in the national economy and Brazil is already the second largest producer of transgenic crops in the world. To reach the present scenario, the Brazilian government has adopted various measures over the past years aimed at creating a suitable institutional environment for the generation of innovations in this area in order to meet national interests. However, organizations operating in this field need to adopt the necessary strategies to take advantage of such institutional advantages. If not, all the efforts of policy makers will not have the expect impact. Such strategies can only be established from the complete understanding of the environment in which innovation occurs in transgenic crops. The present study applies a foresight analysis, aimed to identify key factors, components and processes to leverage innovation in transgenic plants that could emerge in the future, identifying strategic actions that can be taken in terms of institutional and organizational perspective to maintain the competitiveness of the national RD&I in the development of transgenic plants, as well as ensure its future sustainability.

Three analytical categories were identified in this foresight study: (i) the institutional environment in which transgenic plants innovation occurs, (ii) the strategic players in the market and their competitive structure (iii) the technical and scientific basis that makes up the system in Brazil. The information obtained for each of the three analytical categories was used for in a SWOT analysis.

We identified several critical uncertainties related to the system, such as the intrinsic characteristics of the innovative process in transgenic plants, the lack of policy coordination in the application of available resources, the misfits in some important regulatory frameworks for the sector, such as access to genetic resources, the competitive structure of the oligopolistic market and uncertainties about the ability of Embrapa to remain as a strategic player within the Brazilian system of innovation in the area of genetically modified plants. These uncertainties point to the critical need for a robust institutional and organizational change in relation to the strategies adopted so far by the the public sector research institutions to ensure their sustainability and competitiveness and their important role in the national political environment. The creation of a National Pre-competitive research strategy in this area within the National System of Science & Technology and the strengthening of Embrapa, as a coordinator of the National Agricultural Research System are some of the strategic actions proposed in this study to ensure national competitiveness, thus enabling the correct support of national interests.

Keyword: Biotechnology. Foresight. Economic Development.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1.1: Marco Conceitual do Sistema de Inovação em Plantas Transgênicas

Figura 1.2: Ciclo de Desenvolvimento das Plantas Transgênicas

Figura 2.1: Símbolo para rotulagem de produtos contendo OGM ou derivados

Figura 4.1: Mapa Tecnológico do desenvolvimento de bioreatores, plantas resistentes a estresses abióticos e OGM no Brasil (2008-2025)

Figura 5.1 – Etapas da metodologia de Cenários Alternativos para formulação de estratégias institucionais e organizacionais dentro do Sistema de Inovação em Plantas Transgênicas

Gráfico 1.1: Evolução dos valores envolvidos na comercialização de transgênicos no mundo (US\$ milhões)

Gráfico 2.1: Número de pedidos de liberação planejada no meio ambiente junto à CTNBio pelos 7 maiores solicitantes, antes e depois da aprovação da Lei nº 11.105/2005

Gráfico 2.2: Número de pedidos de liberação comercial junto à CTNBio pelos 7 maiores solicitantes, antes e depois da aprovação da Lei nº 11.105/2005

Gráfico 2.3 – Titularidade sobre Total de Cultivares de soja e algodão transgênicas protegidas no Brasil

Gráfico 2.4 – Titularidade de Cultivares e linhagens de milho transgênicas registradas no Brasil

Gráfico 2.5 – Número de Autorizações de Acesso ao Patrimônio Genético com fins de bioprospecção e desenvolvimento tecnológico concedidas pelo CGEN (2003-2009)

Gráfico 3.1: Número de patentes na área de Biotecnologia e Microbiologia Aplicada por empresa até 2009

Gráfico 3.2 – Número de pedidos de liberação planejada no meio ambiente junto à CTNBio (1996-2010) por empresa

Gráfico 3.3 – Produtos GM aprovados para comercialização no Brasil por empresa e por espécie (1998-2010)

Gráfico 3.4: Investimentos em PD&I da Monsanto entre 2006-2009 (valores em US\$ milhões)

Gráfico 3.5 – Valores arrecadados pelo Fundo de Pesquisa em Biotecnologia Embrapa-Monsanto entre 2006-2010 (valores em R\$ milhares)

Gráfico 4.1 – Distribuição das linhas de pesquisa no setor de produtos e processos biotecnológicos vinculados à agricultura por Região (2008)

LISTA DE QUADROS E TABELAS

Quadro 1.1: Composição do Sistema Setorial de Inovação em Plantas Transgênicas

Quadro 1.2: Área mundial de Culturas GM em 2010 (milhões de ha) – 5 maiores produtores

Quadro 2.1: Principais dispositivos Legais que complementam o marco legal de Biossegurança no Brasil

Quadro 3.1 - Lista das espécies transgênicas que possuem autorização para o plantio e produção comercial no Brasil

Quadro 3.2: Unidades da Embrapa com autorização da CTNBio para trabalhar com OGM (CQB)

Quadro 3.3- Formação de Parcerias entre os Atores Estratégicos do SIPT

Quadro 5.2: Diretrizes Institucionais Estratégicas de acordo com as incertezas críticas do Sistema de Inovação em Plantas Transgênicas

Quadro 5.1: Indicadores de Monitoramento do Sistema de Inovação em Plantas Transgênicas

Tabela 2.1 – Titularidade sobre Total de Cultivares protegidas no Brasil

Tabela 4.1: Numero de grupos de pesquisa em biotecnologia vinculada a agricultura, cadastrado no Diretório do CNPq, classificados segundo a área prioritária do curso vinculado ao grupo no Brasil (2009)

Tabela 4.2 – Totais dos grupos de pesquisa, cursos de pós-graduação, doutores titulados e produção científica por subárea do conhecimento no Brasil (2009)

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

ABDI – Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial

ABRASEM - Associação Brasileira dos Produtores de Semente

ANVISA – Agência Nacional de Vigilância Sanitária

BIO - Organização das Indústrias Biotecnológicas

BNDES - Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social

CAC - Comissão do *Codex Alimentarius*

Capes - Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior

CDB – Convenção de Diversidade Biológica

CIDE - Contribuição de Intervenção no Domínio Econômico

CGEE – Centro de Gestão e Estudos Estratégicos

CGEN – Conselho de Gestão do Patrimônio Genético

CCT/MCT - Conselho Nacional de Ciência e Tecnologia

CQB – Certificado de Qualidade em Biossegurança

CNA – Confederação Nacional da Agricultura

CNB – Conselho Nacional de Biotecnologia

CNBS – Conselho Nacional de Biossegurança

CNI - Confederação Nacional da Indústria

CNPq – Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico

Confap – Conselho Nacional das Fundações Estaduais de Amparo à Pesquisa

Coodetec - Cooperativa Central De Pesquisa Agrícola

CTC - Centro de Tecnologia Canavieira

CT&I – Ciência, Tecnologia e Inovação

CTNBio – Comissão Técnica Nacional de Biossegurança

Dieese – Departamento Intersindical de Estatísticas e Estudos Socioeconômicos

EFSA - European Food Safety Authority

Embrapa - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

ES – Equivalência Substancial

ETS - *Excellence Through Stewardship*

FAO – Organização das Nações Unidas para Alimentação e a Agricultura

FAPs – Fundações de Amparo à Pesquisa

Finep - Financiadora de Estudos e Projetos

Fiesp - Federação das Indústrias do Estado de São Paulo

FNDCT - Fundo Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico

FTB - Força Tarefa Intergovernamental sobre Alimentos Derivados de Biotecnologia

GM – geneticamente modificado

IBAMA - Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e Recursos Renováveis

ICT – Instituição de Ciência e Tecnologia

INPI - Instituto Nacional de Propriedade Industrial

LPMA – Liberação Planejada no Meio Ambiente

MAPA – Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento

MCT – Ministério da Ciência e Tecnologia

MDIC - Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior

MMA - Ministério do Meio Ambiente

MP – Medida Provisória

NIT - Núcleo de Inovação Tecnológica

NEB - Novas Empresas de Biotecnologia

OECD – Organização para Cooperação Econômica e Desenvolvimento

OGM – Organismo Geneticamente Modificado

OMC - Organização Mundial de Comércio

OMPI - Organização Mundial de Propriedade Intelectual

OMS – Organização Mundial da Saúde

ONG - Organizações Não-Governamentais

ONU – Organização das Nações Unidas

OPP - Organizações de Pesquisa Pública

PADCT - Programa de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico

PCT – Patent Cooperation Treaty

PDB – Política de Desenvolvimento da Biotecnologia

PDP – Política de Desenvolvimento Produtivo

PDB-Biotec – Política de Desenvolvimento Produtivo – Programa Mobilizador em Biotecnologia

PIDE - Programa Integrado de Doenças Endêmicas

PRONAB - Programa Nacional de Biotecnologia

PITCE - Política Industrial, Tecnológica e de Comércio Exterior

RHAE - Programa de Recursos Humanos para Atividades Estratégicas

RNC - Registro Nacional de Cultivares

SIPT - Sistema Setorial de Inovação em Plantas Transgênicas

SNPC - Serviço Nacional de Proteção de Cultivares

SNPG - Sistema Nacional de Pós-graduação

SPI - Sistema de Preservação de Identidade

TRIPS - Trade-Related Aspects of Intellectual Property Rights

UPOV - União para Proteção de Novas Obtenções Vegetais

UE – União Européia

SUMÁRIO

| | |
|--|------------|
| INTRODUÇÃO GERAL | 17 |
| CAPÍTULO 1 – SISTEMA DE INOVAÇÃO EM PLANTAS TRANSGÊNICAS NO BRASIL: MARCO CONCEITUAL E DINÂMICA DA INOVAÇÃO NESTE SETOR..... | 29 |
| 1.1 – Introdução | 29 |
| 1.2 – Conceitos Fundamentais do Sistema de Inovação em Plantas Transgênicas | 30 |
| 1.3 – Dinâmica do Processo Inovativo de Plantas Transgênicas | 40 |
| 1.3.1 – Dinâmica do Processo de Inovação na Agricultura..... | 40 |
| 1.3.2 – A Dinâmica do Processo de Inovação de Plantas Transgênicas..... | 43 |
| CAPÍTULO 2 - TRAJETÓRIA INSTITUCIONAL - NORMATIVA DO SETOR..... | 55 |
| 2.1 - Introdução..... | 55 |
| 2.1 – O Processo de Construção das Políticas Públicas para o Desenvolvimento da Biotecnologia no Brasil..... | 56 |
| 2.1.1 - O processo de construção da Política de Desenvolvimento Produtivo (PDP) e da Política de Desenvolvimento da Biotecnologia (PDB) | 64 |
| 2.2 – Marco Regulatório de Biossegurança | 70 |
| 2.2.1 – Legislação de Biossegurança no Brasil | 75 |
| 2.2.2 – Implicações do atual Marco Regulatório de Biossegurança..... | 84 |
| 2.3 Marco Regulatório de Propriedade Intelectual Aplicado à Biotecnologia Agrícola | 86 |
| 2.4 – Marco Regulatório de Acesso aos Recursos Genéticos | 93 |
| 2.5 – Sistema de Avaliação e Conformidade de Material Biológico..... | 102 |
| 2.6 – O Contexto Internacional que influencia no desenvolvimento de plantas transgênicas | 104 |
| 2.6.1 Convenção de Diversidade Biológica: uma breve análise..... | 104 |
| 2.6.2 – Protocolo de Cartagena..... | 106 |
| 2.6.3 – Codex Alimentarius | 110 |
| 2.6.4 – Mercado consumidor europeu | 112 |
| 2.7 – Ambiente Institucional do Sistema Setorial de inovação em Plantas Transgênicas: Análise SWOT..... | 116 |
| CAPÍTULO 3 – ESTRUTURA CONCORRENCIAL DO SISTEMA DE INOVAÇÃO EM PLANTAS TRANSGÊNICAS | 120 |
| 3.1 - Introdução..... | 120 |

| | |
|--|------------|
| 3.2 – Atores Estratégicos do Sistema de Inovação em Plantas Transgênicas | 121 |
| 3.2.1 – Monsanto do Brasil Ltda | 128 |
| 3.2.2 – Bayer CropScience | 130 |
| 3.2.3 – Syngenta Seeds Ltda..... | 131 |
| 3.2.4 – Dow Agrosiences Industrial Ltda | 132 |
| 3.2.5 – DuPont Do Brasil S/A - Divisão Pioneer Sementes | 133 |
| 3.2.6 – BASF | 134 |
| 3.2.7 – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Embrapa | 135 |
| 3.3 – Arranjos cooperativos para o desenvolvimento de plantas transgênicas..... | 140 |
| 3.4 – Mercado Consumidor: influência nas estratégias de ação dos atores estratégicos | 147 |
| 3.4.1 – A Percepção pública e sua influência dentro do Sistema de Inovação em Plantas Transgênicas | 149 |
| 3.5 – Estrutura Concorrencial do Sistema de Inovação em Plantas Transgênicas: Análise SWOT..... | 152 |
| CAPÍTULO 4 – BASE TÉCNICO-CIENTÍFICA DO SISTEMA BRASILEIRO DE INOVAÇÃO EM PLANTAS TRANSGÊNICAS | 155 |
| 4.1 - Introdução..... | 155 |
| 4.2 – Formação de Recursos Humanos para atuar no SIPT | 156 |
| 4.3 – Reflexos do Atual Cenário de Formação de Recursos Humanos dentro do SIPT | 165 |
| 4.4 – Base técnico-científica no Sistema de Inovação em Plantas transgênicas: Análise SWOT. | 170 |
| CAPÍTULO 5 – CENÁRIOS FUTUROS PARA O DESENVOLVIMENTO DE PLANTAS TRANSGÊNICAS NO BRASIL..... | 173 |
| 5.1 - Introdução..... | 173 |
| 5.2 – Análise Prognóstica do Sistema de Inovação em Plantas transgênicas – cenários alternativos | 174 |
| 5.3 – Incertezas Críticas e Cenários para o Sistema de Inovação em Plantas Transgênicas no Brasil | 176 |
| 5.3.1 – Incertezas Críticas por Dimensão de Análise | 176 |
| 5.3.2 – Cenários Alternativos | 180 |
| 5.4 – Diretrizes e Ações Estratégicas institucionais para Fortalecimento da competitividade do Sistema de Inovação em Plantas Transgênicas no Brasil..... | 183 |

| | |
|----------------------------------|-----|
| CONCLUSÕES FINAIS | 192 |
| REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 199 |

INTRODUÇÃO GERAL

O ponto de partida para a formulação desta tese foi o fato de ser a biotecnologia uma das ferramentas tecnológicas mais importantes da atualidade, apresentando oportunidades extremamente promissoras para alavancar o desenvolvimento nacional baseado no conhecimento e na inovação, especialmente nas economias de países em desenvolvimento.

Vivemos um momento de transformação no contexto sócio-econômico, onde as preocupações com o aquecimento global do planeta tornam cada vez mais prementes o desenvolvimento de novas tecnologias aptas a viabilizar o desenvolvimento econômico mundial de maneira sustentável. Além disso, a necessidade cada vez maior de aumentar a produção de alimentos para manter uma população mundial em constante crescimento, aliado aos contornos de uma nova configuração geopolítica, onde países emergentes como a China adquirem cada vez mais importância (CASTRO, 2009), representam o surgimento de novas oportunidades de desenvolvimento econômico para países como o Brasil. O crescimento demográfico, o maior poder de consumo dos países emergentes e o aquecimento global fazem parte do conjunto de tendências consolidadas que antecipa a expansão da demanda por produtos advindos da agricultura (EMBRAPA, 2008).

Dentro deste contexto, o desenvolvimento de inovações biotecnológicas na área agrícola pode ser um diferencial para aproveitar tais oportunidades. Sendo o Brasil um dos maiores detentores de diversidade biológica do planeta (matéria prima para o desenvolvimento de inovações nesta área), contando com recursos humanos altamente qualificados para atuarem neste campo e apresentando vocação natural para a agricultura, as inovações biotecnológicas nesta área assumiram um papel estratégico para o desenvolvimento nacional, em especial o desenvolvimento de plantas geneticamente modificadas, que já movimentam bilhões de dólares dentro da economia brasileira.

A presente pesquisa teve seu foco no processo de inovação em plantas transgênicas. Isto porque inovações nesta área têm importância estratégica para o mercado agrícola brasileiro e, em consequência, para a economia nacional. O Brasil é o segundo maior produtor mundial de transgênicos, sendo que só em 2010, o país plantou 25,4 milhões de hectares com lavouras transgênicas (JAMES, 2010).

Além disso, o avanço da biotecnologia nesta área traz impactos diretos em um dos principais processos internos de pesquisa e desenvolvimento (P&D) das organizações

nacionais de pesquisa agrícola: o melhoramento genético tradicional¹, tornando essencial que tais organizações se adaptem a este novo ambiente competitivo.

Parte considerável das oportunidades de negócio e mercados futuros para a economia brasileira na área de biotecnologia aplicada à agricultura está relacionada à produção e comercialização de plantas transgênicas, sendo as culturas de soja, milho e algodão os principais focos de inovações nessa área (CTNBio, 2011). Estudo divulgado por especialistas no ano passado revela que as lavouras geneticamente modificadas no Brasil foram responsáveis por benefícios econômicos na ordem de US\$3, 6 bilhões nos primeiros treze anos (1996-2009) (GALVÃO, 2010:56). Este valor chegou a US\$44 bilhões no mundo todo (BROOKES & BARFOOT, 2009, p.9). Sem dúvida é um número surpreendente, ainda mais quando se tem em conta que a liberação oficial dos cultivos transgênicos no Brasil só ocorreu em 2003.

O papel estratégico do Estado neste cenário é evidenciado, sendo que a adoção de políticas públicas bem delineadas e com objetivos e metas claramente estabelecidos na área de inovação em plantas transgênicas é primordial para viabilizar o aproveitamento das oportunidades que este mercado apresenta, por exemplo, na área de agroenergia. O desenvolvimento de produtos transgênicos voltados aos interesses do Brasil é estratégico para o país.

Dentro deste cenário, o Governo Federal editou em 2007 a Política de Desenvolvimento da Biotecnologia (Decreto n 6.041/2007)², visando criar condições e o ambiente adequado para a geração de inovações nesta área. Esta Política definiu o agronegócio como uma das grandes áreas com oportunidades de negócios e mercados futuros para a economia brasileira, tais como o desenvolvimento de plantas resistentes a fatores bióticos e abióticos; plantas e animais como bioreatores para produção de biomoléculas; bioinformática e novos processos biotecnológicos; tecnologias para detecção de pragas e doenças; vacinas, fármacos, kits de diagnósticos e probióticos com base em informações genômicas; sistema de rastreamento de animais; reprodução animal assistida e novas formas de reprodução e uso de nanobiotecnologias.

¹ Nos últimos 50 anos, a principal contribuição das organizações de pesquisa agrícola brasileiras para o desenvolvimento nacional foi o aumento da eficiência produtiva de plantas e animais, tendo como base os processos de melhoramento genético (LIMA et al., 2005, p. 48).

² Ao longo dos anos, o Estado brasileiro já editou diversas políticas públicas voltadas ao desenvolvimento da biotecnologia no país, especialmente na área de Ciência e Tecnologia. Entretanto, a edição do Decreto n 6.041/2007 representa um marco histórico, pois trata-se de uma política abrangente, com objetivos e metas estratégicas bem definidas para o setor e que foi resultado de um amplo processo de discussão entre Governo, iniciativa privada e sociedade organizada.

Conforme comenta Santos et al (2008, p.15), a força direcionadora de futuro para o contínuo crescimento da biotecnologia no Brasil está relacionada ao fato de que o país não pode perder a chance de, entre outros, “*gerar produtos de interesse para a competitividade da agricultura nacional e para a população em geral*”.

Certo é que políticas públicas de ciência, tecnologia e inovação (CT&I), em conjunto com políticas industriais bem conduzidas, podem ser eficientes na criação de vantagens institucionais comparativas para o desenvolvimento econômico do Brasil na área de biotecnologia. Entretanto, se as organizações que atuam no setor não forem capazes de adotar estratégias corretas para trabalhar tais vantagens institucionais, todo o esforço dos formuladores de políticas públicas pode não ser compensado.

Tais estratégias só poderão ser estabelecidas a partir do completo entendimento do ambiente onde a inovação biotecnológica na agricultura ocorre. É preciso adotar uma visão mais integrada e sistêmica de todos os fatores que interferem no desenvolvimento técnico e econômico desta área, pois a pesquisa, desenvolvimento e inovação (PD&I)³ na agricultura não ocorrem de maneira isolada, mas sim como parte de um processo mais amplo e interativo, envolvendo diversos agentes e instituições com diferentes interesses.

Está cada vez mais claro que o modelo de gestão da pesquisa agrícola não pode seguir a visão linear de “pesquisa–desenvolvimento–transferência de tecnologia”. É preciso adotar um modelo de gestão interativo, reconhecendo-se que a criação, difusão e uso de tecnologias ocorre num contexto muito mais complexo, envolvendo processos de aprendizagem, compartilhamento de conhecimento, políticas e mecanismos de interação e de feedbacks, tanto com o ambiente interno como com o externo.

Especificamente no caso das inovações biotecnológicas aplicadas à agricultura, estas surgem dentro de um contexto dinâmico, onde as instituições (sejam elas formais ou informais) e as escolhas estratégicas das organizações que atuam no setor influenciam diretamente no desenvolvimento de novos produtos e processos. Manter-se competitivo neste ambiente não é tarefa das mais fáceis, especialmente para as organizações nacionais de pesquisa.

³ Os conceitos relacionados à PD&I podem ser melhor compreendidos pelo estudo de dois documentos editados pela Organização para Cooperação Econômica e Desenvolvimento (OECD): Manual Frascati, de 1994 (Capítulo 2) e Manual de Oslo, de 2005 (Capítulos 1 e 2). Segundo explica Mendes (2009), o conceito de P&D está focado em atividades de investigação (criar novos conhecimentos) e em atividades de exploração (extrair valor de conhecimentos existentes), não englobando a perspectiva de inovação. Ao incluir esta variável no conceito, são incorporadas várias atividades que não se inserem em pesquisa e desenvolvimento. Assim, o conceito PD&I vai além pois considera o processo de criação e transformação de conhecimentos e também a apropriação de conhecimentos e tecnologias gerados.

Os conhecimentos na área de inovação biotecnológica na agricultura, em especial, de plantas transgênicas, se caracterizam como altamente complexos, fragmentados e que se complementam, no sentido de que a sua utilização implica articulação entre os detentores desses ativos. Os projetos na área biotecnológica são “*building blocks*” complexos, que combinam protocolos científicos já existentes com novos conceitos e conhecimentos, dando origem a um conglomerado de disciplinas – genética, genômica, proteômica, metabolômica, bioquímica, bioinformática, nanotecnologias e outras, todas envolvidas na geração da inovação.

No caso específico da indústria biotecnológica, os produtos são geralmente o resultado de um acúmulo de invenções, onde o produto final é desenvolvido mediante o uso de uma série de produtos ou processos já patenteados. Há alto grau de fragmentação da propriedade dos componentes necessários para lançar um produto no mercado (GRAFF et al, 2003). Para o desenvolvimento de uma planta transgênica, por exemplo, faz-se necessário o acesso a uma série de conhecimentos e tecnologias protegidas anteriormente, sendo que poucas empresas detêm a propriedade sobre todo o conhecimento necessário para chegar ao produto final. (MILLS et al, 2006).

Observe-se o caso do projeto do chamado “arroz dourado”; um arroz modificado geneticamente para conter maiores teores de provitamina A e que deve beneficiar principalmente a população de países pobres. Em seu processo de desenvolvimento, foram utilizadas no mínimo 70 (setenta) patentes com 32 (trinta e dois) proprietários diferentes. Esta situação só não prejudicou o andamento do projeto porque a maioria destes proprietários licenciou gratuitamente suas tecnologias para fazendeiros pobres de países em desenvolvimento (de fato, a maioria destas patentes não era válida nestes países de qualquer forma). (KRYDER; KRATINGER, 2007).

Uma vez que o conhecimento está fragmentado, a solução viável para possibilitar a geração de novos produtos é o estabelecimento de um ambiente de cooperação entre os diferentes atores detentores de direitos de PI na área, mediante realização de negociações visando o estabelecimento de parcerias para a geração do produto e/ou o licenciamento das tecnologias geradas, o que, evidentemente, aumenta os custos de transação do setor.

Importante ressaltar que a realização de pesquisas cooperativas sempre foi característica da área agrícola e assim deve continuar sendo também para viabilizar o surgimento de inovações biotecnológicas agrícolas no mercado. Tal situação deve ser trabalhada com bastante cuidado, pois o desenvolvimento deste ramo da ciência influencia

diretamente o futuro da humanidade, uma vez que está relacionado com a segurança alimentar dos povos.

Pois bem, dentro deste cenário, a PD&I biotecnológica aplicada à agricultura dificilmente pode ser realizada apenas no contexto interno da empresa, por meio da organização de um departamento de P&D, ou de uma unidade empresarial. Ela extravasa os limites da firma. Isto acontece porque um só agente dificilmente seria capaz de executar todas as tarefas ou de obter informações sobre todos os conhecimentos necessários para produzir novas biotecnologias e fazer com que elas efetivamente cheguem ao mercado, ou seja, completem o ciclo da inovação. A complexidade organizacional neste setor tecnológico gera a necessidade de novos modelos de organização e de gestão. E neste ponto, as parcerias, tanto pública-pública quanto pública-privada, são cada vez mais presentes e desejadas.

Não podemos nos esquecer ainda de que o processo de desenvolvimento de um novo produto ou processo transgênico, assim como outros desenvolvimentos tecnológicos, sempre envolve pesados investimentos que, por serem tipicamente irrecuperáveis (*sunk*), acabam determinando elevados custos de saída das empresas que se aventuram a investir em tecnologia. Estima-se que sejam necessários investimentos na ordem de US\$100 milhões para que um produto transgênico possa ser desenvolvido e colocado no mercado (RECH, 2010), apesar de não existirem ainda estudos confiáveis no setor para fazer esta avaliação. Um dos pontos de maior custo deste processo inovativo diz respeito aos custos para cumprimento dos marcos regulatórios relacionados à tecnologia. Deste modo, a questão da garantia de recursos financeiros nesta área é estratégica.

No caso específico do desenvolvimento de plantas transgênicas há ainda um elemento a mais a ser agregado a esta dinâmica de inovação tão complexa, que é o fato das variedades “engenheiradas”, após sua obtenção, necessitarem ainda de um processo de adaptação às diferentes condições edafo-climáticas e socioeconômicas de cada localidade onde se dará seu cultivo.

Infelizmente, o cenário atual do mercado de plantas transgênicas, seja no Brasil ou no restante do mundo, demonstra claramente que poucas organizações de pesquisa estão aptas a lidar com estes arranjos, que envolvem o estabelecimento de um processo de coordenação e gestão de PD&I altamente complexo. A maioria absoluta das inovações biotecnológicas nessa área que estão sendo pesquisadas e/ou comercializadas no Brasil foi desenvolvida fora do país e apenas estão sendo adaptadas às condições edafo-climáticas brasileiras. Tal tendência pode representar um risco para o correto atendimento dos interesses nacionais, que nem sempre serão os mesmos interesses daqueles que estão gerando as atuais inovações para o setor.

Dentro do complexo ambiente em que as inovações em plantas transgênicas ocorrem, parece claro que, tão importante quanto a capacidade técnica dos pesquisadores e a garantia de aporte de capital para pesquisas é a capacidade da empresa em adotar estratégias que trabalhem de forma eficaz a estrutura institucional na qual ela está inserida. É preciso capacidade e recursos para gerar novos conhecimentos científicos, ao mesmo tempo em que se devem integrar competências para entender e gerir os aspectos institucionais (regras do jogo) que influenciam diretamente na geração de inovações neste setor.

É dentro desta perspectiva que se realizou o presente trabalho, partindo-se da premissa de que para manter as condições de sustentabilidade e competitividade nacional dentro do Sistema de Inovação em Plantas Transgênicas, faz-se necessário que o estabelecimento de estratégias consubstanciadas em modelos de organização e de gestão da inovação de maneira a propiciar que os agentes inovativos do setor, no caso as organizações de pesquisa nacionais⁴, explorem vantagens e superem as falhas institucionais e incertezas críticas do processo inovativo dentro deste Sistema.

Conforme destaca Bin e Salles-Filho (2008), a necessidade de planejamento e gestão do processo de PD&I surge do fato de que organizações, inseridas em ambientes de pressão de seleção e com recursos limitados, estão sujeitas a um processo contínuo de tomada de decisões, sendo que se as opções de escolhas estiverem institucionalizadas o processo se torna mais seguro e eficaz.

Por entender que o processo de inovação é sempre dinâmico e intrinsecamente transformativo, o referencial teórico deste estudo foi o da literatura neoschumpeteriana, com uma abordagem evolucionista do processo de inovação na agricultura. Parte-se do princípio que a dinâmica deste processo não pode ser inteiramente compreendida sem levar em conta os aspectos institucionais, econômicos e tecnológicos direta ou indiretamente envolvidos (POSSAS et al, 1996; SALLES-FILHO, 1993).

Neste trabalho, a abordagem institucional, que busca caracterizar a estrutura global do sistema econômico e as interações entre os atores, verificando o papel das “instituições” no processo inovativo, foi complementada pela abordagem organizacional, que busca penetrar na “caixa preta” das estruturas e estratégias organizacionais para capturar os motivos que levam a empresa a inovar. Conforme Coriat e Weinstein (2002), dadas as regras do jogo pela

⁴ Empresas nacionais neste estudo devem ser entendidas como aquela de capital exclusivamente nacional, enquanto que empresas transnacionais ou multinacionais são aquelas de capital estrangeiro e que atuam globalmente.

estrutura institucional, as escolhas organizacionais e as habilidades para inovar que elas geram, conferem às firmas diferentes trajetórias e performances.

Uma organização terá melhor desempenho e, portanto, será mais competitiva, se realizar as escolhas certas. Para tanto, é primordial a compreensão da dinâmica do ambiente onde o processo inovativo ocorre, seus elementos de trajetória, falhas e tendências para, a partir daí, identificar as melhores estratégias competitivas.

Dentro deste contexto, estudos prospectivos auxiliam no planejamento para a inovação, mediante adoção de estratégias para apoiar o processo de tomada de decisão sobre os procedimentos de busca e das condições de adoção e difusão (seleção) por assimetrias.

Conforme Godet (1982 apud Lima et al, 2005, p.64), prospecção ou “*foresight*” pode ser definida como:

(...) uma abordagem de compreensão do futuro que considera a dinâmica de forças técnicas, científicas, sociais e econômicas, bem como as interações entre atores sociais envolvidos – isto é, a totalidade de variáveis que agem sobre o desempenho dos sistemas sociais, ao longo do tempo – para construir vários futuros alternativos possíveis, a partir desta análise.

Difere da abordagem da escola americana de estudos de futuro (*forecasting* ou estudos tendenciais), que utiliza dados do passado, usualmente envolvendo poucas variáveis, em uma tentativa de identificar projeções (mediante aplicação de modelos econométricos) do comportamento futuro destas variáveis (p. ex. projeção do preço da soja no mercado futuro de mercadorias).

A análise prospectiva trabalha com a inovação em seu contexto complexo e de longo prazo, onde tanto os objetivos como as soluções estão abertos a perguntas, buscando compreender os fatores externos (contexto relevante) de caráter sócio-econômico, político, científico-tecnológico e cultural para compreender o futuro.

O presente estudo, dentro de uma lógica de análise prospectiva, buscou identificar fatores-chave, elementos constitutivos e processos de alavancagem da inovação em plantas transgênicas que emergirão no futuro, identificando-se ações estratégicas que possam ser adotadas do ponto de vista institucional e organizacional para impulsionar a competitividade do processo nacional de PD&I em plantas transgênicas e garantir sua sustentabilidade no futuro.

Adota-se como recorte analítico o Sistema Setorial de Inovação, definido por Malerba (2002) como o conjunto de agentes que se inserem na geração, desenvolvimento, produção, comercialização e difusão de produtos e serviços concebidos segundo possibilidades e

condições específicas de cada setor, a partir de uma base específica de conhecimentos, tecnologias, insumos e condições de demanda.

Este trabalho foi desenvolvido com base na idéia do Sistema Setorial de Inovação em Plantas Transgênicas, onde os agentes inovativos são as organizações de pesquisa agrícola (públicas e privadas) que, a partir de uma base técnico-científica inserida em um ambiente institucional complexo, gera produtos (cultivares transgênicas) para clientes/mercado específicos.

O trabalho realizado buscou responder à pergunta “*quais as estratégias necessárias para alavancar a competitividade nacional dentro do Sistema Setorial de Inovação em Plantas Transgênicas nos próximos 12 anos?*”, levantando-se as seguintes hipóteses de trabalho:

- A dinâmica da inovação de plantas transgênicas se processa dentro de um ambiente altamente competitivo, multidisciplinar, multi-institucional, multisetorial e com alto grau de incerteza, capaz de gerar tanto oportunidades como ameaças para a competitividade e sustentabilidade das organizações de pesquisa agrícola brasileiras.
- A compreensão ampla dos fatores que integram este ambiente e das mudanças em marcha dentro do sistema, é capaz de gerar estratégias institucionais e organizacionais que, uma vez implementadas dentro de um processo de organização e gestão da inovação, poderão garantir a competitividade dos agentes inovativos dentro do setor, de modo a preservar os interesses sócio-econômicos nacionais.

O objetivo geral deste projeto foi identificar, dentro de um contexto de preservação dos interesses nacionais, ações estratégicas necessárias para garantir a sustentabilidade e competitividade das organizações nacionais de pesquisa agrícola dentro do Sistema de Inovação em Plantas Transgênicas no Brasil, que se mostra cada vez mais oligopolizado⁵ e mais exigente de investimentos e competências específicas.

Considerando a complexidade dos elementos, atores e relações que compõe a questão e o problema a ser investigado, definiu-se 5 (cinco) etapas para execução da pesquisa:

⁵ Conforme ensina Vaz (1993), o oligopólio traduz uma estrutura do mercado caracterizada pela existência de reduzido número de produtores e vendedores produzindo bens definidos como substitutos próximos entre si.

1. revisão da literatura teórica, delimitação e fundamentação das categorias analíticas que se mostraram mais expressivas na apreciação e caracterização objetiva do Sistema Setorial de Inovação em Plantas Transgênicas;
2. revisão da literatura setorial, levantamento de dados e realização de entrevistas qualitativas junto aos atores estratégicos do sistema;
3. organização, sistematização e análise dos dados e informações;
4. elaboração dos estudos prospectivos para a identificação de cenários e incertezas críticas;
5. conclusões sobre a questão da pesquisa e proposição de diretrizes e ações estratégicas a serem adotadas pelos agentes inovativos.

Três categorias analíticas foram identificadas para a elaboração do estudo prospectivo: (i) ambiente institucional onde a inovação em plantas transgênicas ocorre; (ii) atores estratégicos, estrutura concorrencial do setor e condições da demanda (iii) base técnico-científica que compõe o sistema, sendo que para cada uma destas três categorias analíticas, foi realizada a análise SWOT⁶ (pontos fortes, fracos, incertezas e oportunidades) de seus elementos, estimando-se as incertezas críticas quanto ao desempenho futuro de cada uma destas dimensões. A partir desta análise, buscou-se entender a organização e os gargalos do Sistema de Inovação em Plantas Transgênicas no Brasil e sua dinâmica setorial para, então, construir cenários futuros possíveis e, em seguida, definir estratégias e ações capazes de garantir a competitividade das organizações de pesquisa agrícola nacionais neste setor, bem como a preservação dos interesses da sociedade brasileira.

Cabe aqui ressaltar a importância da União Européia como ator relevante no processo de desenvolvimento desta tecnologia, tendo impacto direto no ritmo e no tipo de inovação a ser desenvolvida, seja através de sua influência no contexto das discussões internacionais sobre o tema, seja como importante *player* no comércio internacional de *commodities* agrícolas (por exemplo, no caso da soja, a Europa é o segundo maior mercado importador da produção nacional (SILVEIRA; OLIVEIRA, 2010)).

Visando analisar melhor a forma como este assunto vem sendo tratado pelos países membros da União Européia, durante a fase de execução deste projeto, foram realizados

⁶ A sigla SWOT vem do idioma inglês, para indicar as Forças (*Strengths*), Fraquezas (*Weaknesses*), Oportunidades (*Opportunities*) e Ameaças (*Threats*) de um determinado conjunto analisado. Este tipo de análise constitui uma ferramenta muito útil em estudos prospectivos, gerando referências para gestão e planejamento estratégico, visto que seu objetivo é definir estratégias para manter pontos fortes, reduzir a intensidade de pontos fracos, aproveitando oportunidades e construindo proteções às ameaças enfrentadas pelas organizações.

trabalhos de pesquisa, na forma de doutorado-sanduíche, junto ao Escritório de Contratos e Propriedade Intelectual de Rothamsted Research Lda., localizada em Harpenden, na Inglaterra, sob orientação do Dr. Richard Nugent, chefe daquele Escritório. Rothamsted Research Lda. é uma organização financiada pelo governo inglês, sendo a instituição de pesquisa agrícola mais antiga da Europa e que vem desenvolvendo vários trabalhos inovadores com o objetivo de gerar novas plantas transgênicas.

Este trabalho foi essencial para o correto entendimento de como a questão das plantas transgênicas vem sendo tratada pela União Européia, tanto do ponto de vista legal, como político, científico e social, considerando seus eventuais impactos na competitividade brasileira. Além disso, a atuação dentro de um instituto de pesquisa europeu com potencial para se tornar um ator com relevância estratégica dentro do mercado mundial de plantas transgênicas contribuiu sobremaneira para a consolidação e validação de vários dos dados coletados no Brasil, especialmente do ponto de vista de formação de estratégias para o ciclo de desenvolvimento dos produtos transgênicos.

Pois bem, o **Capítulo 1** deste trabalho tem como tema a definição do marco conceitual deste estudo. Ele analisa os principais conceitos relacionados à compreensão de um sistema setorial de inovação a partir da literatura evolucionista neoschumpeteriana, caracterizando o Sistema Setorial de Inovação em Plantas Transgênicas, marco conceitual adotado. Em seguida, são apresentadas as características próprias do processo inovativo em biotecnologia agrícola, em especial plantas transgênicas, visando caracterizar o ciclo de inovação das plantas transgênicas e seus elementos chaves, que são afetados pelas categorias analíticas adotadas neste estudo (ambiente institucional, estrutura concorrencial e base científico-tecnológica).

Já o **Capítulo 2** apresenta a trajetória institucional-normativa do setor, com foco nas políticas públicas para o desenvolvimento da biotecnologia no Brasil, os principais marcos regulatórios relacionados às inovações nesta área (biossegurança, propriedade intelectual e acesso aos recursos genéticos), bem como o contexto internacional no qual o tema está inserido, buscando identificar as ameaças, pontos fracos, pontos fortes e oportunidades gerados por este ambiente institucional que devem ser levados em conta no processo de tomada de decisão das empresas que atuam neste mercado.

O **Capítulo 3** se dedica ao estudo da estrutura concorrencial deste Setor. São identificados os atores estratégicos que atuam no Sistema de Inovação de Plantas Transgênicas no Brasil, suas principais trajetórias tecnológicas e estratégias competitivas, bem como são analisados os arranjos cooperativos entre estes atores estratégicos setor que

dão contorno ao ambiente concorrencial. Tendo em vista os aspectos polêmicos ligados à adoção de plantas transgênicas, o mercado consumidor (clientes) tem forte influência no modo de ação dos atores estratégicos deste Sistema, e, portanto, na estrutura concorrencial, sendo a questão da percepção pública sobre essa tecnologia também analisada neste Capítulo. Em seguida foi realizada a análise SWOT desta categoria analítica, visando estabelecer fatores críticos de desempenho dentro do Sistema.

No **Capítulo 4** são realizadas análises relativas à formação e capacitação de recursos humanos para atuar na área de forma a superar os desafios técnico-científicos do setor. Buscou-se identificar as demandas tecnológicas do setor e perspectivas de futuro da tecnologia. A partir da análise de dados sobre a formação atual de recursos humanos no Brasil, buscou-se identificar quais os desafios a serem vencidos para viabilizar a oferta adequada de pessoal para atendimento destas demandas tecnológicas, encerrando-se o Capítulo com a análise SWOT.

Por fim, o **Capítulo 5** deste estudo apresenta uma análise prospectiva destas três categorias analíticas: *(i)* ambiente institucional-normativo, *(ii)* ambiente concorrencial e *(iii)* capacidade técnico-científica, mediante geração de três cenários⁷ para o comportamento estimado do conjunto dos fatores críticos de desempenho dentro destas categorias analíticas. A partir destes cenários futuros, foram identificadas diretrizes e ações estratégicas a serem adotadas visando garantir a sustentabilidade e competitividade destas organizações nacionais de pesquisa agrícola dentro do Sistema de Inovação em Plantas Transgênicas, e, desta forma, garantir a defesa dos interesses do país em relação ao uso desta tecnologia

As conclusões mostram que o ambiente institucional atual e a estrutura concorrencial própria deste setor não excluem o risco de submissão do Sistema de Inovação em Plantas Transgênicas aos interesses das grandes corporações multinacionais. Incertezas críticas do processo, como as dificuldades de transposição das políticas setoriais para desenvolvimento desta tecnologia do plano estratégico (nível macro) para o plano tático-operacional (nível micro); a falta de coordenação na aplicação dos recursos disponíveis; os desajustes em alguns marcos regulatórios importantes para o setor (por exemplo, o de acesso aos recursos genéticos e de biossegurança); a indevida valorização institucional e organizacional da questão do manejo responsável da tecnologia; a falta de um posicionamento consistente do país contra o uso de acordos e tratados internacionais para levantar barreiras não-tarifárias ao comércio mundial da tecnologia; a estrutura concorrencial oligopolizada deste mercado, as incertezas

⁷ Segundo Godet (1993), dois ou três cenários podem agrupar até 80% das possibilidades do futuro sobre um determinado sistema.

quanto à capacidade da Embrapa em se manter como ator estratégico dentro deste Sistema; as lacunas entre a oferta e a demanda de pessoal qualificado para vencer os desafios técnico-científicos do setor, são elementos que exigem mudanças institucionais e organizacionais robustas em relação às estratégias adotadas até o momento pelo Governo para garantir a sustentabilidade e competitividade nacional dentro do Sistema de Inovação em Plantas Transgênicas.

Somente com a superação destas incertezas críticas e a adoção de ações estratégicas para viabilizar a conexão entre o ambiente institucional e o ambiente organizacional, capaz de criar rotinas e métodos aptos a identificar “o quê”, “como” e “quando” fazer algo de novo nesta área é que será possível vencer esse desafio, viabilizando, desta forma, o correto atendimento dos interesses nacionais.

Espera-se que as informações produzidas neste trabalho sirvam como apoio à tomada de decisão para ações públicas e privadas de curto, médio e longo prazo no país em relação ao processo de inovação em plantas transgênicas e, desta forma, tornar mais factível que se atinja os objetivos das políticas públicas nesta área. Isto trará vantagens competitivas não somente para a agricultura nacional, como também para o desenvolvimento da ciência e alcance do desenvolvimento econômico-social brasileiro como um todo.

CAPÍTULO 1 – SISTEMA DE INOVAÇÃO EM PLANTAS TRANSGÊNICAS NO BRASIL: MARCO CONCEITUAL E DINÂMICA DA INOVAÇÃO NESTE SETOR

1.1 – INTRODUÇÃO

Este Capítulo analisa os principais conceitos e as trajetórias relacionadas à produção e apropriação social do conhecimento na área da biotecnologia agrícola, em especial plantas transgênicas, com o objetivo de identificar, do ponto de vista conceitual e metodológico, suas especificidades e implicações para o planejamento e gestão deste processo pelas organizações de pesquisa.

A abordagem metodológica para este estudo é a evolucionista, explorando o processo de inovação em plantas transgênicas como um processo dinâmico, intencional, irreversível, cumulativo e incerto a partir do qual se dá a produção e a apropriação do conhecimento, assim como os mecanismos de coordenação necessários para sua execução.

No que tange à construção do marco conceitual deste trabalho, levou-se em consideração as proposições de Trigueiro (2004), segundo o qual um marco conceitual para abordagem de estudos prospectivos em organismos geneticamente modificados deve prover um quadro que dê conta das inúmeras conexões entre as diferentes dimensões e aspectos que compõem a problemática em questão. Assim, foi preciso construir um modelo que integrasse as diferentes dimensões de análise prospectiva sob exame, visando “*dispor de um quadro analítico adequado para tratar do fenômeno em suas múltiplas articulações, sem deixar de examinar as necessárias especificidades de cada dimensão e sem perder a visão de conjunto, capaz de um entendimento mais abrangente da realidade*” (TRIGUEIRO, 2004, p.44).

A partir de um enfoque sistêmico e dos conceitos e metodologias pertinentes à realização de estudos prospectivos, elaborou-se um marco conceitual específico para estudar o comportamento e o desempenho atual e futuro do Sistema Setorial de Inovação em Plantas Transgênicas no Brasil.

Para cumprir o objetivo de delineamento deste referencial teórico, o Capítulo foi organizado em 2 seções. Na primeira são apresentados conceitos fundamentais teóricos que orientaram a realização deste trabalho a partir da idéia de sistemas setoriais de inovação. Em seguida, são apresentadas as principais características da dinâmica do processo de inovação

em plantas transgênicas, partindo-se da visão geral do processo na agricultura para focar neste novo segmento inovativo e na caracterização do Sistema Setorial de Inovação em Plantas Transgênicas (SIPT).

1.2 – CONCEITOS FUNDAMENTAIS DO SISTEMA DE INOVAÇÃO EM PLANTAS TRANSGÊNICAS

Uma inovação tecnológica não resulta apenas do trabalho de pesquisa e desenvolvimento, sendo que o entendimento sobre como ocorrem, nas organizações, os processos que culminam na introdução ou adoção de inovações não é claro.

Para Schumpeter (1942), em uma economia competitiva como a capitalista, a concorrência entre os agentes econômicos é um processo que os incentiva a buscarem um comportamento diferente dos seus concorrentes, levando ao surgimento das inovações. Estas, portanto, são o resultado de um estímulo individual do agente econômico na busca do lucro. O surgimento das inovações é uma coisa inerente ao sistema capitalista, sendo que as inovações surgem da busca permanente de lucros extraordinários, mediante a obtenção de vantagens competitivas entre os agentes (empresas), que procuram se diferenciar nas mais variadas dimensões do processo competitivo. A inovação é o meio para atingir o fim, qual seja, o lucro extraordinário. Inovação, no sentido amplo schumpeteriano, envolve toda e qualquer criação de novos espaços econômicos (novos produtos e processos, novas formas de organização da produção e dos mercados, novas fontes de matérias primas, novos mercados), sendo que elas podem ser bem ou mal sucedidas.

Schumpeter vê, então, o sistema capitalista como dinâmico e intrinsecamente transformativo, sendo que a transformação ocorre mediante o surgimento das inovações, como característica endógena do sistema. O surgimento das inovações é o que garante a geração do sobrelucro, pois, do contrário, se houver homogeneidade nas formas de produção ao longo do tempo, o lucro tenderá a zero. Para reverter esta tendência, a criação de assimetrias em relação aos demais agentes econômicos (mediante o surgimento de inovações no processo produtivo), permite ao inovador se apropriar de um sobrelucro, por um determinado período de tempo. Se a geração de assimetrias não continuar ocorrendo, este sobrelucro será perdido ao longo do tempo.

Este pensamento schumpeteriano foi aperfeiçoado depois, principalmente pelos economistas Nelson e Winter (1982), que afirmaram que a simples geração de assimetrias (inovações) pelo agente econômico não garante a apropriação de sobrelucro pelo mesmo.

Mediante um enfoque evolucionário de analogia entre biologia e economia, os dois identificaram dois momentos distintos neste processo de busca do sobrelucro. O primeiro momento é o da própria geração de assimetrias pelo agente econômico (busca), mas há ainda um segundo momento, no qual essas assimetrias serão selecionadas pelo mercado (seleção). Dentro deste processo de busca e seleção de assimetrias (análogo ao processo biológico), a economia evolui. A abordagem evolucionista de Nelson & Winter identificou as empresas como as unidades de busca e o mercado como a unidade de seleção.

É importante esclarecer que o processo evolutivo biológico não é exatamente, fielmente reproduzido no processo evolutivo social (organizações, p. ex., empresas). Isto porque na evolução social há a presença da intencionalidade, ao contrário do que ocorre na biologia, onde o processo é aleatório. Esta intencionalidade se mostra na busca de respostas à pressão de seleção do meio ambiente, o que confere maior probabilidade de sucesso a essas respostas.

Entretanto, o componente evolutivo está também presente no processo social e isto não se pode ignorar, pois mesmo com a presença da intencionalidade na busca de respostas, tal intencionalidade é sempre permeada pela incerteza da resposta que será obtida.

Assim, o processo inovativo sempre será caracterizado por um ambiente de incerteza, no qual as condições e os resultados não são conhecidos de antemão. Além disso, este processo é mais ou menos dependente do aprendizado e de capacidades tecnológicas individuais e coletivas, como demonstrou o economista Giovanni Dosi (1984).

Dosi formulou os conceitos de paradigma e trajetórias tecnológicas, a partir da constatação de que a tecnologia é um conjunto teórico e prático de partes do conhecimento, que envolve “*know how*”, métodos, procedimentos, experiências de sucesso e de fracasso e, claro, dispositivos e equipamentos, sendo possível identificar outras alternativas atuais e outros desenvolvimentos para a tecnologia. Um “paradigma tecnológico” será então, “*um modelo e um padrão de solução para problemas tecnológicos específicos, baseado em determinados princípios, que são derivados das ciências naturais e em determinadas tecnologias materiais.*” (DOSI, 1984, p.14). Um paradigma condiciona radicalmente a visão do problema.

O conceito de “paradigma tecnológico” de Dosi está inspirado no conceito de “paradigma científico”, formulado pelo físico T. Kuhn (1962), definido como a visão predominante para se formular e encaminhar soluções de determinados conjuntos de problemas. No início, há apenas a promessa de que tais soluções serão alcançadas da maneira como o paradigma propõe. A realização desta promessa é o que se denomina “ciência

normal”. Da mesma forma, uma “trajetória tecnológica” representa o modo e os padrões normais pelos quais o paradigma tecnológico evolui. É em torno destas trajetórias que se dão os esforços de desenvolvimento tecnológico.

Para Dosi, os “paradigmas tecnológicos” contêm diferentes “trajetórias tecnológicas”, que definem as direções prováveis do progresso técnico e respectivas fronteiras, implicando em uma escolha dentro de um conjunto limitado de alternativas. Esta escolha é influenciada por questões técnicas, econômicas, sociais e institucionais. Uma vez feita a escolha de determinada alternativa, esta passa a ter um movimento próprio, que imprime uma preferência na elaboração e solução de problemas ligados à tecnologia. Assim, uma “trajetória tecnológica” representa uma sucessão de “*trade offs*” entre as variáveis tecnológicas que o paradigma apresenta.

Novos “paradigmas tecnológicos” surgem a partir do esgotamento do paradigma anterior, ou seja, quando eles começam a gerar mais problemas que soluções. De maneira dialética, é justamente o sucesso do paradigma, com a exploração de todas as suas alternativas, que leva à sua extinção.

Outro trabalho fundamental para o entendimento do processo inovativo dentro de uma abordagem evolucionista e institucionalista da economia foi o desenvolvido por David Teece (1986), que combinou aspectos de economia organizacional, estratégia de negócios, tecnologia e inovação para mostrar quem realmente lucra com a inovação, analisando três fatores que, em sua visão, determinam a distribuição de lucros: (i) regime de apropriabilidade, (ii) estágio do *design* dominante e (iii) acesso a ativos complementares. Dependendo do arranjo destes três fatores, os lucros da inovação poderão ir para o inovador, para o imitador ou para o proprietário dos ativos complementares necessários para efetivar a comercialização da tecnologia inovadora.

Em relação ao regime de apropriabilidade, para Teece a dimensão mais importante é a natureza da tecnologia (se tácita ou codificada) e o regime legal de proteção intelectual (tanto em termos de proteção como de *enforcement*). Se a natureza da tecnologia for tácita e/ou o regime legal de PI for eficaz, o regime de apropriabilidade é mais forte, e, na lógica inversa, será mais fraco na presença de conhecimentos codificáveis e/ou regime legal de PI ineficaz. Teece ressalta que os regimes de apropriabilidade variam de acordo com a indústria e até mesmo dentro delas.

Em relação do estágio do *design* dominante, Teece destaca que ele pode ser pré-paradigmático ou paradigmático (uma forma de pensar e responder o problema já se consolidou totalmente). Quando a inovação ocorre em estágios pré-paradigmáticos, onde o

design ainda não se tornou dominante, e ela é facilmente imitável, há grandes chances de um imitador entrar no mercado, se apropriar de investimentos já feitos pelo inovador e ele mesmo estabelecer um *design* dominante do produto, lucrando mais com a inovação do que o inovador propriamente dito.

Mas é na questão do acesso aos ativos complementares que Teece mais contribuiu para o entendimento do processo de obtenção de lucros mediante a inovação. Para Teece, ativos complementares são aqueles elementos necessários para a exploração comercial da inovação, ligados à manufatura, distribuição e marketing. Podem ser de três tipos: genéricos (ativos que não precisam ser construídos para a inovação em questão), especializados (há uma dependência unilateral entre o ativo e a inovação) ou co-especializados (há uma dependência bilateral entre ambos). Os ativos complementares genéricos não são um problema para o inovador, pois ele tem outras opções no mercado, caso seus fornecedores atuais não lhe satisfaçam. Já o acesso a ativos complementares especializados ou co-especializados podem ser um problema, pois envolvem custos de transação.

Conforme destaca Mello (2007), Teece combina o regime de apropriabilidade e o acesso a ativos complementares para identificar as melhores alternativas estratégicas para as firmas envolvidas no processo inovativo: se devem integrar suas atividades ou contratar no mercado. Ele deixa claro que os resultados são incertos, pois mesmo que a firma adote a melhor estratégia, outros participantes podem levar a maior parte dos lucros com a inovação.

Teece mergulha na compreensão do papel das decisões organizacionais da firma dentro do processo de inovação e mostra como isso influencia na questão de quem vai lucrar com a inovação: se o inovador, se o imitador ou se o detentor de ativos complementares essenciais à inovação. Ele mostra que, para lucrar com a inovação, o inovador deve fazer a gestão das questões de quais atividades devem ser organizadas dentro da firma e quais devem ser coordenadas dentro do mercado. Conforme destaca Chesbrough et al (2006), as empresas que fizerem as melhores escolhas, gerenciando riscos, fazendo investimentos e tendo acesso aos ativos complementares específicos, gerenciando-os eficazmente, certamente estarão melhor posicionadas para lucrar com suas atividades inovativas e foi essa a mensagem que Teece passou com este trabalho.

O fato é que as idéias de Teece devem ser levadas em consideração pelos administradores das organizações ao elaborarem suas estratégias visando obter os melhores lucros dos investimentos feitos por elas no processo de inovação. Muito embora o contexto da inovação tenha mudado radicalmente nos últimos 25 anos, as idéias deste autor são ainda hoje altamente relevantes. E no caso específico do processo inovativo em plantas transgênicas, a

questão dos ativos complementares, principalmente acesso ao mercado produtor de sementes e de distribuição, é vital para o sucesso ou não do inovador, conforme veremos ao longo deste trabalho.

Como vimos anteriormente, as inovações surgem dentro do processo de busca por assimetrias que levam ao sobrelucro para o agente econômico, sendo que é o mercado quem seleciona quais destas assimetrias serão adotadas ou não. Este processo de busca e seleção ocorre em um ambiente com variáveis múltiplas, complexas e que atuam sob intenso regime de incerteza. Dentro deste ambiente se configuram as trajetórias tecnológicas, selecionadas pelo paradigma tecnológico adotado, que estabelecem certas regularidades no processo inovativo. Mas este ambiente é sujeito a mudanças, que levam ao progresso técnico e tecnológico da sociedade.

Para a economia neoclássica, este progresso técnico e tecnológico é visto como um fator exógeno, resultante do estado do conhecimento, representado por funções de produção. Não se aprofunda na compreensão dos motivos da dinâmica da inovação. Para preencher esta lacuna, a doutrina econômica neoshumpeteriana e evolucionista desenvolveu duas abordagens para o processo inovativo: (i) abordagem organizacional e a (ii) abordagem institucional.

A abordagem organizacional tem suas origens em Schumpeter, como visto anteriormente, sendo que nesta abordagem, as estratégias e estruturas das empresas são o coração do regime de inovação. O papel chave representado pelas firmas na dinâmica da inovação se deve ao fato de que elas são capazes de criar, através de suas escolhas (que são condicionadas pelas trajetórias tecnológicas existentes), “capacidades organizacionais” (CHANDLER, 1992), as quais são a fonte de uma vantagem competitiva.

Coriat e Weinstein (2002) alertam para o fato de que essa abordagem pode levar ao erro de tratar a firma como um sistema quase fechado, produzindo ela mesma as condições de sua dinâmica, reconhecendo inovação tecnológica e organizacional como sendo resultado de processos internos apenas.

Mas há determinantes externos a este processo inovativo que não podem ser esquecidos, como o sistema legal e social, governança corporativa, características dos direitos de propriedade intelectual e normas que regem o sistema científico, por exemplo, que configuram o chamado ambiente institucional.

Na abordagem institucional, as “instituições” podem ser definidas como um conjunto de regras formais e informais que condicionam o meio ambiente. As instituições são as “regras do jogo na sociedade” (NORTH, 1990). Inclui o sistema legal, assim como as regras, hábitos e costumes que definem padrões de convivência e interação humana. Essas regras são

requeridas e aceitas pelos indivíduos porque reduzem as incertezas. As instituições criam “regras” sobre as quais os agentes podem mais facilmente e eficientemente se comportar, sendo que tais regras podem também se transformam em “recursos” para os agentes, que podem usá-los para traçar suas estratégias e atingir seus objetivos. Elas determinam o modo como informação, conhecimento e interesses são coordenados dentro da firma, na geração de inovação. As instituições são elementos cruciais no processo inovativo, produtivo e comercial, podendo tanto estimular como retardar o progresso técnico.

É preciso ressaltar que o agente econômico está inserido em um ambiente técnico-econômico e concorrencial em constante mutação, que lhe causa constantes tensões, sendo preciso continuamente decidir entre explorar novas oportunidades, prejudicando até mesmo antigas capacidades operacionais e organizacionais. Tal ambiente inclui forças macro-institucionais, como, por exemplo, tratados internacionais sobre biossegurança e propriedade intelectual, meso-institucionais, como, por exemplo, as políticas industriais do país e micro-institucionais – no nível das instituições de pesquisa e das empresas.

Coriat e Weinstein (2002) entendem que, longe de serem opostas, estas duas abordagens são complementares. A teoria organizacional nos capacita a compreender como e porque, dentro de determinadas regras institucionais, algumas firmas, de acordo com o modo como elas gerenciam informação e conhecimento (geração interna ou externa) são mais inovativas que outras. Dadas as regras do jogo pela estrutura institucional, as escolhas organizacionais e as habilidades para inovar que elas geram, conferem às firmas diferentes trajetórias e performances.

Dentro deste contexto, uma visão do processo inovativo seguindo uma lógica linear de sucessão de fatos, onde uns geram, outros transferem e muitos adotam, não é apropriada⁸. Entende-se que o processo inovativo está inserido dentro do “modelo *chain-linked*”, desenvolvido por Kline e Rosenberg (1986) e que explica tal processo tanto por meio das interações que ocorrem no ambiente interno das organizações inovadoras (na qual cada etapa do modelo linear influencia e é influenciada pelas demais), como também por meio daquelas que ocorrem entre as organizações e o corpo existente de conhecimento e pesquisa no qual ela está inserida. A criação, difusão e uso de tecnologias ocorre num contexto muito mais complexo, envolvendo processos de aprendizagem, compartilhamento de conhecimento,

⁸ .Essa visão linear segue a lógica positivista dominante durante a Revolução Industrial, que tinha uma visão mecânica do mundo, sendo que dentro desta lógica, a interação entre os atores do sistema não é necessária. Esta visão linear da PD&I foi fortemente inspirada nas premissas do relatório *Science, the Endless Frontier* (BUSH, 1945).

políticas e mecanismos de interação e de *feedbacks*, tanto com o ambiente interno como com o externo.

Certo é que o ambiente institucional influencia diretamente no desenvolvimento de uma tecnologia e a correta compreensão deste ambiente é fundamental para conferir às organizações condições de competir dentro daquele mercado específico.

Porém, mesmo quando estas questões são bem trabalhadas dentro de um sistema de governança institucional, isso não garante o sucesso da inovação para os agentes econômicos envolvidos. Dentro dessa perspectiva, torna-se vital criar elementos de diferenciação do ponto de vista das rotinas organizacionais e de estratégias empresariais no sentido de valorizar e preservar o ativo (TEECE, 2000). A adoção de políticas de gestão de PD&I que realizem a conexão entre as estratégias de busca e as possibilidades das condições de seleção, criando rotinas e métodos capazes de identificar o quê, como e quando realizar uma inovação é o meio para atingir tal objetivo.

Dentro deste contexto, estudos prospectivos auxiliam no planejamento para a inovação, mediante adoção de estratégias para apoiar o processo de tomada de decisão sobre os procedimentos de busca e das condições de adoção e difusão (seleção) por assimetrias, estratégias essas que podem ser traçadas tanto no nível macro, como meso e micro institucional.

Neste tipo de análise são identificados futuros abertos a múltiplas possibilidades e com alto grau de incerteza (“onde poderemos chegar?”). Após a identificação deste leque de possibilidades de futuros alternativos é possível traçar estratégias de planejamento para se atingir o futuro desejado, em uma dimensão normativa (“onde queremos chegar?”), ou seja:

Situação que se quer alcançar em um dado horizonte de tempo por meio da orquestração dos fatores externos mais favoráveis à empresa e, ao mesmo tempo, do manejo dos fatores internos capazes de capturar as oportunidades do ambiente externo e de influenciá-lo, produzindo um círculo virtuoso de interações positivas mútuas. (EMBRAPA, 2008)

Salles-Filho et al. (2004, p.325), ao escreverem sobre o exercício de *foresight*, ressaltam que:

O desenvolvimento técnico-científico depende de escolhas feitas pelos atores no presente, isto é, não está determinado apenas por alguma lógica intrínseca, nem acontece de maneira independente e aleatória. Em outras palavras, há trajetórias que dão direção às mudanças. A abordagem proposta prevê a “construção” interativa do futuro em uma sucessão de visões e interpretações desse futuro que podem ser paulatinamente aperfeiçoadas, com a participação de representantes das diferentes categorias envolvidas, de modo a tentar antecipar-se aos avanços e influenciar na orientação das trajetórias identificadas, o que significa lançar-se à frente e garantir a excelência das decisões e, por extensão, de seus resultados.

Existem diferentes técnicas que podem ser utilizadas para compor a metodologia de estudos prospectivos: (i) Delphi; (ii) cenários; (iii) painéis de atores (plataformas); (iv) extrapolação de séries temporais; (v) modelos de simulação dinâmica; (vi) análise morfológica; (vii) métodos multicritérios; (viii) mineração de dados ou textual; (ix) evolução de mapas de conhecimento e (x) monitoramento tecnológico (ZACKIEWICZ et al, 2005)

Por entender que a prospecção é um exercício multidimensional, estas técnicas podem e devem ser combinadas nos estudos prospectivos sempre que possível.

O presente estudo, dentro de uma lógica de análise prospectiva, buscou identificar as incertezas críticas em relação ao futuro do processo de inovação em plantas transgênicas no Brasil, identificando-se ações estratégicas que possam ser adotadas para não somente garantir, mas também impulsionar a competitividade nacional nesta área. O horizonte futuro considerado foi o ano de 2023, ano em que a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), organização-chave do setor, completará 50 anos de existência.

Para a realização do trabalho foram utilizadas, além de técnicas de “*data mining*” e entrevistas com atores chave, a metodologia de construção de cenários alternativos. Isto porque, no contexto setorial de inovação (no caso o mercado de pesquisa em plantas transgênicas), a perspectiva de cenários é estratégica para direcionar políticas institucionais e organizacionais de antecipação às mudanças.

Importante ressaltar aqui que as ferramentas de prospecção indicadas por Godet (1993) envolvem métodos coletivos de exploração de cenários e definição de estratégias. Entretanto, devido aos recursos e possibilidades desta pesquisa, a metodologia e as ferramentas deste estudo prospectivo foram adaptadas⁹. Neste trabalho, portanto, a pesquisa e análise prospectiva foram realizadas dentro da perspectiva analítica e intuitiva da autora, o que não impede que a mesma seja usada futuramente como base para uma reflexão ampliada com atores, pesquisadores e especialistas sobre o tema.

Pois bem, para a construção do marco conceitual deste trabalho, utilizou-se da abordagem dos Sistemas Setoriais de Inovação e Produção, desenvolvida por Malerba (2002, p. 247). Estes são definidos como:

(...) conjunto de produtos, novos e estabelecidos, relacionados a um conjunto de agentes de mercado e não mercado interagindo para criar, produzir e distribuir estes produtos. Entre os agentes e os produtos, os sistemas setoriais possuem uma base de conhecimentos, tecnologias, inputs e demandas. Os agentes são individualizados e as organizações possuem vários níveis de agregação com processos específicos de

⁹ De maneira similar a outros trabalhos de tese encontrados na literatura disponível.

aprendizagem, competências, estrutura organizacional, crenças, objetivos e comportamentos. As interações ocorrem em processos de comunicação, mudança, cooperação, competição e comando enquadrados por instituições. E na mudança e transformação os elementos setoriais encontram processos de co-evolução.

Este conceito provê uma visão multinivelada, integrada e dinâmica do setor objeto de estudo, no nosso caso, o mercado de pesquisa em plantas transgênicas, permitindo uma melhor compreensão da sua estrutura, seus agentes e suas interações, seus processos de aprendizagem, inovação e produção, as transformações do setor e dos fatores que são a base do diferencial competitivo das organizações e países no setor, podendo ser considerado um recorte institucional e tecnológico do sistema econômico ao mesmo tempo¹⁰.

Para Malerba (2002), um Sistema Setorial de Inovação enfatiza a estrutura do sistema em termos de produtos, agentes, conhecimentos e tecnologias e na sua dinâmica e transformação através do ambiente institucional, podendo ser mais amplo ou restrito, dependendo do objetivo específico da pesquisa.

Deste modo, no presente estudo, adota-se o marco conceitual de Sistema Setorial de Inovação em Plantas Transgênicas (SIPT), sendo que os elementos básicos de sua composição são apresentados no Quadro 1.1.

Quadro 1.1: Composição do Sistema Setorial de Inovação em Plantas Transgênicas

| | |
|--|---|
| Produto | <u>Cultivares Transgênicas</u> : resistência a insetos, resistência a fungos e bactérias, resistência a nematóides, tolerância a herbicidas, melhor composição nutricional, resistência a vírus, tolerância a “stress” abióticos, aumentos de eficiência energética, aumento da eficiência de processos fisiológicos, aumento da produtividade, biofábricas (ou bioreatores) para produção de matérias-primas industriais (fármacos, fibras e outros) |
| Agentes Setoriais 1. Atores Estratégicos 2. Atores com relevância estratégica | 1 – Monsanto, Du Pont – Pioneer, Basf, Syngenta, Bayer, Dow Agrosiences e Embrapa 2 – universidades e institutos de pesquisa, empresas de melhoramento vegetal (Coodetec, Tropical Melhoramento Genético, Fundação Mato Grosso, entre outras) |
| Estrutura Concorrencial | 1- Consórcios de pesquisa, acordos de prestação de |

¹⁰ O conceito de Sistema de Inovação definido por Metcalfe (apud OCDE 1999) provê apenas o recorte institucional do sistema econômico. Segundo Metcalfe, Sistema de Inovação seria o conjunto de distintas instituições que conjuntamente e individualmente contribuem para o desenvolvimento e a difusão de novas tecnologias e que define o arcabouço com o qual governos estruturam e implementam políticas para influenciar o processo de inovação. Ele é um conceito útil para se analisar as relações e configurações de atores, papel do Estado e das políticas e articulação público-privada em espaços de mercado e não-mercado do processo de inovação, mas trabalha apenas a perspectiva institucional, deixando de fora a abordagem organizacional igualmente relevante para o tema.

| | |
|---|---|
| <ol style="list-style-type: none"> 1. Arranjos Colaborativos 2. Concentração econômica do setor 3. Condições da demanda | <p>serviços, acordos para inovação aberta (<i>open innovation</i>), acordos pra validação de produtos, acordos de licenciamento de genes, entre outros.</p> <p>2- Mercado oligopolizado, com participação de poucas empresas, seja no desenvolvimento dos transgênicos, seja no setor de produção e comercialização de sementes e mudas no Brasil. Elevadas barreiras à entrada de novos concorrentes.</p> <p>3 - Percepção pública dos benefícios e segurança dos produtos transgênicos por parte da <i>stakeholders</i> envolvidos na cadeia produtiva</p> |
| <p>Base Técnico-Científica</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Capacidade Técnico-científica 2. Suporte Técnico-Operacional | <p>1- Profissionais qualificados para a realização das atividades de PD&I de plantas transgênicas, caracterizadas por estarem na fronteira do conhecimento, tanto na área técnica (melhoramento vegetal, bioinformática, metagenômica, proteômica, genômica, entre outras), como na área dita não técnica (advogados, economistas, empreendedores, entre outros)</p> <p>2- Existência de laboratórios, equipamentos e infraestrutura adequadas; plataformas de apoio às inovações na área; infra-estruturas públicas e privadas para certificação de produtos e processos</p> |
| <p>Ambiente Institucional</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Políticas Públicas 2. Marcos Regulatórios 3. Contexto Internacional | <p>1- Política de Desenvolvimento Produtivo – PDP; Política de Desenvolvimento da Biotecnologia – PDB; Fundo Setorial CT-Biotec; Fórum de Biotecnologia</p> <p>2- Legislação de Biossegurança, Legislação de Acesso aos Recursos Genéticos, Legislação de Propriedade Intelectual, estabelecimento de normas, padrões e controles para segregação e rastreabilidade de OGMs (“<i>stewardship</i>”)</p> <p>3 – Acordos Internacionais ligados ao tema (Convenção da Diversidade Biológica, Protocolo de Cartagena e Protocolo Suplementar de Responsabilidade e Reparação, <i>Codex Alimentarius</i>, TRIPs, Tratado da FAO, entre outros), atuação das grandes empresas multinacionais em nível global; barreiras comerciais, fontes de cooperação internacionais (FAO, CGIAR, Banco Mundial, entre outros), posição da União Européia em relação à tecnologia.</p> |
| <p>Clientes/Mercado</p> | <p>Pequenos; médios e grandes agricultores, agroindústria, redes de varejo, consumidores, agricultura com alto valor agregado (por exemplo, produção de biofármacos), entre outros.</p> |

Fonte: Elaboração Própria

Assim, o Sistema de Inovação em Plantas Transgênicas tem como principal produto a geração de novas cultivares transgênicas para adoção pelo mercado (agricultores, consumidores, agroindústria, redes de varejo), sendo agentes do sistema as organizações de

pesquisa públicas ou privadas que desenvolvem estes produtos a partir de uma base de conhecimentos e tecnologias disponíveis e atuando dentro de um ambiente concorrencial e institucional com contornos definidos pelas políticas públicas, marcos regulatórios, percepção pública da sociedade e contexto internacional com relação ao desenvolvimento dos produtos deste Sistema, conforme se pode observar na Figura 1.1.

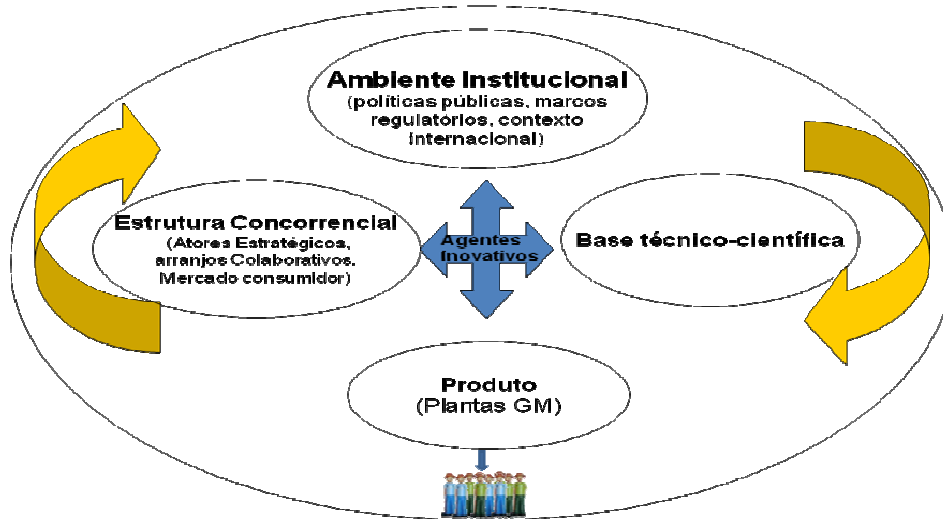


Figura 1.1: Marco Conceitual do Sistema Setorial de Inovação em Plantas Transgênicas

Dentro desta perspectiva, o entendimento da dinâmica da inovação no setor agrícola, e, em um nível mais específico, o entendimento do processo de inovação de plantas transgênicas, é essencial, servindo como instrumento de apoio ao processo de tomada de decisões dentro destas organizações.

1.3 - DINÂMICA DO PROCESSO INOVATIVO DE PLANTAS TRANSGÊNICAS

1.3.1 – Dinâmica do Processo de Inovação na Agricultura

A dinâmica da inovação na agricultura moderna¹¹ está baseada em técnicas e insumos complementares, que têm origens internas e externas à produção agrícola propriamente dita, envolvendo o concurso ou a concorrência de várias instituições que organizam o processo de inovação, com seus diferentes mercados, áreas de conhecimento e padrões inovativos distintos, além de métodos particulares de produção e de organização de produção.

¹¹ Para ver sobre o contexto histórico no qual esta dinâmica se desenvolveu, consultar Salles-Filho, 1993: Seção 1.2 e Capítulo 2.

Caracteriza-se pela forte complementaridade entre as diversas tecnologias desenvolvidas para a agricultura, com elevada especificidade relacionada às condições naturais de solo e clima e às condições sócio-econômicas dos locais de produção.

Como resultado, temos nesta área a configuração de um padrão tecnológico altamente complexo, formado por partes de origens absolutamente diferentes, mas que, ao longo do percurso, são forçadas a interagir em maior ou menor grau.

Daí tem-se que a classificação proposta por Pavitt (1984) da agricultura como um setor dominado pelo fornecedor, ou de Lundvall (1988), de que a relação usuário-produtor seria a principal fonte de dinamismo não são suficientes para explicar a complexidade deste sistema, pois a agricultura é um setor com características inovativas muito próprias e diversificadas como visto acima. Uma abordagem baseada na visão neoschumpeteriana e evolucionista do desenvolvimento tecnológico na agricultura está mais próxima da realidade (POSSAS et al, 1996; SALLES-FILHO, 1993;).

As fontes de inovação na agricultura se originam de diversas áreas do conhecimento (física, química, biologia, entre outras), assim como em diferentes contextos de estratégias competitivas, formados pelas instituições que estão envolvidas no regime tecnológico da agricultura moderna. Isto confere a ela uma dinâmica de inovação única, que compreende uma série de trajetórias tecnológicas de diferentes origens, conformadas por diferentes ambientes sócio-econômicos. Essas trajetórias tecnológicas influenciam umas às outras, apresentando certo grau de coerência, o que não significa que há um movimento deliberado dos agentes econômicos para a geração de difusão de um “pacote tecnológico” que se utilize das inovações geradas de maneira independente por cada um deles.

Segundo Possas et al (1996) não existe, a priori, um objetivo comum entre tecnologias vindas de diferentes instituições que geram inovações para a agricultura, como se os agentes trabalhassem conscientemente para produzir um conjunto harmonioso. O que acontece é um processo interativo, através do qual conceitos técnicos e científicos gerais espalham-se e são assimilados nas rotinas de busca dos agentes inovativos (paradigma tecnológico). Esses autores identificam 6 grupos principais de instituições que são fontes de inovação para a agricultura: (i) fontes privadas de organização industrial (indústrias de pesticidas, de fertilizantes, de máquinas e equipamentos, entre outras); (ii) fontes institucionais públicas (universidades, institutos e empresas públicas de pesquisa); (iii) fontes privadas relacionadas à agroindústria; (iv) fontes privadas de organização coletiva e sem fins lucrativos; (v) fontes privadas relacionadas ao fornecimento de serviços e (vi) unidades de produção rural.

Ainda segundo Possas et al (1996), a maneira como estas fontes evoluem e se relacionam umas com as outras é a força motriz institucional principal que desenvolve as trajetórias tecnológicas na agricultura e assegura um padrão coerente ao regime tecnológico moderno na agricultura. Este regime tecnológico envolve grande complexidade, sendo difícil quantificar precisamente qual a importância específica de cada uma das fontes citadas acima, embora haja uma considerável predominância das duas primeiras (indústrias e instituições públicas).

Na formação deste padrão tecnológico da agricultura moderna foram estabelecidos paradigmas tecnológicos e desenvolvidas trajetórias tecnológicas que, em algum momento no tempo, impuseram-se sobre outras tecnologias existentes ou passíveis de virem a existir.

Obviamente, em se tratando de um fenômeno dinâmico, o processo de inovação tecnológica na agricultura continua se modificando, sendo que nos últimos tempos isto tem ocorrido drasticamente, principalmente por razões como a necessidade de defesa do meio ambiente e ao esgotamento previsível de algumas trajetórias tecnológicas, aliado ao desenvolvimento de novas tecnologias ligadas ao uso da biotecnologia moderna.

Os resultados do Projeto QUO VADIS, financiado pelo Banco Mundial e que discutiu o futuro da pesquisa agropecuária em alguns países, entre eles o Brasil, mostraram que, na visão dos especialistas, processos que visam apenas eficiência produtiva – especialmente os que tradicionalmente visam obtê-la por meio de aumento de ganhos, como por exemplo, por maior produtividade – cederão espaço para processos voltados para a proteção e adaptação ambiental e para o atendimento de necessidades mais específicas do consumidor (LIMA et al, 2005). Eficiência ainda será uma preocupação, mas será perseguida via redução de custos, por meio de processos que envolvem inovações tecnológicas de alta intensidade, conforme já começamos a perceber nos dias atuais.

Dentro deste contexto, a biotecnologia moderna surge como um grande diferencial, passando mesmo a ser definida como o novo paradigma tecnológico na agricultura, devido às infinitas possibilidades de uso que surgem com o desenvolvimento das novas técnicas de engenharia genética.

Nos últimos 10 anos, estudos sobre o desenvolvimento da agricultura realizados pelos principais órgãos internacionais ligados ao tema, como a Organização das Nações Unidas para a Alimentação (FAO), *Consultative Group on International Agricultural Research* (CGIAR) e o Banco Internacional para Reconstrução e Desenvolvimento (BIRD) apontam que a competitividade do setor agrícola de um determinado país, em um mercado globalizado está diretamente vinculada à capacidade de se incorporar os avanços da biotecnologia vegetal

ao seu processo produtivo (EDILSON DA SILVA, 2008). Verifica-se a seguir então a forma como a inovação se processa neste setor.

1.3.2 – A Dinâmica do Processo de Inovação de Plantas Transgênicas

As possibilidades de geração de novos produtos e processos ligados à biotecnologia agrícola são tantas e envolvem tão diferentes áreas do conhecimento que levaram ao surgimento de um novo modelo de inovação, onde as fronteiras entre negócios tradicionalmente distintos se integram e convergem, gerando o que os estudiosos denominam de “bioeconomia”¹².

O termo “biotecnologia” foi utilizado pela primeira vez em 1919, pelo engenheiro húngaro Karl Ereky, referindo-se às atividades cujos produtos provinham da ação de organismos vivos em matérias brutas. Pode-se dizer que “*biotecnologia é o uso de seres vivos e seus componentes na agricultura, alimentação e saúde, além do emprego na produção ou modificação de produtos em processos industriais*” (ARAGÃO, 2003, p.17).

Muito embora esta definição ampla, a utilização deste termo hoje está relacionada a produtos geneticamente modificados. É a chamada “biotecnologia moderna”, que surgiu a partir da descoberta da estrutura do ácido desoxirribonucléico, mais conhecido como DNA, feita por James Watson e Francis Crick, em 1953 e, posteriormente, com a descoberta de Boyer e Stanley sobre a tecnologia do DNA Complementar (cDNA)¹³, na década de 1970.

Dentro da biotecnologia moderna destaca-se o desenvolvimento das plantas geneticamente modificadas, ou simplesmente plantas transgênicas. Por razões técnicas, históricas, econômicas, políticas e sociais, é esta área da biotecnologia moderna que sempre despertou maior polêmica em termos de aceitação e em relação aos seus potenciais riscos e benefícios.

Desde os trabalhos de Mendel, ainda no século XIX (1860), os estudos envolvendo aspectos genéticos de plantas avançaram, buscando sempre maior produtividade e melhor qualidade nutricional dos alimentos. Isto porque a população mundial não para de crescer¹⁴.

¹² Pode-se definir “Bioeconomia” como “*aquela parte das atividades econômicas que capturam valor a partir de processos biológicos e biorecursos para produzir saúde, crescimento e desenvolvimento sustentável*” (OCDE, 2009).

¹³ Em genética, DNA complementar (cDNA) é o DNA sintetizado por uma molécula de ácido ribonucléico (RNA) mensageiro numa reação catalizada pela enzima transcriptase reversa.

¹⁴ A preocupação com o crescimento exagerado da população mundial ganhou repercussão após a publicação das idéias de Thomas Robert Malthus, que, em seu “*Essai sur le principe de population*”, demonstrou que a

Conforme apontado por Cooke (2010), projeta-se um crescimento da população mundial dos atuais 6.8 bilhões de pessoas para 9.1 bilhões em 2050. A maioria deste crescimento é esperado para acontecer nos países em desenvolvimento. Alimentar 9.1 bilhões de pessoas exigirá um aumento de 70% (setenta por cento) na produção mundial de alimentos. A produção em países em desenvolvimento necessitará quase que dobrar, sendo que ao longo das últimas três décadas, a produtividade agrícola na maioria destes países tem estagnado ou entrado em declínio, como uma consequência dos baixos investimentos no setor. Aliado a isso, questões ligadas às mudanças climáticas que ocorrerão nos próximos anos poderão afetar radicalmente a produção de alimentos no mundo, assim como o aumento da demanda por parte de alguns novos mercados em expansão econômica, como a China e a Índia (COOKE, 2010).

O problema da garantia da segurança alimentar da população mundial no futuro representa, portanto, um estrondoso desafio. Podem ser apontadas três alternativas principais para aumento da produção agrícola, a saber: expansão da área plantada; melhoria das tecnologias de produção agropecuária e melhoramento genético das espécies.

A expansão da área plantada não é aconselhável, com base nas atuais tecnologias de exploração dos recursos naturais, pois isto pode implicar em sérios impactos ambientais, reduzindo-se ainda mais a biodiversidade no planeta e os problemas relacionados às mudanças climáticas. Além disto, países desenvolvidos praticamente não possuem áreas agricultáveis que ainda não estejam sendo exploradas.

Quanto à melhoria das tecnologias de produção agropecuária, mediante o uso de adubação, manejo do solo, irrigação, controle de pragas e doenças e outros, muito ainda pode ser aprimorado. As pesquisas continuam nesta área e muitas inovações poderão ser ainda obtidas, como a possibilidade do cultivo orgânico em larga escala ou o controle biológico de pragas. Entretanto, para melhoria do ambiente, muitas das técnicas desenvolvidas apresentam efeitos indesejáveis, tanto ao homem como ao meio ambiente, como é o caso do uso de pesticidas nas lavouras.

Das três alternativas apontadas, o melhoramento genético pode ser considerado como o mais equilibrado do ponto de vista ecológico, apresentando menor custo para o agricultor. Nada mais é do que o desenvolvimento de novas cultivares mais adaptadas ao local de produção, com características selecionadas que permitem o aumento da produtividade e do valor nutricional do alimento.

Entre as técnicas de melhoramento genético, o uso da biotecnologia moderna apresenta-se como instrumento valioso para o surgimento de inovações no setor, especialmente nos casos em que as técnicas de melhoramento convencional não são eficientes, como, por exemplo, para transmitir características de baixa herdabilidade e pouca variabilidade, como aquelas relacionadas às qualidades nutricionais da planta (teor de aminoácidos, proteínas e outros).

O melhoramento genético convencional tem suas limitações, sendo que o mesmo só pode ocorrer entre indivíduos da mesma espécie ou, em alguns casos, entre indivíduos de espécies bastante relacionadas, limitando o intercâmbio de características. Com a utilização de técnicas de biotecnologia moderna tais limites são superados, pois com a técnica do DNA recombinante os genes inseridos na planta podem ser da mesma espécie (no que é conhecido como cisgenia) ou de outra espécie (transgenia). Além disto, a recombinação gênica no processo de cruzamento convencional é aleatória e lenta, sendo necessários de 8 a 12 anos até que uma nova cultivar esteja pronta para ser lançada no mercado. Com o uso das técnicas de biotecnologia moderna, torna-se possível aos melhoristas obterem maior precisão no desenvolvimento de novas variedades, aumentando-se a eficácia do processo, sendo que esta tecnologia apresenta enorme potencial para contribuir com o aumento da produção de alimentos no mundo (AMANCIO; CALDAS, 2010).

1.3.2.1 – O ciclo de inovação de um produto transgênico

O ciclo de inovação de um produto transgênico é um processo complexo, envolvendo a participação de diferentes *stakeholders* (universidades, instituições públicas de pesquisa, empresas privadas de biotecnologia, agricultores, agroindústria, redes de varejo e o consumidor final), podendo ser sumarizado em 5 etapas principais, onde são estabelecidos objetivos específicos a serem alcançados para cada uma delas, visando a mitigação dos vários riscos associados ao processo inovativo, bem como a eficiência de custos. (Figura 1.2): Importante ressaltar que a linha do tempo apresentada vai variar de acordo com a espécie vegetal trabalhada obviamente, sendo aqui expressa a média geral.

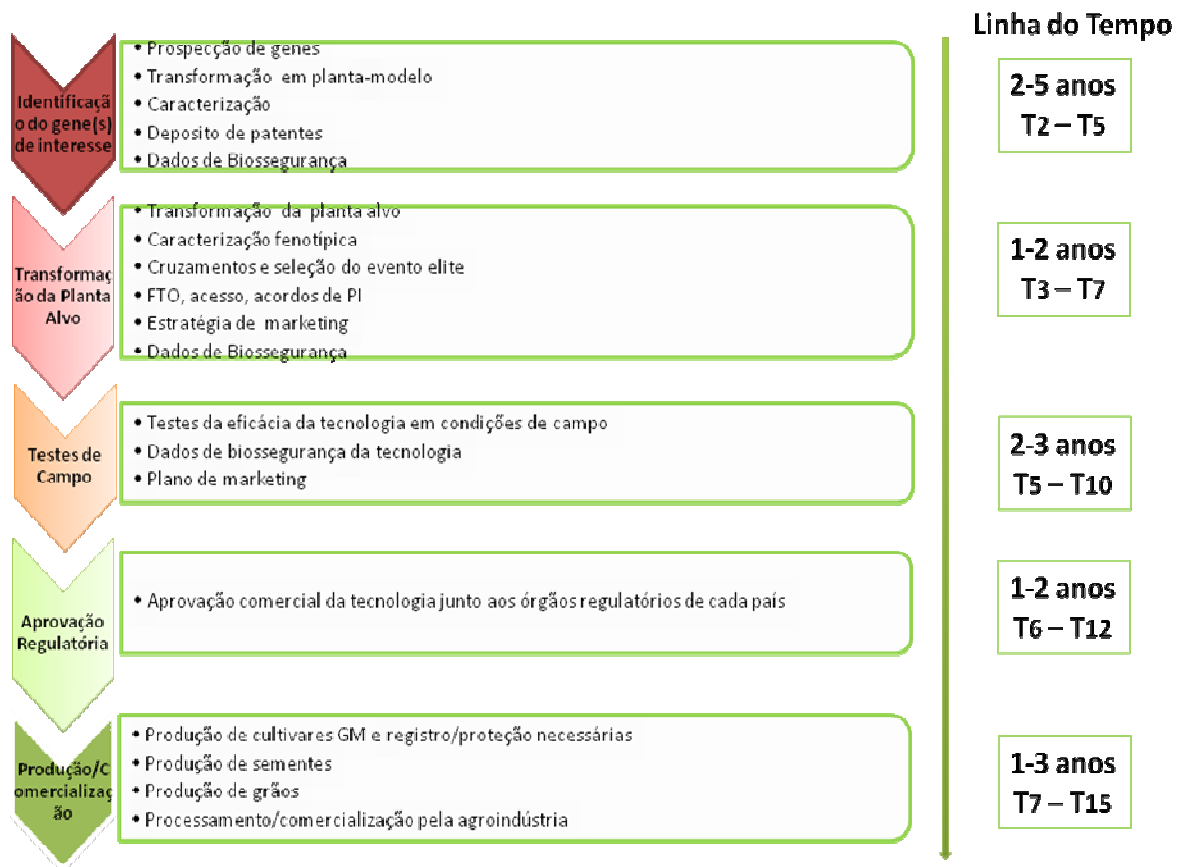


Figura 1.2 – Ciclo de Desenvolvimento das Plantas Transgênicas

* Linha do Tempo em relação a culturas anuais.

Fonte: Elaboração própria, baseada no artigo de McElroy (2004)

Etapa 1 - Identificação e caracterização do gene (s) de interesse: Inclui a prospecção de genes de interesse, sua caracterização, expressão gênica e estudos de prova de conceito dos potenciais eventos transgênicos (pesquisas para demonstrar a eficácia funcional de uma característica ou tecnologia no organismo alvo para reduzir o risco de falha do produto, normalmente realizada em uma planta modelo, por exemplo, *Arabidopsis thaliana*). Nesta fase devem ser realizadas análises de questões de propriedade intelectual, acesso a recursos genéticos e feitos os pedidos de proteção intelectual de acordo com o potencial de mercado do gene prospectado. Além disso, deve ser dada especial atenção para obtenção dos dados para futura aprovação regulatória da tecnologia. Esta etapa dura, em média, de 2 a 5 anos.

Etapa 2 - Transformação da Planta Alvo: Após identificação do gene(s) de interesse e testes de sua eficácia mediante a transformação de uma planta modelo, deve ser realizada a transformação da planta alvo, sua caracterização fenotípica, cruzamentos e seleção do melhor evento contendo a tecnologia (também chamado de “evento elite”). Nesta etapa devem ser

realizados estudos de liberdade de uso da tecnologia (Freedom-to-operate ou FTO) e se buscar a negociação de eventuais tecnologias patenteadas por terceiros identificadas nos estudos de FTO. Além disso, os testes de biossegurança necessários para a aprovação regulatória da tecnologia devem ser realizados e, do ponto de vista comercial, deve ser elaborada a estratégia para levar o produto ao mercado. Esta etapa dura, em média, de 1 a 2 anos.

Etapa 3 - Testes de Campo: Compreende a realização de testes de campo para comprovar a eficácia da tecnologia em condições de produção. É nesta etapa que a maioria dos dados de biossegurança do produto para aprovação regulatória da tecnologia são produzidos, dados estes que devem ser obtidos de acordos com as exigências legais existentes e levando-se em consideração os marcos regulatórios dos países onde se pretende produzir, exportar ou comercializar a tecnologia. Nesta etapa do desenvolvimento deve ser feita uma revisão do plano de marketing da tecnologia para a correta avaliação de quais serão estes países. Pode durar de 2 a 3 anos.

Etapa 4 - Aprovação Regulatória: Compreende a obtenção da aprovação comercial da tecnologia nos diferentes países onde se pretende produzir, exportar ou comercializar a planta transgênica ou seus derivados. Ressalte-se que não é apenas a aprovação do ponto de vista de biossegurança, mas também devem ser levadas em conta outras exigências regulatórias, como o registro de cultivares junto ao Ministério da Agricultura para comercialização futura de sementes. Esta etapa pode durar, em média, de 1 a 2 anos, dependendo do país. O custo estimado para cumprir as etapas de aprovação regulatória no Brasil é de US\$ 5 milhões (RECH, 2010), mas pode aumentar consideravelmente dependendo dos países onde se pretende que o produto seja cultivado ou consumido.

Etapa 5 - Produção/Comercialização: Compreende o desenvolvimento de cultivares transgênicas com maior potencial comercial, agregando outras características de interesse agrícola à característica transgênica aprovada na Etapa 4, bem como ações na área comercial para colocação efetiva do produto no mercado (marketing e acordos de cooperação com produtores de semente, por exemplo). Esta etapa dura, em média, de 1 a 3 anos. Espera-se que nesta fase os direitos de propriedade intelectual relacionados à tecnologia já estejam garantidos, viabilizando a cobrança de royalties sobre o uso da mesma. Já a fase comercial compreende a comercialização de sementes ou outro material propagativo da planta

transgênica, produção de grãos, processamento/comercialização dos mesmos pela agroindústria, distribuição pelas redes de varejo e, finalmente, consumo pelo consumidor final. Nesta fase, questões de responsabilidade sobre a tecnologia (“*Stewardship*”) ficam mais evidenciadas e o tempo de vida da inovação no mercado, em geral, é o mesmo considerado para a planta convencional.

1.3.2.2 – Rumos do desenvolvimento das plantas transgênicas: antecedentes e perspectivas futuras

Com a tecnologia do DNA recombinante é possível a obtenção tanto de inovações incrementais (por exemplo, expressão de tolerância a algum tipo de químico), como de inovações radicais e altamente significativas nas culturas (por exemplo, aumento da eficiência fotossintética ou até mesmo a produção de moléculas recombinantes para os setores industrial e de saúde, como fibras e fármacos).

A primeira planta geneticamente modificada foi obtida com sucesso em 1983¹⁵, sendo que, em maio de 1994, nos Estados Unidos da América, a comercialização de uma planta geneticamente modificada foi aprovada pela primeira vez. Era um tipo de tomate (denominado *flavr savr*), cuja durabilidade era muito maior do que a do tomate convencional.

De 1983 para cá foram desenvolvidos e lançados comercialmente inúmeros tipos destes organismos (soja, milho, algodão, canola, mamão, abóbora, alfafa, beterraba, batata e outros). Entretanto, a grande maioria das espécies transgênicas aprovadas comercialmente no mundo são *commodities* (como soja, milho e algodão, por exemplo). Segundo Miller e Bradford (2010, p. 1014), 80% dos testes de campo ou aprovação regulatória com plantas transgênicas realizados no mundo até 2008 diziam respeito a estas espécies, sendo somente 15% em relação a plantas específicas (inclui frutas, vegetais e plantas ornamentais) e os restantes 5% com relação a espécies florestais.

A previsão é de que até 2015 poderão existir mais de 120 diferentes tipos de eventos transgênicos sendo comercializados no mundo todo. Destes, a grande maioria (72%) apresenta características relacionadas à tolerância a herbicidas ou resistência a insetos e/ou

¹⁵ A primeira planta transgênica foi uma planta de fumo contendo seqüências de DNA da bactéria *Escherichia coli.*, obtida por Patrícia Zambryski e seus colegas da Alemanha e Bélgica. No ano seguinte, Robert Horsch e seus colegas da empresa norte-americana Monsanto obtiveram plantas de fumo contendo um gene para resistência a antibiótico. Para um interessante retrospecto da história do uso da técnica do DNA recombinante, v. ARAGÃO, 2003, p. 43-69.

vírus (STEIN; RODRIGUES-CEREZO, 2010), a denominada “primeira fase” dos organismos geneticamente modificados, que envolve a inserção de novos genes no genoma receptor e a seleção baseada no melhor desempenho¹⁶.

A “segunda fase” destes produtos é aquela na qual a planta tem sua composição modificada em relação à planta tradicional, para aumentar ou diminuir a expressão de determinada característica, por exemplo, aumentar o seu valor nutricional, como um arroz enriquecido com vitaminas ou de uma soja com maior teor de Ômega3. Outras características de produtos nesta fase que estão sendo amplamente pesquisados conferem características como: melhorar a utilização de nitrogênio do solo, melhorar a tolerância a condições ambientais externas não biológicas (seca, salinidade, acidez, alcalinidade e mudanças de temperatura), aumentar a produtividade, reduzir a concentração de alergênicos e toxinas no alimento, desenvolver flores com maior durabilidade e com cores não tradicionais, entre tantos outros.

Existe ainda a chamada “terceira fase” dos produtos geneticamente modificados, na qual se pesquisam produtos que poderão funcionar como bioreatores (biofábricas) para a produção de fibras, enzimas, anticorpos, vacinas comestíveis e proteínas terapêuticas, o que poderá causar uma verdadeira revolução na medicina preventiva e aplicação industrial.

Atualmente, mediante técnicas de engenharia genética, já é possível o desenvolvimento de bioprodutos de alto interesse comercial, como a produção de moléculas terapêuticas complexas em bactérias, leveduras e células de origem animal. No entanto, este sistema de expressão procariótica e eucariótica apresenta limitações de caráter técnico, bioquímico e econômico. Além disto, existe uma crescente demanda clínica por proteínas terapêuticas complexas, o que têm gerado um interesse substancial no desenvolvimento de novos sistemas de expressão para a produção de proteínas terapêuticas, sendo que plataformas à base de plantas geneticamente modificadas oferecem uma alternativa adequada aos sistemas atuais de produção de biofármacos recombinantes (RECH, 2010).

Pois bem, hoje é inegável a importância desta tecnologia para o desenvolvimento da agricultura mundial. A biotecnologia vegetal já afeta radicalmente a cadeia de conhecimentos e as estratégias de P&D das organizações de pesquisa para o desenvolvimento de novas cultivares, especialmente no Brasil (MACHADO, 2004) e o fato é que a produção mundial de

¹⁶ O maior sucesso comercial desta linha é a soja geneticamente modificada tolerante ao glifosinato (comercialmente conhecida como “Soja Round Read” ou soja RR, cuja tecnologia foi patenteada pela empresa Monsanto), aprovada pela primeira vez em 1996 nos Estados Unidos e que até hoje é um dos principais produtos GM cultivados no mundo.

plantas transgênicas não para de crescer. A área total cultivada mundialmente com transgênicos desde 1996 já excedeu a 1 bilhão de hectares. Só em 2010, foram plantados 148 milhões de hectares com esta tecnologia no mundo, representado um crescimento de 10% em relação ao ano anterior. (JAMES, 2010). Ao todo, 15,4 milhões de agricultores de 29 países plantaram culturas geneticamente modificadas, sendo Estados Unidos, Brasil, Argentina, Índia e Canadá, respectivamente, os maiores produtores mundiais, conforme Quadro 1.2.

Quadro 1.2: Área mundial de Culturas GM em 2010 (milhões de ha) – 5 maiores produtores

| Posição | País | Área (em milhões de hectares) | Culturas GM |
|---------|-----------|-------------------------------|---|
| 1 | EUA | 66,8 | Soja, milho, algodão, canola, abóbora, papaia, alfafa e beterraba |
| 2 | Brasil | 25,4 | Soja, milho e algodão |
| 3 | Argentina | 22,9 | Soja, milho e algodão |
| 4 | Índia | 9,4 | Algodão |
| 5 | Canadá | 8,8 | Canola, milho, soja e beterraba |

Fonte: ISAAA (JAMES, 2010)

O Gráfico 1.1 mostra a evolução dos valores envolvidos na comercialização mundial dos transgênicos, que ultrapassou os 11 bilhões de dólares somente em 2010.

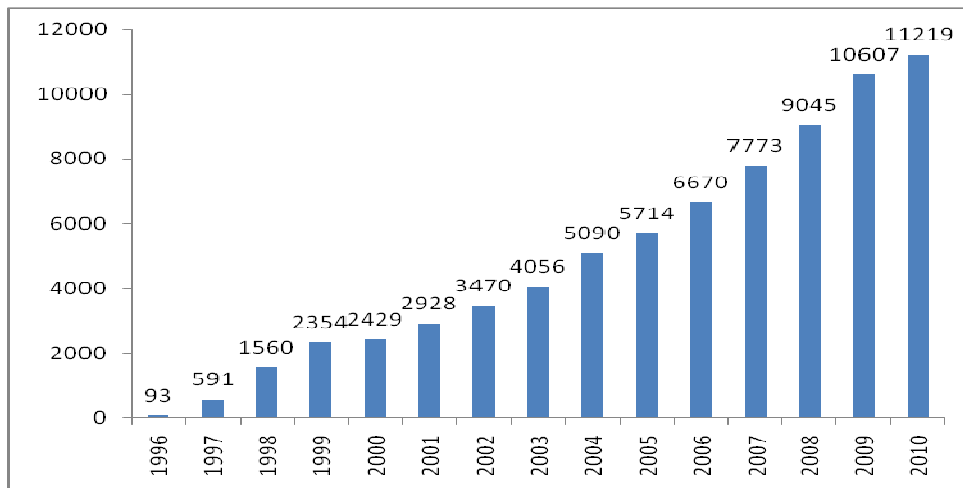


Gráfico 1.1: Evolução dos valores envolvidos na comercialização de transgênicos no mundo (US\$ milhões)

Fonte: Adaptado de PENG (2011)

Como apontado acima, o Brasil consolidou-se em segundo lugar na produção mundial de transgênicos, tendo sido cultivados 25,4 milhões de hectares em 2010: (i) 17,8 milhões com soja GM (75% do total plantado com soja no país); (ii) 7,3 milhões com milho GM (55%

do total plantado com milho no país) e (iii) 0,25 milhão de hectares com algodão GM (26% do total plantado com algodão no país). (JAMES, 2010).

É importante observar que, desde o princípio dos anos 70/80, com os primeiros desenvolvimentos na área, a biotecnologia moderna vem sendo discutida, de maneira até mesmo passional, segundo seu potencial revolucionário e sua capacidade de, teoricamente, produzir mudanças significativas na base produtiva existente. Conforme aponta Salles-Filho (1993), todo este entusiasmo teve suas raízes em dois pontos principais: primeiro a grande quantidade de novos avanços na biologia molecular e bioinformática obtidos em relativo curto espaço de tempo e, segundo, pelo discurso dos cientistas ligados à área, que viram suas pesquisas, antes voltadas basicamente para a pesquisa básica, tornarem-se campos potenciais de geração de novas e revolucionárias tecnologias. O entusiasmo destes pesquisadores esteve presente em boa parte das publicações sobre as perspectivas da biotecnologia, tanto nacionais como internacionais, podendo ainda hoje ser observado o viés ideológico de alguns trabalhos.

Entretanto, com a chegada ao mercado das primeiras plantas geneticamente modificadas, a discussão dos possíveis efeitos adversos desta tecnologia tomou força, influenciando diretamente no ritmo de seu desenvolvimento. A evolução dos fatos mostrou que o ritmo da mudança não foi tão avassalador como o entusiasmo inicial previa.

Alguns dos fatores apontados por Salles Filho (1993) no início dos anos noventa para demonstrar que o grau de desenvolvimento do setor era muito aquém do inicialmente previsto ainda hoje permanecem, como as dificuldades encontradas pelas Novas Empresas de Biotecnologia (NEBs)¹⁷ para se estabelecerem.

O surgimento das NEBs foi encarado como o modelo de futuro na estruturação industrial da moderna biotecnologia (CORIAT et al, 2003). Entretanto, com o passar dos anos, o que se observa é que, salvo exceções, muito poucas destas empresas são capazes de viabilizar comercialmente sua existência. O que acontece na maioria dos casos é a falência destas empresas ou sua aquisição pelas grandes empresas dos setores químicos, farmacêuticos ou alimentícios, conforme já apontava Salles Filho (1993). No Brasil, o exemplo mais recente foi o da empresa Alellyx, criada por cinco pesquisadores oriundos de universidades de São Paulo. A Alellyx foi fundada em 2002, com o apoio da Votorantim Ventures, sendo uma

¹⁷ As NEBs são pequenas empresas, “star-ups”, que surgiram logo após os primeiros desenvolvimentos da biotecnologia e são fundadas normalmente por pesquisadores vindos das universidades onde o produto foi desenvolvido. São empresas dedicadas exclusivamente à pesquisa e desenvolvimento (P&D), com o objetivo básico, na maioria dos casos, de dar sequência aos estudos básicos realizados nas universidades em busca de novos produtos biotecnológicos, sendo verdadeiros arquétipos schumpeterianos em nichos de mercado, onde o empresário inovador tem o espaço para viabilizar o sucesso de sua inovação.

empresa de pesquisa e desenvolvimento de produtos de biotecnologia que tinha como objetivo a geração e comercialização de patentes na área de genômica aplicada. Todos os seus sócios integraram as equipes de pesquisadores responsáveis pelo sequenciamento de genes das bactérias *Xylella fastidiosa* e *Xanthomonas citrii* e da cana-de-açúcar, projetos estes que foram patrocinados pela FAPESP. Apenas 6 anos depois de sua criação, a empresa foi vendida para a multinacional Monsanto do Brasil Ltda, que controla o mercado de desenvolvimento de plantas geneticamente modificadas (Capítulo 3).

Do mesmo modo, somente agora os produtos biotecnológicos da segunda fase, com alto valor nutricional por exemplo, estão chegando à fase de aprovação regulatória no mundo, sendo que os produtos da terceira fase, com características de biofármacos, estão ainda, na grande maioria, sendo pesquisados ainda em fase de laboratório. Tal fato pode ser explicado pelas lacunas existentes entre o conhecimento teórico e os meios técnicos para colocá-lo em prática¹⁸, mas também é resultado da trajetória tecnológica seguida pelas grandes multinacionais do setor, que focaram a busca de inovações através dos produtos GM da primeira fase (Capítulo 3).

Obviamente, ainda existem entraves técnicos da tecnologia que não puderam ser solucionados pelos pesquisadores até o momento, mas é preciso destacar que os avanços tecnológicos nesta área têm sido imensos nos últimos anos.

O sequenciamento genômico ocorre agora com ganhos exponenciais de eficiência em relação aos métodos usados nos primeiros projetos de sequenciamento de genoma de humanos ou outros organismos. Hoje, com alguns poucos milhares de dólares é possível se obter um genoma completo, ao contrário dos projetos multimilionários do final dos anos noventa. O custo e a rapidez diminuiram sensivelmente. Por exemplo, a primeira planta sequenciada (*Arabidopsis thaliana*) levou aproximadamente 10 anos para ter o primeiro rascunho de seu genoma inteiro apresentado. Hoje com a segunda/terceira geração de sequenciadores (por exemplo: 454, da Roche; SOLiD, da Applied Biosystems; *Genome Analyzer IIe*, da Illumina; *Heliscope*, da Helicos) e poderosos programas de bioinformática (por exemplo o *Generic Genome Browser*, “*Gbrowser*”) o genoma desta mesma planta pode ser sequenciado e organizado em poucas semanas. Segundo Nepomuceno (informação verbal)¹⁹, uma quarta geração de sequenciadores (o *Oxford Nanopore Technology*) será em

¹⁸ Apesar da maioria das ferramentas biotecnológicas hoje já estarem patenteadas, principalmente pelas grandes empresas do setor (DAL POZ, 2006), o uso destas ferramentas na geração de novos produtos e processos é limitado e muitas barreiras técnicas precisam ainda ser vencidas.

¹⁹ Informações fornecidas em entrevista concedida por Alexandre Nepomuceno, em 2011.

breve disponibilizada no mercado, fazendo com que poucas horas ou até mesmo minutos sejam necessários para realizar o seqüenciamento do genoma de uma planta inteira, com um custo que pode chegar a menos de cem dólares.

Isto é muito importante, pois com o aumento da rapidez e o baixo custo do seqüenciamento é possível obter para uma mesma espécie seqüências completas de diferentes genótipos, permitindo identificar eventuais diferenças estratégicas entre eles, identificando-se o gene de interesse para uso na produção de uma planta transgênica.

E não somente a compreensão da estrutura dos genomas esta evoluindo rapidamente, como também surgem novas estratégias de seqüenciamento. É o caso do sequenciamento de RNA (RNA-Seq). Além disso, genes ou combinações de genes, proteínas e metabólitos que afetam determinado processo biológico complexo podem ser identificados com o uso, respectivamente, da genômica (estudo das seqüências genômicas para fornecer detalhes sobre todos os genes de um organismo e as proteínas que ele pode sintetizar); da proteômica (estudo das proteínas envolvidas em determinado processo biológico) e metabolômica (elucidação das rotas metabólicas ajudando a decifrar os segredos dos sistemas celulares vegetais).

Além destas, outras técnicas avançadas de biotecnologia, como testes *in vitro*, técnicas de silenciamento (RNAi) ou super expressão gênica, uso de promotores tecido-específicos ou induzíveis e novas estratégias de transformação como a *ExZact Precision Technology*, que permite adicionar/editar/deletar genes em locais específicos; permitem o desenvolvimento cada vez mais rápido de novos produtos para este setor.

A junção destas estratégias de estudo está proporcionando um maior conhecimento e compreensão de como milhares de genes são controlados de uma forma coordenada para regular todas as respostas fisiológicas e agrônômicas da planta, sendo que as possibilidades para prospecção de genes de interesse são espetaculares.

Segundo Nepomuceno (informação verbal)²⁰, é como se uma nova era estivesse emergindo na genética e cita como exemplo os resultados divulgados por pesquisadores do Instituto J. Craig Venter (JCVI), nos Estados Unidos, descrevendo o sucesso na construção da primeira bactéria sintética que se auto-replica. Estes pesquisadores sintetizaram os 1,8 milhões de pares de base cromossômico do genoma modificado de *Mycoplasma mycoides*. A célula sintética é chamada de *Mycoplasma mycoides JCVI-syn1.0* e, para Nepomuceno, é a prova do princípio de que genomas podem ser desenhados no computador, serem

²⁰ Informações fornecidas em entrevista concedida por Alexandre Nepomuceno, em 2011.

quimicamente sintetizados em laboratório e transplantados para uma célula receptora visando produzir uma nova célula auto-replicante controlada por um genoma sintético.

Dentro deste contexto, as possibilidades de desenvolvimento futuro da tecnologia são extremamente promissoras. No entanto, é preciso lembrar que um paradigma tecnológico, conforme tão bem demonstrado nos estudos de Dosi (1984), não se transforma da noite para o dia e, dentro dele, há situações de maior ou menor premência para mudanças. Dentro deste contexto, a biotecnologia ainda aparece antes como elemento viabilizador da superação de gargalos em algumas situações, por exemplo, para o desenvolvimento de determinadas cultivares onde as técnicas de melhoramento convencional não são eficientes, do que como elemento de ruptura na busca de um novo padrão tecnológico.

Conforme ressaltado por Rech (2010, p. 224):

(...) não há nenhuma panacéia tecnológica para o desafio global da produção alimentar sustentável e segura. Sempre será preciso lidar com evidências e as complexidades locais. Nenhuma técnica ou tecnologia comprovada deve ser descartada. A agricultura global requer uma diversidade de abordagens específicas para cultivos, lugares, culturas e outras circunstâncias. Essa diversidade exige que a amplitude da investigação científica relevante seja igualmente diversificada e que a ciência seja combinada às perspectivas sociais, econômicas e políticas. No entanto, há claras evidências demonstrando a importância fundamental e indispensável da ciência avançada, inclusive a biotecnologia, incluindo principalmente a tecnologia do DNA recombinante e biologia sintética como uma base para alcançar os objetivos finais de intensificação da agricultura sustentável.”

CAPÍTULO 2 - TRAJETÓRIA INSTITUCIONAL - NORMATIVA DO SETOR

2.1 - INTRODUÇÃO

Além dos desafios técnico-científicos ligados ao desenvolvimento da tecnologia, o ambiente institucional dentro do processo de inovação de plantas transgênicas pode influenciar diretamente no grau de incerteza ligada ao sucesso ou não das inovações geradas nesta área do conhecimento. Conforme explica Coriat et al (2003), a dimensão institucional aqui adquire um papel fundamental na estruturação do regime de inovação e nas trajetórias organizacionais das firmas que atuam no setor.

O sucesso para adquirir competitividade neste disputado mercado é garantido por alguns aspectos-chaves como a garantia de capital, uma vez que se trata de ramo do conhecimento altamente intensivo em pesquisa, capacitação técnico-científica e governabilidade do ambiente institucional onde o agente econômico está inserido. É preciso capacidade organizacional para gerar conhecimentos científicos ao mesmo tempo em que se deve integrar competências institucionais para aproveitar as oportunidades que o mercado oferece.

Dentro deste contexto, compreender o ambiente institucional onde a inovação em plantas transgênicas acontece é primordial para qualquer organização de pesquisa que pretende se manter competitiva em um mercado extremamente oligopolizado e com características tão complexas.

O presente Capítulo objetiva analisar, a partir de uma perspectiva histórica, o processo de construção deste ambiente institucional, especificamente em relação à elaboração das políticas públicas para o setor e os marcos regulatórios de maior impacto como as questões de biossegurança, propriedade intelectual e acesso aos recursos genéticos, além do contexto internacional, que influencia fortemente na maneira como o assunto é tratado internamente.

Na Seção 2.1, analisa-se o processo de construção das políticas públicas para o desenvolvimento da biotecnologia no Brasil, com especial enfoque na questão das plantas geneticamente modificadas, onde poderemos verificar a evolução institucional no sentido de criar um ambiente de articulação entre o setor público e o privado. Tal articulação tem permitido a adoção de políticas públicas de ciência e tecnologia em estreita consonância com as políticas industriais que visam o desenvolvimento sócio-econômico brasileiro. A atual

Política de Desenvolvimento Produtivo/PDP e a Política de Desenvolvimento da Biotecnologia/PDB são exemplos claros desta nova perspectiva, onde houve uma forte interlocução entre o setor público e o setor privado para suas formulações.

Já a Seção 2.2 apresenta os principais pontos em relação ao marco regulatório de biossegurança brasileiro, o qual influencia diretamente no ritmo e no grau de desenvolvimento dos produtos do Sistema de Inovação em Plantas Transgênicas. Este marco regulatório foi totalmente revisto em 2005, com a edição da nova Lei de Biossegurança (Lei nº 11.105/2005). Também neste ponto serão analisadas importantes questões relativas ao manejo seguro da tecnologia, também denominadas questões de “*stewardship*”, que estão inseridas no contexto regulatório da biotecnologia agrícola.

O marco regulatório de propriedade intelectual é analisado na Seção 2.3 deste Capítulo, mostrando os principais pontos do sistema de proteção de produtos transgênicos, que pode ser efetuada mediante o uso de patentes ou de proteção de cultivares, enquanto a Seção 2.4 analisa outro importante marco regulatório que impacta diretamente no desenvolvimento do Sistema de Inovação em Plantas Transgênicas, ou seja, o marco regulatório de acesso aos recursos genéticos. Este é sem dúvida o ponto que mais necessita de reformulação dentro do ambiente institucional aqui analisado, uma vez que o atual marco regulatório é totalmente anacrônico e ineficiente.

Tendo em vista que o ambiente institucional brasileiro relacionado ao desenvolvimento de produtos transgênicos é influenciado pelo que acontece no contexto internacional, este foi analisado na Seção 2.5 deste Capítulo, onde foram estudados os principais acordos e acontecimentos internacionais que impactam direta ou indiretamente nesta questão.

Por fim, no item 2.6 deste Capítulo é feita uma análise geral dos dados apresentados para elaboração da análise SWOT sobre as forças, fraquezas, oportunidades e ameaças desta categoria analítica sobre o Sistema de Inovação em Plantas Transgênicas, análise esta que será a base para a identificação das incertezas críticas que auxiliarão na construção dos cenários futuros de desenvolvimento deste Sistema (Capítulo 5).

2.1 – O PROCESSO DE CONSTRUÇÃO DAS POLÍTICAS PÚBLICAS PARA O DESENVOLVIMENTO DA BIOTECNOLOGIA NO BRASIL

O contexto histórico, político e institucional no qual os chamados “*policy elites*”²¹ estão inseridos é fundamental para se compreender o processo de formulação e implantação de uma política (GRINDLE & THOMAS, 1991).

Dentro da visão sistêmica adotada por este trabalho, as políticas de desenvolvimento científico e tecnológico não podem ser vistas de maneira dissociada das políticas industriais de um país, sob pena de desajustes na obtenção de seus resultados que podem comprometer de maneira decisiva o seu processo de desenvolvimento sócio-econômico. Em praticamente todos os países desenvolvidos as políticas de desenvolvimento científico e tecnológico são integradas às políticas industriais, com ações de apoio financeiro e formação e desenvolvimento de recursos humanos. Conforme explica Caldas (2001), a capacidade de produzir inovações continua a representar uma possibilidade ideal capaz de contribuir para o crescimento e desenvolvimento da estrutura produtiva de qualquer país. Deste modo, as políticas de desenvolvimento científico-tecnológico têm que estar em estreita consonância com as políticas industriais, o que, infelizmente, nem sempre ocorreu no processo histórico brasileiro.

Historicamente, verifica-se que o avanço da industrialização no Brasil iniciou-se na Era Vargas, após 1930, onde ocorreu a substituição de uma sociedade agroexportadora para uma nova ordem urbano-industrial. Começa aí uma nova era, caracterizada pela presença de um Estado forte e intervencionista.

A participação do governo nacional como promotor do desenvolvimento industrial, entretanto, torna-se explícita e bastante significativa a partir de 1950, com a presença de um Estado com contornos nacionalistas, contribuindo para acelerar a taxa de crescimento da produção industrial, através da articulação de mecanismos de estímulos aos investimentos que consolidaram a fase convencionalmente referida como de “industrialização pesada”. O problema principal para o qual estavam voltadas essas políticas de industrialização, motivadas pelos ideais de desenvolvimento fundado na indústria, à época amplamente difundido na América Latina, referia-se à internalização dos setores dinâmicos da economia mundial. Uma intervenção pública voltada para prover garantia de mercado (via barreira protecionistas) e fatores escassos (infra-estrutura, crédito e insumos básicos) constituía o núcleo do que poderia ser então chamado de política industrial, segundo um modelo descrito genericamente como de “substituição de importações” (DINIZ; BOSCHI, 2004).

²¹ Políticos e burocratas responsáveis pelo processo de decisão no governo e cujas decisões são adotadas para a sociedade.

Foi também no período compreendido entre o pós-guerra e o fim dos anos 70 que surgiram ou fortaleceram-se novos atores políticos no Brasil: associações industriais, sindicatos patronais e de trabalhadores, órgãos regionais e setoriais; e a política econômica refletia o novo quadro político. Prevalciam o desenvolvimentismo nacionalista e o intervencionismo estatal, que amalgamavam as forças políticas e os interesses econômicos do projeto industrializante. A decisão pró política industrial e a liderança política tiveram dois momentos de maior relevo: o Plano de Metas do governo Kubitschek, implementado por grupos executivos industriais que contavam com participação do setor privado, e, no período da ditadura, a implementação do II Plano Nacional de Desenvolvimento sob o comando do Conselho de Desenvolvimento Econômico (Governo Geisel) (DINIZ; BOSCHI, 2004).

Houve neste período uma contínua construção institucional. O Estado aparelhou-se em termos organizacionais e de coordenação econômica criando órgãos de planejamento, programas de metas ou planos setoriais, instituições e políticas de financiamento público, de fomento e de comércio exterior, normas e regulamentações específicas de preços, tarifas públicas, salários, concentração econômica, transferência de tecnologia, investimento estrangeiro direto e outras (DINIZ; BOSCHI, 2004).

É nesta época que foram criados alguns dos principais órgãos de apoio ao desenvolvimento científico e tecnológico no Brasil, tais como o Conselho Nacional de Pesquisa (CNPq) (renomeado, em 1978, Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico), a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes), ambos criados em 1951, e a Financiadora de Estudos e Projeto (Finep), criada em 1965.

O desenvolvimento da agricultura brasileira também foi favorecido pelas políticas de incentivo e modernização desta época, sendo que em 1973 foi criada a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), marco institucional relevante na história da agricultura brasileira, além de delineados aspectos conceituais, metodológicos e operativos para o que seria um novo sistema nacional de pesquisa agrícola (MENDES, 2008).

Especificamente em relação à biotecnologia, é na década de 70 que se pode observar as primeiras ações do governo brasileiro visando fomentar o seu desenvolvimento. Tais ações concentraram-se na atuação do CNPq, da Capes e da Finep. Não se utilizava ainda o termo “biotecnologia”, mas as atividades que eram desenvolvidas por estes órgãos impactavam nos setores científicos e industriais, usuários das técnicas biotecnológicas tradicionais.

A partir da década de 80, os planos de desenvolvimento do governo federal foram substituídos pelos planos de estabilização, que procuravam combater a inflação e estabilizar a economia. O modelo do Estado nacionalista e intervencionista foi substituído pelo modelo

“mercado - livre iniciativa - internacionalização”. A tônica passa a ser a do Estado mínimo, reduzindo sua dependência burocrática, o que levou à extinção desordenada de vários órgãos do Executivo. A Constituição Federal de 1988 reflete esse momento, definindo o papel do Estado como promotor e incentivador do desenvolvimento científico e tecnológico no Brasil (art. 218), em substituição ao Estado regulador e fiscalizador (CALDAS, 2001).

Contudo, este difícil momento de crise financeira do Estado brasileiro acabou por gerar grandes perdas para o desenvolvimento científico-tecnológico brasileiro, especialmente na área da pesquisa agrícola, conforme aponta Salles Filho e Bonacelli (2007). Esses autores denominam a década de 80 como a “Década da Diáspora” para a C&T brasileira, com o rompimento de compromissos históricos entre o Estado e as Organizações de Pesquisa Pública (OPP):

Como resultado, criaram-se quatro tipos de trajetórias: os *path finders*, os *path founders*, os *survivors* e os *path losers*. Algumas OPPs adaptaram seu ambiente original a partir da revisão de suas práticas de trabalho, buscando recursos e saídas para a falta de suporte das políticas e do orçamento público (*path finders*); outras construíram trajetórias diferentes das suas missões originais, diversificando competências e áreas de atuação (*path founders*); algumas, com atitudes tímidas e mais relacionadas ao lobbying político, puderam sobreviver sem grandes mudanças institucionais (mudanças cosméticas, como nome, revisão de organogramas etc.) e sem sair do estrangulamento imposto pelas condições de então (*survivors*); e uma quarta trajetória ilustrada pelos "perdedores" (*path losers*), ou seja, instituições que se perderam no caminho e foram extintas ou fundidas por falta de opção melhor.

Em relação ao desenvolvimento da biotecnologia, é na década de 80 que surgem no país as primeiras empresas de base tecnológica e cria-se o primeiro programa governamental de fomento à biotecnologia, o Programa Nacional de Biotecnologia (PRONAB), no âmbito do CNPq. A biotecnologia aqui era tratada no seu sentido amplo, sendo que o programa foi criado para dar suporte ao desenvolvimento e utilização de técnicas biotecnológicas, visando atender, especialmente, os interesses do setor industrial, como: cultura de tecidos vegetais, fermentação, cultura de células, inclusive células humanas e imunobiológicos entre outros. Além disso, a estratégia adotada pelo programa foi apoiar pesquisas que tinham como objetivo a disseminação de conhecimento básico em áreas relativas à biotecnologia (biologia molecular, imunologia, microbiologia) (AUCÉLIO; SANT’ANA, 2006).

Destaca-se ainda nesta época a criação de outro programa pelo CNPq, o Programa Integrado de Doenças Endêmicas (PIDE), que não se direcionou ao desenvolvimento da biotecnologia, mas foi essencial para criar competência nacional nas áreas básicas

relacionadas a essa matéria, tais como: bioquímica, biologia molecular e celular, imunologia e parasitologia básica.

Em 1984, com financiamento do Banco Mundial, foi lançado o Programa de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico (PADCT) – Fase I (1984-89), sendo que biotecnologia era uma das ações que o compunham (Subprograma de Biotecnologia/SBIO). Este Programa, em sua primeira fase, concentrou suas ações na formação de recursos humanos e na melhoria da infra-estrutura dos centros de pesquisa, visando o desenvolvimento de competências nas áreas de ciências básicas (biologia molecular, bioquímica, imunologia e engenharia genética). As áreas de atuação contempladas naquele momento foram saúde, agricultura e energia e foram investidos US\$24,0 milhões na sua primeira fase (ASSAD; AUCÉLIO, 2004).

Em 1985, cria-se na estrutura de governo o Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT), responsável, desde então, pela formulação e implementação da política nacional de pesquisa científica, tecnológica e inovação, cujo objetivo é transformar o setor em componente estratégico do desenvolvimento econômico e social do Brasil²².

Em 1987, foi lançado um programa de grande impacto no desenvolvimento da pesquisa científica e tecnológica no Brasil, o Programa de Recursos Humanos para Atividades Estratégicas – Programa RHAE. Este Programa visou à promoção da formação de recursos humanos em desenvolvimento e inovação tecnológica, sendo que a sua característica mais impactante e inovadora foi a possibilidade de financiar projetos que podiam ser também elaborados em parcerias com outras instituições, públicas ou privadas, inclusive empresas, intensificando o relacionamento entre indústria e universidades.

A biotecnologia foi uma das áreas apoiadas pelo RHAE desde seu início²³. Graças a esse programa, inúmeras empresas nacionais de base tecnológica internalizaram atividades de PD&I e ganharam *know-how* no estabelecimento de parcerias com universidades e institutos de pesquisa para o desenvolvimento de novos produtos biotecnológicos.

Pois bem, na década de 90 o modelo de industrialização por substituição de importações está esgotado e é preciso mudar a agenda pública do país. A presença de um Estado ativo e eficiente ganha destaque como condição favorável à modernização econômica.

²² O MCT conta em sua estrutura com o Conselho Nacional de Ciência e Tecnologia (CCT/MCT), cuja missão é assessorar o Presidente da República na formulação da política nacional de desenvolvimento científico e tecnológico do país.

²³ A partir do final dos anos 90, o programa RHAE foi reestruturado, passando a ser coordenado pelo CNPq, e tendo sua ação voltada para a área de Tecnologia Industrial Básica/TIB. Não existe mais apoio em temas específicos como, por exemplo, biotecnologia ou nanotecnologia.

Esta abordagem institucional leva à independência do Estado em face de interesses de caráter privado com capacidade de inserção na sociedade (Estado ativo, com alto poder regulatório), mas garantindo ao mesmo tempo em que ele tenha respaldo político para implementar a agenda pública. (DINIZ, 2000; EVANS, 2007).

Entretanto, nesse novo contexto, pouco ou nada se fez em relação à formulação de uma política industrial propriamente dita. A exceção foi o Plano Collor que, reduzindo as alíquotas do imposto de importação, provocou uma abertura da economia que forçou a reestruturação produtiva de grande parte da indústria. Essa abertura, no entanto, não obedeceu a critérios que pudessem ser considerados como parte de uma política industrial consistente e conseqüente. Esse mesmo Plano iniciou o processo de desestatização, que consistia em transferir para a iniciativa privada, por meio de leilões públicos, as empresas estatais. A exemplo da abertura comercial, o processo de privatização não se relacionava a estratégias que fizessem parte de uma política industrial.

Vários órgãos ligados à pesquisa agrícola são extintos nesta época, como o Instituto Brasileiro do Café (IBC), o Planalsucar e a Empresa Brasileira de Extensão Rural (EMBRATER). Entretanto, em 1992 é criado o Sistema Nacional de Pesquisa Agrícola (SNPA) (autorizado pela Lei nº 8.171/91). O SNPA é constituído pela Embrapa (e suas unidades), pelas Organizações Estaduais de Pesquisa (OEPAS), pelas universidades e institutos de pesquisa de âmbito federal ou estadual, bem como por outras organizações públicas e privadas direta ou indiretamente vinculadas à atividade de pesquisa agropecuária²⁴.

Posteriormente, o Governo de Fernando Henrique Cardoso consolidou os planos de privatização da economia brasileira, com forte poder tecnocrático, deslocando para a arena parlamentar a administração dos conflitos e expressão das demandas e interesses do setor privado.

Pode-se afirmar que, até o fim dos anos 90, não existiu quaisquer tipo de ações conjuntas e/ou coordenadas que pudessem ser consideradas como política industrial brasileira. O surgimento das Câmaras Setoriais, no início dos anos 90, que representava uma tentativa de nova forma de articulação entre os setores público e privado para resolver problemas específicos de determinadas cadeias produtivas²⁵, não passou de uma intervenção pontual e específica. Qualquer decisão política no sentido de formular e implementar uma política industrial nesta época seria dificilmente implementada. Isto porque o viés ideológico

²⁴ www.embrapa.br Acesso em 30 de março de 2011.

²⁵ Foram instaladas Câmaras Setoriais para o setor automotivo, setor de bens de capital, de eletroeletrônicos, da indústria naval e outras. No entanto, apenas a Câmara do Setor Automotivo obteve sucesso

dominante era a anti-política industrial, cristalizado por anos de predomínio do pensamento econômico neoliberal e pelas recentes más lembranças deixadas pelos velhos modelos de intervenção estatal na economia.

Em relação às políticas públicas para o desenvolvimento científico e tecnológico, viu-se que já nessa época o Estado deveria concentrar as suas ações para exercer um papel de promotor e incentivador, conforme dispunha o art. 218 da Constituição Federal. Contudo, infelizmente é a estrutura burocrática do Estado que prevalece, especialmente no que diz respeito ao funcionamento das instituições de ciência e tecnologia. Conforme explica Caldas (2001:9):

Quando se examina o papel do Estado na atividade de C&T, os “moduladores” da cadeia de atividades de desenvolvimento científico e tecnológico ainda residem no Ministério da Fazenda (recurso financeiro) e nas instâncias de controle (SIAFI, TCU etc). A estrutura burocrática do Estado, apoiada na miríade de leis, decretos, portarias e normas internas se preocupa essencialmente no “como fazer”, sem atentar para o fato de que a ação do Estado deveria ser centrada no “que fazer” e nos “resultados” dos investimentos que a sociedade faz, como por exemplo, no caso de CT&I.

Não houve nenhum tipo de ação organizada no sentido de estabelecer diretrizes ou políticas voltadas para a reestruturação de um conjunto de organizações que claramente precisava de políticas de suporte depois do estrangulamento financeiro da década de 80, o que levou à extinção de inúmeras organizações de pesquisa pública, especialmente no âmbito estadual (SALLES FILHO, BONACELLI, 2007). Contudo, algumas ações são importantes na década de 90 para promover o desenvolvimento científico e tecnológico brasileiros.

Em 1990, o governo federal começa a dar importância às políticas públicas de apoio à Ciência e Tecnologia editadas pelos estados brasileiros, que supriam os esforços federais para solucionar problemas científicos e tecnológicos locais. Tais políticas públicas eram implementadas pelas Fundações de Amparo à Pesquisa (FAPs), sendo que nesta época 4 delas se destacavam em sua atuação: Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio Grande do Sul (FAPERGS), Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro (FAPERJ) e Fundação de Amparo à Pesquisa de Minas Gerais (FAPEMIG)²⁶. Especificamente em relação à biotecnologia, importantes programas estaduais de apoio ao seu desenvolvimento foram executados por estas Fundações, em especial em Minas Gerais e no Rio de Janeiro, onde

²⁶ Atualmente existem 23 Fundações de Amparo a Pesquisa no Brasil: 22 Estados mais o Distrito Federal (www.confap.org.br) Acesso em 20 jan 2011.

podemos destacar a criação das incubadoras de base biotecnológica: BioMinas e BioRio, ambas ligadas à biotecnologia na área médica.

Conforme explica Aucélio e Sant’Ana (2006, p.256), *“além de contribuir para a consolidação de competências, os programas estaduais tiveram um papel relevante ao induzir a criação de núcleos de pesquisa na área de biotecnologia e no surgimento de pequenas empresas biotecnológicas”*.

Ainda na década de 90 foram lançadas as Fases II e III do PADCT. Foi no PADCT Fase II (1990-1996) que se iniciaram os primeiros esforços de indução das parcerias universidade-empresa, sendo que no PADCT/SBIO foram apoiados projetos que geraram produtos ou pré-produtos biotecnológicos como a “insulina humana”, o plástico biodegradável, a pele sintética na forma de película e os primeiros avanços na área de plantas geneticamente modificadas. O total de recursos aplicados nesta fase foi de US\$41,0 milhões (ASSAD; AUCÉLIO, 2004).

A Fase III do PADCT (1997-2002) continuou nesta mesma linha, apoiando projetos cooperativos que pudessem atrair o investimento privado. Seus temas prioritários foram biologia molecular, engenharia genética e biossegurança, mas também apoiou o desenvolvimento de áreas básicas do conhecimento nesta área, tais como bioquímica, fisiologia, microbiologia, genética e agronomia.

Outra ação importante voltada ao desenvolvimento da biotecnologia no Brasil ocorrida também no início dos anos 2000 foi a criação, pelo Governo Federal, no âmbito do Plano Plurianual de Governo, do Programa Nacional de Biotecnologia e Recursos Genéticos – Genoma, coordenado pelo Ministério de Ciência e Tecnologia, em estreita parceria com o CNPq e Finep. Entre os objetivos do Programa estava o de apoiar ações de conservação de recursos genéticos e desenvolvimento de produtos e processos biotecnológicos relevantes para a produção industrial, agropecuária e saúde humana.

Mas é no final da década de noventa que surge uma nova forma de garantir recursos para as políticas de desenvolvimento científico e tecnológico no Brasil: as fontes de financiamento fiscal, com a criação dos Fundos Setoriais, a partir de 1999. Os Fundos Setoriais constituem-se em mecanismos de financiamento de CT&I baseados na constituição de receitas adicionais ao orçamento fiscal, derivada da exploração ou concessão de um determinado setor da atividade econômica. Os recursos auferidos são alocados no Fundo Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (FNDCT) e daí distribuídos para apoiar ações dos Fundos Setoriais específicos, criados por lei, cujo objetivo é eliminar gargalos e obstáculos à competitividade do setor produtivo nacional.

Ao todo, foram criados 16 Fundos Setoriais para aplicação de recursos em áreas específicas, sendo a biotecnologia uma delas. As outras foram: aeronáuticas, agronegócio, região amazônica, aquaviárias, energia elétrica, espaciais, recursos hídricos, informática, infraestrutura, mineral, petróleo e gás, saúde, transportes, telecomunicações e o Fundo Verde-Amarelo, destinado especificamente a promover a interação entre universidade-empresa.

O Fundo Setorial de Biotecnologia foi criado em 2001 pelo Congresso Nacional (Lei nº 10.332/2001), e tem como foco promover a formação e capacitação de recursos humanos; fortalecer a infra-estrutura nacional de pesquisas e serviços de suporte; expandir a base de conhecimento da área; estimular a formação de empresas de base biotecnológica e a transferência de tecnologias para empresas consolidadas; realizar estudos de prospecção e monitoramento do avanço do conhecimento no setor.

A Finep e o CNPq são seus executores, sendo que a origem dos recursos deste Fundo é uma parcela da Contribuição de Intervenção no Domínio Econômico (CIDE) (7,5%), cuja arrecadação advém da incidência de alíquota de 10% sobre a remessa de recursos ao exterior para pagamento de assistência técnica, royalties, serviços técnicos especializados ou profissionais. Segundo dados disponíveis no site do MCT sobre o FNDCT²⁷, em 2010 foram arrecadados R\$ 58,1 milhões para este Fundo, sendo que foram efetivamente gastos apenas R\$ 19,2 milhões deste total no fomento a projetos institucionais para a pesquisa no setor de biotecnologia. Este resultado demonstra que é preciso uma gestão mais eficiente dos recursos deste Fundo.

Outro fato que iria mudar o contexto institucional para o desenvolvimento da biotecnologia no Brasil foi o lançamento da Política de Desenvolvimento Produtivo (2008) e, mais especificamente, da Política de Desenvolvimento da Biotecnologia (2007), conforme se verá a seguir.

2.1.1 - O processo de construção da Política de Desenvolvimento Produtivo (PDP) e da Política de Desenvolvimento da Biotecnologia (PDB)

Pois bem, a idéia de fortalecimento da presença de um Estado ativo, em estreita cooperação com o setor privado, como condição essencial para a modernização econômica veio se fortalecendo cada vez mais no Brasil a partir do fim da década de 90. Neste contexto,

²⁷ www.mct.gov.br Acesso em 20 jan2011.

o fluxo de informações entre os agentes econômicos e atores estatais teve que ser reforçado para se obter sucesso.

O Governo do Presidente Luiz Inácio da Silva parece ter adotado esta idéia, buscando, desde sua implantação, aumentar o contato com o empresariado, através de canais de comunicação com associações empresariais de cúpula. Antigas associações empresariais foram fortalecidas e assumiram papel de destaque nas negociações com o Governo, como é o caso da Confederação Nacional das Indústrias (CNI) e da Federação das Indústrias do Estado de São Paulo (Fiesp).

Em 2002, a idéia das Câmaras Setoriais de cadeias produtivas criadas no âmbito do Governo Collor foi retomada, com a denominação de “Fóruns de Competitividade – Diálogo para o Desenvolvimento”. Estes Fóruns foram constituídos para diversas cadeias produtivas²⁸, sendo a biotecnologia uma delas, e o processo de seleção dos setores obedecia ao potencial de cada um em relação às variáveis de emprego e renda; desenvolvimento regional; exportação e competição com importação.

Outra mudança que demonstrou a clara tentativa do Governo daquela época de fortalecer o relacionamento com o setor produtivo foi a nomeação de empresários altamente reconhecidos pelo setor para ocupar cargos no Executivo. Foi o caso do empresário do ramo alimentício Luiz Fernando Furlan, que assumiu a pasta do Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior (MDIC) e do empresário do agronegócio Roberto Rodrigues, que assumiu a pasta do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA).

O diálogo com o setor produtivo buscou favorecer o intercâmbio de informações, gerar transparência e flexibilidade, reduzir incertezas e garantir credibilidade para a articulação de coalizões entre o setor público e privado essenciais para o sucesso de qualquer proposta econômica.

Um dos resultados do fortalecimento deste diálogo foi a edição, em fins de 2003, da Política Industrial, Tecnológica e de Comércio Exterior – PITCE. O modo como esta política industrial foi estruturada representou um esforço no sentido de redefinir o papel do Estado brasileiro, visando atender as exigências de retomada do desenvolvimento nacional dentro do contexto da nova ordem mundial globalizada. A idéia era romper com antigas práticas de representação de interesses polarizadas, focando o papel do Estado e suas relações com o mercado e sociedade a partir da ótica do jogo de soma positiva.

²⁸ 17 no princípio

A PITCE vigorou de 2004 a 2008, tendo sido substituída pela Política de Desenvolvimento Produtivo (PDP), que, assim como a anterior, foi formulada com base em uma colaboração estratégica entre governo, empresas e entidades do setor privado representativas da sociedade brasileira (padrão tripartite), tendo em vista resolver problemas identificados por esses atores no setor produtivo da economia. Não há mais uma coordenação centralizada no Estado, como as políticas industriais brasileiras anteriores. A PDP propôs que governo e setor privado interajam para identificar problemas e encontrar soluções.

O objetivo central da PDP foi dar sustentabilidade ao crescimento econômico brasileiro de longo prazo mediante amplo e firme apoio à formação de capital e à inovação. Seus desafios podem ser assim resumidos: ampliar capacidade de oferta; preservar robustez da balança de pagamentos brasileira; elevar a capacidade de inovação e fortalecer as micro e pequenas empresas.

A PDP teve caráter pragmático, traduzido em medidas concretas de implementação imediata, em cooperação com o setor privado e direcionada para enfrentar os seus desafios. Fortalecer a interlocução com o setor privado foi decisivo para a operacionalização da PDP, ao mesmo tempo em que ela buscou construir, com transparência, compromissos compartilhados entre governo e setor privado. Para tanto, foram definidas metas quantitativas explícitas, tanto no nível de macrometas, como também de metas específicas para cada um dos setores econômicos contemplados na política. Estas metas foram resultado das discussões entre o setor privado e reflexão do governo.

Entretanto, qualquer estratégia de política institucional apresenta duas questões centrais: comando político e coordenação²⁹. Em primeiro lugar, e acima de tudo, a adoção de uma política industrial como estratégia de desenvolvimento deve ser objeto de decisão política e esta estratégia deve ser comandada por uma liderança política incontestável (pode-se sugerir que seja um ministro de estado, o vice-presidente ou mesmo o próprio Presidente da República), assegurando a articulação das instituições executoras e possibilitando melhor coordenação das ações (SUZIGAN; FURTADO, 2006). Também é essencial a existência de uma organização institucional ágil, com forte comando político e amplamente reconhecido como liderança, órgãos colegiados deliberativos, e instituições executoras articuladas.

O Brasil, antes da edição da PITCE e, posteriormente, da PDP, já contava com instituições executoras eficientes em áreas como financiamento (por exemplo, o Banco

²⁹ Essa assertiva é válida tanto em termos de políticas macro-institucionais, como as emanadas pelo Poder Público, como em termos de políticas micro-institucionais, cuja abrangência envolve apenas a organização específica ou um pequeno grupo delas.

Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social - BNDES), apoio a atividades de P&D e Inovação (MCT/Finep/Fundos Setoriais, Fundações Estaduais de Amparo à Pesquisa, entre outros), promoção comercial e fomento à exportação (Ministério das Relações Exteriores e Agência Brasileira de Promoção de Exportações e Investimentos/APEXBrasil), e outras.

Entretanto, observava-se uma fraca articulação entre elas para atingir determinados objetivos e, sobretudo, entre os instrumentos e as demandas das empresas, e, mais importante: o comando político e a capacidade de coordenação — funções por excelência da política industrial — eram dificultados pela superestrutura organizacional e burocratização do processo decisório.

A PDP (e antes dela a PITCE) tentou resolver estes problemas com a previsão de uma forte estratégia de gestão e coordenação, não somente dentro do Executivo, mas também deste com o setor produtivo nacional. Para funcionar, esta política exige um grande esforço de coordenação, seja para integrar as ações governamentais, seja para viabilizar a interlocução com o setor privado.

Para garantir esta colaboração estratégica é que foi criada, ainda no âmbito da PITCE, uma instância de articulação de instrumentos e medidas, a Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial (ABDI), regulamentada em fevereiro de 2005, que funciona como espécie de agência executiva da política industrial brasileira. A forte articulação com o setor privado é garantida pelo fato de que o Conselho deliberativo da ABDI é composto por representantes do Poder Executivo e da sociedade civil³⁰.

Além da ABDI, criou-se também o Conselho Nacional de Desenvolvimento Industrial, que é presidido pelo Ministro do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior e integrado por outros treze ministros, pelo presidente do BNDES e outros quatorze representantes da iniciativa privada e dos trabalhadores. Ele atua como instância superior de debate, aperfeiçoamento, validação e monitoramento da PDP, analisando a evolução dos programas, possíveis realinhamentos e novas oportunidades de programas e iniciativas no âmbito da política.

Tanto a ABDI como o Conselho podem ser vistos como canais institucionalizados para a negociação contínua de metas e programas específicos que atendam os interesses da política industrial brasileira. Além disso, a PDP também previa o fortalecimento e o

³⁰ São eles: Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio, Ministério da Ciência e Tecnologia, Ministério da Fazenda, Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão, Ministério da Integração, Casa Civil, BNDES e IPEA, além da CNI, APEX-Brasil, Confederação Nacional do Comércio, Serviço Brasileiro de Apoio a Micro e Pequenas Empresas, Confederação Única dos Trabalhadores, IEDI e Amprotec

aprimoramento dos mecanismos de interlocução com o setor privado, através da realização de fóruns, debates em câmaras de desenvolvimento, câmaras setoriais, câmaras temáticas e grupos de trabalho.

O Fórum de Competitividade em Biotecnologia, criado em 2004 e que reúne representantes do governo, setor empresarial, academia e sociedade civil, é exemplo destes mecanismos de interlocução que gerou resultados que foram incorporados à PDP.

Ele é composto por representantes do Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio, Ministério da Saúde, Ministério da Ciência e Tecnologia, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, Ministério da Educação, Ministério do Meio Ambiente e Recursos Renováveis, Ministério do Desenvolvimento Agrário, Ministério da Justiça, BNDES, Finep, Instituto Nacional de Propriedade Industrial (INPI), Instituto Nacional de Metrologia (INMETRO), Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), CNPq, Capes, Embrapa, Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e Recursos Renováveis (IBAMA), Serviço Brasileiro de Apoio a Micro e Pequenas Empresas, ABDI, CNI, Confederação Nacional da Agricultura (CNA), governos estaduais, setor empresarial³¹, setor acadêmico, sociedade civil, comunidades tradicionais e povos indígenas (Portaria MDIC n.º 35/2007, depois substituída pela Portaria MIDIC n.º 161/2009).

Este Fórum tem como meta garantir que, dentro de dez a quinze anos de sua criação (2014 a 2019), o Brasil esteja entre os cinco países líderes na indústria biotecnológica em termos de sua participação no comércio mundial e está estruturado em um Grupo Coordenador e seis Grupos Setoriais, sendo que a biotecnologia agrícola é um deles. Ele se reúne periodicamente, sendo que em 2010 ocorreram 2 reuniões do Fórum e 5 reuniões de seus Grupos de Trabalho (ABDI, 2010).

Como resultado das discussões ocorridas no âmbito deste Fórum, a biotecnologia foi incluída como um dos programas mobilizadores de áreas estratégicas da Política de Desenvolvimento Produtivo (PDP-Biotec), que teve como objetivos, a princípio: (i) ampliar a produção industrial brasileira de produtos e processos por rota biotecnológica; (ii) expandir e fortalecer a base e a infraestrutura científica e tecnológica do país, e (iii) disseminar a cultura de biotecnologia.

³¹ O Relatório Anual de 2010 apresentado pelo Comitê Nacional de Biotecnologia estima que o Fórum de Biotecnologia conta com a representação, de forma direta ou indireta, de cerca de 300 entidades e empresas, sendo que o cadastro de empresas promovido pela Secretaria de Inovação da ABDI levantou um número inicial de 930 empresas no setor (ABDI, 2010).

Para atingir tais objetivos, foram apresentados originalmente três ações que, no segundo semestre de 2009 se transformaram em seis: (i) pesquisa, desenvolvimento e inovação em biotecnologia; (ii) estímulo ao investimento na biotecnologia; (iii) aperfeiçoamento do marco regulatório; (iv) promoção da cultura da biotecnologia; (v) ampliação da infraestrutura para a biotecnologia e (vi) capacitação de recursos humanos.

Contudo, talvez a contribuição mais importante do Fórum de Biotecnologia tenha sido o advento da Política de Desenvolvimento da Biotecnologia/PDB, (Decreto nº 6041/ 2007), que criou o Comitê Nacional de Biotecnologia (CNB), responsável por coordenar a implementação tanto da PDB como da PDP/Biotec, visando o desenvolvimento da indústria brasileira e a utilização da biotecnologia pela sociedade.

Atualmente esse Comitê é composto por 21 membros de diversas esferas do governo federal, com representantes do Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio, que o coordena, da Casa Civil e dos Ministérios da Saúde, Ciência e Tecnologia, Agricultura, Pecuária e Abastecimento, Meio Ambiente, Educação, Desenvolvimento Agrário, Justiça, Defesa e Pesca e Aquicultura. Além destes, conta também com representantes do INPI, ANVISA, CNPq, Embrapa, BNDES, Finep, Capes, Fundação Oswaldo Cruz e Instituto Nacional de Metrologia, sendo a ABDI, sua Secretaria Executiva.

Segundo o Relatório Anual de 2010 apresentado por este Comitê, no biênio 2008-2010, o Governo Federal fomentou a P&D de 110 biotecnologias, investindo R\$92 milhões. Do total destes recursos, aproximadamente R\$43 milhões foram para desenvolvimento de 18 biotecnologias ligadas à agropecuária. Além disto, 24 projetos cooperativos foram financiados pelo FNDCT, em um total de R\$97, 2 milhões investidos e foram ampliados os financiamentos para seis centros de biotecnologia avançada, sendo dois deles relacionados à agricultura (ABDI, 2010).

Muito embora as metas inicialmente propostas para a PDP-Biotec tenham sido alcançadas, este mesmo relatório mostra que isto não resultou em uma mudança sensível no panorama da biotecnologia e nas expectativas das empresas do setor, sendo que os avanços ocorreram quase que exclusivamente no marco institucional.

Segundo o Relatório apresentado pelo CNB, existem ainda vários problemas cuja solução será buscada neste próximo triênio (2011-2014). Entre eles está a (i) imaturidade comercial das empresas que atuam no setor, que são em sua maioria micro e pequenas empresas de origem acadêmica; (ii) problemas relacionados à estrutura do negócio (falta de apoio aos núcleos (*clusters*) de Biotecnologia, incertezas jurídicas em relação ao marco regulatório de acesso aos recursos genéticos, desajustes nas questões de biossegurança para

registro e autorização de produtos, demora na concessão de patentes, entre outros); (iii) problemas de infraestrutura (adequação de biotérios e centros de recursos biológicos às normas internacionais e falta de estações quarentenárias) e, ainda, (iv) problemas culturais em relação aos transgênicos e ao acesso à biodiversidade (ABDI, 2010).

Fato é que um dos objetivos da Política de Desenvolvimento da Biotecnologia lançada em 2007 era permitir o aperfeiçoamento da articulação entre os diferentes órgãos de governo e a aproximação de suas distintas visões em relação às ações do governo em favor do desenvolvimento da biotecnologia no Brasil. Conforme expressado pelo próprio Comitê Nacional de Biotecnologia, no Relatório Anual de 2010:

Quando o tema Biotecnologia, ou qualquer outro, é tratado de forma restrita ao viés do interesse de um Ministério em particular, a Política de Biotecnologia deixa de ser uma política de governo e fica perdida qualquer possibilidade de se contribuir para a melhoria da competitividade das empresas brasileiras e a melhoria de vida do cidadão. (ABDI, 2010:12)

Apesar de alguns avanços, muito ainda precisa ser feito nesta área, principalmente em relação ao aperfeiçoamento de alguns marcos regulatórios, visando garantir a criação de um ambiente institucional que realmente favoreça o desenvolvimento da biotecnologia no Brasil, contribuindo para o desenvolvimento econômico-social do país e criando-se mecanismos eficientes para fazer com esta Política saia do plano estratégico (nível macro e mesoinstitucional) e atinja efetivamente o nível técnico-operacional (nível microinstitucional).

2.2 – MARCO REGULATÓRIO DE BIOSSEGURANÇA

Pois bem, com o desenvolvimento da biotecnologia agrícola, importantes questões a respeito da avaliação de possíveis impactos sobre a saúde humana e, principalmente, sobre o meio ambiente, com o controle desta tecnologia por meio de regras claras e eficientes de biossegurança, assumiram um papel estratégico nas discussões sobre o assunto.

Os riscos potenciais de uma planta geneticamente modificada estão associados ao novo DNA introduzido na planta, tanto do ponto de vista de seus efeitos intencionais (conferir resistência a determinado herbicida, por exemplo)³², como de seus efeitos não-intencionais³²,

³² Estes efeitos não-intencionais são tecnicamente denominados de “efeitos pleiotrópicos”. Por exemplo, no caso de uma planta geneticamente modificada para resistência a insetos haveria, certamente, um decréscimo muito

que podem ser previsíveis ou não (mudanças morfológicas na planta ou alteração da composição química da mesma, aumento da toxicidade ou alergenicidade da planta³³). Quando se pensa em segurança alimentar, os seguintes aspectos devem ser considerados: potencial alergênico do alimento, digestibilidade, toxicidade e risco teratogênico³⁴, entre outros.

Mas é do ponto de vista da avaliação da segurança ambiental desta tecnologia que se deve tomar mais atenção. A introdução de plantas geneticamente modificadas no meio ambiente apresenta riscos potenciais do ponto de vista ecológico, tais como a origem de novas plantas daninhas, amplificação dos efeitos de plantas daninhas já existentes, danos a espécies não-alvo, efeitos adversos em processos dos ecossistemas, perda de diversidade biológica, fluxo gênico e outros³⁵. Tal fato merece especial atenção dos países detentores de megadiversidade, como é o caso do Brasil.

Para avaliar os riscos potenciais dos produtos geneticamente modificados, tanto ambientais como alimentares, diferentes princípios, estratégias e novas metodologias para avaliar a segurança de um produto geneticamente modificado vêm sendo discutidos por especialistas do mundo inteiro.

Um dos princípios mais discutidos nessa área é o chamado “Princípio da Precaução”. Este Princípio foi definido na Conferência das Nações Unidas para o Meio Ambiente e Desenvolvimento, reunida no Rio de Janeiro em 1992, em que se aprovou a chamada “Declaração do Rio de Janeiro” e tem sido amplamente discutido deste então.

O Princípio 15 desta Declaração estabelece que o princípio da precaução deve ser amplamente observado pelos Estados visando à proteção do meio ambiente. Segundo o mesmo, deve-se agir quando houver ameaças de danos sérios e irreversíveis, ainda que haja incerteza sobre as evidências. A ausência de absoluta certeza científica não deve ser utilizada como razão para postergar medidas eficazes e economicamente viáveis para prevenir a degradação ambiental.

grande sobre a população deste organismo. Os efeitos que este fato acarreta sobre a população de predadores daquele tipo de inseto e sobre os predadores destes predadores é que são denominados “efeitos pleiotrópicos”.

³³ Diz respeito ao potencial de reação tóxica ou alérgica dos seres humanos e animais à ingestão dos alimentos transgênicos

³⁴ Diz respeito às anomalias e malformações ligadas a uma perturbação do desenvolvimento embrionário ou fetal de seres humanos ou animais.

³⁵ A preocupação com tais riscos iniciou-se em 1989, mediante documento preparado por especialistas da Sociedade Ecológica Americana (ESA) (MOONEY; RISSER, 1989)

Este princípio foi expressamente acolhido pelo ordenamento jurídico brasileiro quando da assinatura, ratificação e promulgação de duas importantes convenções internacionais:

- Convenção da Diversidade Biológica, que assim dispõe em seu Preâmbulo: *“Observando também que, quando exista ameaça de sensível redução ou perda de diversidade biológica, a falta de plena certeza científica não deve ser usada como razão para postergar medidas para evitar ou minimizar essa ameaça...”*
- Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre a Mudança do Clima, que assim dispõe em seu art. 3º, ratificado pelo Congresso Nacional pelo Decreto nº 2.652/98: *“Princípios - 3. As partes devem adotar medidas de precaução para prevenir, evitar ou minimizar as causas da mudança do clima e mitigar seus efeitos negativos. Quando surgirem ameaças de danos sérios ou irreversíveis, a falta de plena certeza científica não deve ser usada como razão para postergar essas medidas, levando em conta que as políticas e medidas adotadas para enfrentar a mudança do clima devem ser eficazes em função dos custos, de modo a assegurar benefícios mundiais ao menor custo possível”.*

As duas Convenções apontam as finalidades do emprego deste princípio, ou seja, evitar ou minimizar os danos ao meio ambiente, sendo que interessa-nos aqui o Princípio da Precaução adotado pela Convenção da Diversidade Biológica (CDB).

Deve ficar bem claro que no princípio da precaução não se exige “risco zero” (até porque isto seria impossível), mas sim que, na presença de riscos potenciais, os mesmos devem ser minimizados tanto quanto possível. Conforme nos ensina o eminente professor Paulo Affonso Leme Machado, *“a implementação do princípio da precaução não tem por finalidade imobilizar as atividades humanas. Não se trata da precaução que tudo impede ou que em tudo vê catástrofes ou males.”* (MACHADO, 2003, p.56)

Também de acordo com o Machado (2003, p.66), citando os ensinamentos do economista Gerd Winter, aos quais se filia, é preciso haver um balanceamento entre o risco potencial da atividade e seus benefícios potenciais, dentro da ótica da precaução:

A participação do Poder Público não se direcionaria exatamente à identificação e posterior afastamento dos riscos de determinada atividade. À pergunta ‘causaria A um dano?’ seria contraposta a indagação ‘precisamos de A’. Não é o risco, cuja identificação torna-se escorregadia no campo político e técnico-científico, causado por uma atividade que deve provocar alterações no desenvolvimento linear da atividade econômica. Porém, o esclarecimento da razão final do que se produz seria o ponto de partida de uma política que tenha em vista o bem-estar de uma comunidade. No questionamento sobre a própria razão de existir de uma determinada atividade, se colocaria o início da prática do princípio da precaução.

Ao analisarmos o princípio da precaução em face da engenharia genética, devemos nos lembrar que em biologia, uma análise de risco é muito mais complexa que em outras áreas, sendo por este motivo recomendável que, no desenvolvimento de pesquisas envolvendo a biotecnologia, a análise de risco seja feita passo a passo, abrindo-se possibilidades de escolha de rotas alternativas ou de medidas mitigatórias que venham a minimizar os riscos da pesquisa, desde a fase laboratorial, passando pela pesquisa em regime de contenção até a liberação no meio ambiente em larga escala. Sempre que não for possível manejar os riscos existentes, a precaução é o caminho indicado, devendo ser suspensas as pesquisas.

Outro importante princípio discutido nesta área é o chamado “princípio da equivalência substancial” (ES). Este princípio foi estabelecido claramente em 1993, pela OECD e vem sendo utilizado na avaliação da segurança alimentar dos produtos geneticamente modificados.

Ele se baseia na idéia de que alimentos já existentes podem servir como base para a comparação do alimento geneticamente modificado. Faz-se então uma avaliação comparativa dos aspectos agronômicos, composição química e efeitos biológicos entre o alimento convencional e o transgênico. A aplicação do princípio da equivalência substancial auxilia na identificação de similaridades e possíveis diferenças entre o alimento convencional e o novo produto, que é, então, submetido à avaliação toxicológica posterior (LAJOLO; NUTTI, 2011).

O princípio da equivalência substancial mostrou-se extremamente prático e tem sido objeto de discussão nos principais foros internacionais sobre o assunto. Ele tem servido de base para avaliação da segurança alimentar de produtos geneticamente modificados em vários países, inclusive no Brasil, conforme Resolução Normativa nº 05/2008 da Comissão Técnica Nacional de Biossegurança (CTNBio) .

Pois bem, todos esses aspectos da biossegurança devem ser analisados pelos tomadores de decisão em relação à questão dos transgênicos e contar com uma estrutura regulatória eficaz, capaz de garantir a correta avaliação de risco desta tecnologia é um desafio imposto a todos aqueles países onde a mesma é utilizada.

Nesse sentido, o Brasil possui um dos mais avançados marcos regulatórios envolvendo a questão da biossegurança de organismos geneticamente modificados do mundo, sendo a pesquisa com organismos geneticamente modificados no Brasil regulada passo a passo, desde 1995, quando foi editada a primeira norma a tratar da questão da biossegurança no país (Lei nº 8.974/1995).

Todavia, a evolução das discussões acerca da adoção dos transgênicos, não só no Brasil como no mundo, principalmente após os conflitos surgidos entre a comunidade científica e os ambientalistas, levou à necessidade de uma reestruturação da legislação brasileira sobre a matéria.

Os problemas em relação à aplicação da Lei nº 8.974/1995 surgiram a partir de 1998, quando ocorreu a primeira aprovação comercial de um organismo geneticamente no Brasil, a soja geneticamente modificada tolerante ao herbicida à base de glifosato (a chamada “soja *Round Ready*”), de propriedade da empresa Monsanto do Brasil Ltda. A partir dessa aprovação, uma série de questionamentos a respeito da eficácia da legislação de biossegurança brasileira foi levantada, resultando na abertura de um amplo e polêmico processo de discussão à respeito da adoção ou não dessa tecnologia no país, reflexo do que se discutia em âmbito mundial.

A questão era extremamente polêmica e teve desdobramentos tanto no âmbito do Poder Judiciário, como do Executivo e Legislativo brasileiros, em uma discussão que envolveu toda a sociedade. O resultado de toda essa polêmica foi o estabelecimento de um quadro regulatório extremamente burocrático e complexo a respeito desta questão, que praticamente paralisou as pesquisas no país entre os anos de 1998 a 2005.

Na tentativa de solucionar este verdadeiro caos regulatório que passou a imperar no país, em março de 2005 foi editada a atual Lei de Biossegurança brasileira (Lei nº 11.105/2005), gerando um novo marco legal sobre este assunto no país.

Esta Lei, seguindo os princípios básicos da matéria, estabelece as regras para que a avaliação da segurança alimentar ou ambiental de um produto geneticamente modificado seja feita desde o momento em que ele começa a ser trabalhado dentro de um laboratório até a sua efetiva colocação no mercado consumidor e posterior manejo seguro da tecnologia.

Além desta norma principal, existem ainda várias outras normas específicas de cada órgão ou entidade de registro e fiscalização envolvidos no assunto, e também vários tratados ou acordos internacionais que tratam desta matéria e que influenciam diretamente a maneira como o assunto é regulamentado no âmbito da legislação interna brasileira, como o Protocolo de Cartagena sobre Biossegurança e as normas do *Codex Alimentarius*, que serão melhor explorados no item 2.5 deste Capítulo.

Para melhor compreender o alcance de todas estas normas acima citadas, que no seu conjunto compõem o marco legal brasileiro para avaliação de risco de organismos geneticamente modificados, veremos a seguir os principais pontos estabelecidos nestes documentos.

2.2.1 – Legislação de Biossegurança no Brasil

O arcabouço legal brasileiro envolvendo questões de biossegurança, caracterizada pelo conjunto de normas legais e regulamentares, que estabelecem critérios e técnicas para a manipulação genética, com a finalidade de evitar danos ao meio ambiente e à saúde humana, no contexto amplo da diversidade biológica, tem como seu principal normativo a chamada **Lei de Biossegurança – Lei nº 11.105/2005** e seu Decreto Regulamentador (**Decreto nº 5.591/2005**). Além destes, os mais relevantes dispositivos legais que integram este marco regulatório podem ser observados no Quadro 2.1.

Quadro 2.1: Principais dispositivos Legais que complementam o marco legal de Biossegurança no Brasil

| Dispositivo Legal | Assunto |
|---|---|
| Artigos 196 e 225 da Constituição Federal | Trata da proteção à saúde e ao meio ambiente |
| Lei nº 6.938/1981 | Estabelece a Política Nacional do Meio Ambiente |
| Lei nº 8.078/1990 | Estabelece o Código de Defesa do Consumidor |
| Lei nº 7.802/89 e Decreto nº 4.074/02 | Regula a pesquisa, experimentação, produção, embalagem e rotulagem, transporte, estoque, comercialização, venda, uso, importação e exportação, registro e destinação final de embalagens de pesticidas e seus componentes, nos casos onde os organismos geneticamente modificados são usados como matéria-prima para a produção de pesticidas |
| Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA nº 305/02 | Estabelece os requerimentos para o licenciamento ambiental de organismos geneticamente modificados –OGMs |
| Decreto Legislativo nº 908/2003 e Decreto nº 5.705/2006 | Aprova o texto do Protocolo de Cartagena sobre Biossegurança |
| Decreto nº 4.680/03 | Estabelece regras sobre informações detalhadas na rotulagem de produtos alimentícios contendo OGMs |
| Lei nº 11.460/2007 | Dispõe sobre o plantio de organismos geneticamente modificados em unidades de conservação |
| Instruções e Resoluções Normativas do Conselho Nacional de Biossegurança (CNBS) e da Comissão Técnica Nacional de Biossegurança (CTNBio) | Regulamentam as disposições da Lei nº 11.105/2005, no âmbito de suas competências legais. |

Fonte: Elaboração Própria

Conforme apontado anteriormente, a Lei nº 11.105/2005 surgiu para por fim ao verdadeiro caos regulatório em termos de biossegurança que imperava no Brasil devido às polêmicas relacionadas à adoção ou não desta tecnologia pelo país.

Já no artigo 2º desta Lei fica estabelecido que as atividades e projetos envolvendo organismos geneticamente modificados (OGM) e seus derivados, sejam elas relacionadas ao ensino, à pesquisa científica, ao desenvolvimento tecnológico ou à produção industrial, deverão ser exercidas somente por pessoas jurídicas, de direito público ou privado, não sendo admissíveis para pessoas físicas enquanto autônomos independentes, mesmo que mantenham vínculo empregatício ou qualquer outro com pessoas jurídicas.

Para a realização de qualquer atividade envolvendo OGM e seus derivados é necessária uma autorização da Comissão Técnica Nacional de Biossegurança (CTNBio) (§3º do art. 2º da Lei) que a concede mediante a emissão do chamado *Certificado de Qualidade de Biossegurança (CQB)*. As regras para obtenção deste Certificado são estabelecidas pela própria CTNBio, por meio de sua Resolução Normativa nº 01/2006.

Basicamente, a regulação das atividades envolvendo OGM e seus derivados no Brasil envolve a ação de 4 (quatro) principais órgãos:

2.2.1.1- Conselho Nacional de Biossegurança – CNBS

Criado pela Lei nº 11.105/2005, este Conselho é formado por 11 Ministros de Estado³⁶ e vinculado à Presidência da República, sendo um órgão de assessoramento superior do Presidente da República para a formulação e implementação da Política Nacional de Biossegurança no Brasil (art. 8º da Lei).

Ao CNBS compete a fixação de princípios e diretrizes para a ação administrativa dos órgãos e entidades federais com competências sobre as questões de biossegurança no país, bem como tomar a decisão em relação a pedidos de liberação para uso comercial de OGM e seus derivados, especialmente quanto aos aspectos da conveniência e oportunidade

³⁶ Os membros do CNBS são os seguintes: Ministro de Estado Chefe da Casa Civil da Presidência da República (Presidente do CNBS), Ministro de Estado da Ciência e Tecnologia, Ministro de Estado do Desenvolvimento Agrário, Ministro de Estado da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, Ministro de Estado da Justiça, Ministro de Estado da Saúde, Ministro de Estado do Meio Ambiente, Ministro de Estado do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior, Ministro de Estado das Relações Exteriores, Ministro de Estado da Defesa e Ministro da Pesca e Aquicultura.

socioeconômicas e do interesse nacional em relação a estes pedidos. Deve-se ressaltar que, no caso de decisões técnicas quanto ao uso de OGM e seus derivados para a realização de pesquisas, as decisões da CTNBio são sempre soberanas, não cabendo ao CNBS se manifestar.

O CNBS conta com uma Secretária-Executiva vinculada à Casa Civil da Presidência da República e se reunirá sempre que convocado pelo Ministro de Estado Chefe da Casa Civil da Presidência da República, que o preside, ou mediante requerimento da maioria dos seus membros, ou seja, 6 (seis) Ministros de Estado.

2.2.1.2- Comissão Técnica Nacional de Biossegurança – CTNBio

Criada ainda sob a vigência da extinta Lei nº 8.974/1995, a CTNBio vincula-se ao Ministério da Ciência e Tecnologia, sendo uma instância colegiada multidisciplinar de caráter consultivo e deliberativo.

É composta por 27 (vinte e sete) membros, sendo que destes, 12 (doze) são cientistas de notório saber científico e técnico, em efetivo exercício profissional (três da área de saúde humana, três da área animal, três da área vegetal e três da área de meio ambiente), 9 (nove) representantes dos Ministérios envolvidos com a questão³⁷, 1 (um) especialista em defesa do consumidor, 1 (um) em saúde, 1 (um) em meio ambiente, 1 (um) em biotecnologia, 1 (um) em agricultura familiar e 1 (um) em saúde do trabalhador.

Todos os membros da CTNBio devem ter grau de doutor e ter destacada atividade profissional nas áreas de biossegurança, biotecnologia, biologia, saúde humana e animal ou meio ambiente. Tais exigências reforçam o caráter técnico da Comissão e conferem maior segurança às decisões por ela tomadas, levando-se em conta a complexidade e tecnicidade das questões relacionadas à análise de risco de OGM e derivados.

Cada membro da CTNBio tem um suplente, que participa dos trabalhos na ausência do titular e poderá votar neste caso. Os membros da CTNBio tem mandatos de 2 (dois) anos, renováveis por até mais 2 (dois) períodos consecutivos.

A CTNBio conta com uma Secretária-Executiva e cabe ao Ministério da Ciência e Tecnologia prestar-lhe apoio técnico e administrativo.

³⁷ São eles: Ministério da Ciência e Tecnologia, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, Ministério da Saúde, Ministério do Meio Ambiente, Ministério do Desenvolvimento Agrário, Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio, Ministério da Defesa, Ministério da Pesca e Aquicultura e Ministério das Relações Exteriores.

As competências da CTNBio são definidas no artigo 14 da Lei nº 11.105/2005, sendo que o ponto crucial está no inciso XX do art. 14, que diz textualmente ser da competência da CTNBio identificar atividades e produtos decorrentes do uso de OGM e seus derivados potencialmente causadores de degradação do meio ambiente ou que possam causar riscos à saúde humana.

Isto não significa que os OGM ou seus derivados não estão mais sujeitos ao licenciamento ambiental. O que o legislador fez foi apenas colocar um ponto final nas discussões acerca da competência para tomar este tipo de decisão, que ocorriam desde a liberação comercial do primeiro transgênico no Brasil, a soja *Round Ready*, em 1998.

A CTNBio continua efetuando a análise de risco dos processos a ela submetidos em relação ao uso de OGM e derivados, caso a caso. Haverá situações em que ela identificará as atividades e produtos decorrentes do uso destes OGM ou derivados como não sendo potencialmente causadoras de degradação do meio ambiente ou que possam causar riscos à saúde humana e outras em que a Comissão identificará este perigo. Nestes casos, aí sim é que caberá aos órgãos ambientais fazer o licenciamento ambiental.

Nestes casos, os órgãos ambientais farão uso da Resolução nº 305 do Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA, editada em 2002 e que regula o licenciamento ambiental de atividades envolvendo OGM e derivados potencialmente causadores de degradação ambiental.

De acordo com a Lei nº 11.105/2005 o parecer da CTNBio vincula os demais órgãos da Administração Pública e, no caso de decisão técnica favorável sobre a biossegurança no âmbito da atividade de pesquisa, a CTNBio remeterá o processo respectivo aos órgãos e entidades de registro e fiscalização do Ministério do Meio Ambiente, Saúde e Agricultura e Pesca e Aquicultura, para o exercício de suas atribuições de fiscalização.

Já em relação às decisões no âmbito do uso comercial de OGM e seus derivados, a CTNBio remeterá o processo aos órgãos acima referidos, que, caso não concordem, podem recorrer da decisão ao CNBS.

2.2.1.3 - Órgãos e entidades de registro e fiscalização

Os órgãos e entidades de registro e fiscalização a que se refere a Lei nº 11.105/2005 são aqueles vinculados ao Ministério da Saúde, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, Ministério do Meio Ambiente e Ministério da Pesca e Aquicultura.

Destacam-se entre suas competências:

- a fiscalização das atividades de pesquisa de OGM e seus derivados;
- o registro e fiscalização no caso de liberação comercial de OGM e seus derivados (nestes casos, estes órgãos poderão estabelecer normas próprias para efetuar o registro, autorização, fiscalização e licenciamento ambiental destes produtos, com exigências adicionais além das apresentadas à CTNBio);
- emitir autorização para a importação de OGM e seus derivados para uso comercial
- subsidiar a CTNBio na definição de quesitos de avaliação de biossegurança de OGM e seus derivados.

No caso de divergência destes Órgãos quanto à decisão da CTNBio sobre a liberação comercial de OGM ou seus derivados, eles podem apresentar recurso ao CNBS no prazo de até 30 (trinta) dias após a publicação da decisão técnica da CTNBio (§7º do art. 16 da Lei nº 11.105/2005). Nestes casos, caberá ao CNBS decidir em última e definitiva instância sobre a questão.

2.2.1.4 - Comissão Interna de Biossegurança – CIBio

Toda instituição que utilizar técnicas e métodos de engenharia genética ou realizar pesquisas com OGM e seus derivados deve criar uma Comissão Interna de Biossegurança – CIBio, além de indicar um técnico principal responsável para cada projeto específico (ar. 17 da Lei nº 11.105/2005). Esta Comissão é que irá exercer a importante função de cuidar dos aspectos relacionados à biossegurança dos projetos dentro da instituição de pesquisa e tem suas competências definidas no art. 18 da Lei nº 11.105/2005.

À CIBio de cada instituição competirá, entre outras, trabalhar em termos de capacitação de recursos humanos envolvidos em sua esfera de atividades sobre questões de biossegurança, fiscalizar o funcionamento das instalações sob sua responsabilidade em termos de biossegurança, manter o registro e acompanhamento de todas as atividades envolvendo OGM e seus derivados na sua instituição e notificar os órgãos responsáveis em caso de acidentes, bem como tomar as primeiras providências cabíveis para evitar efeitos adversos. Além, é claro, de relacionar-se diretamente com a CTNBio para obter as autorizações necessárias ao desenvolvimento de projetos e atividades que envolvam OGM e seus derivados.

As regras de instalação e funcionamento das CIBios estão definidas na Resolução nº 01/2006 da CTNBio.

Conforme se pode observar, a função da CIBio é primordial do ponto de vista da biossegurança. Devido às características continentais do nosso país e às dificuldades históricas em termos de pessoal e recursos dos nossos órgãos de fiscalização, pode-se afirmar que o único modo da legislação de biossegurança ser efetiva e garantir a segurança das atividades envolvendo OGM e derivados no Brasil é através do modelo descentralizado de análise de risco e fiscalização, possível através da atuação das CIBios.

Até março de 2011, existiam no Brasil 301 instituições com Certificado de Qualidade em Biossegurança devidamente concedido pela CTNBio. Destas, 134 são autorizadas a trabalhar especificamente com plantas geneticamente modificadas. (CTNBIO, 2011)³⁸

2.2.1.5 – A questão da Rotulagem de OGM e seus derivados no Brasil

O art. 40 da Lei nº 11.105/2005 cuidou da questão da rotulagem de produtos contendo OGM ou seus derivados no Brasil. Este artigo estabelece que os alimentos e ingredientes alimentares destinados ao consumo humano ou animal que contenham ou sejam produzidos a partir de OGM ou derivados deverão conter informação nesse sentido em seus rótulos, conforme regulamento.

A questão da rotulagem dos alimentos transgênicos sempre foi alvo de grandes debates, não só no âmbito da legislação interna, como também em importantes foros internacionais, como Organização Mundial do Comércio e *Codex Alimentarius*. Esta discussão se baseia na grande polêmica existente em torno dos alimentos transgênicos, bem como devido aos aspectos relacionados ao comércio internacional destes produtos.

No Brasil, a questão da rotulagem é regulamentada pelo Decreto nº 4.680/2003³⁹, que estabeleceu um limite permissível de OGM na composição do alimento, o chamado “*threshold level*”. Este Decreto estabelece a obrigatoriedade de rotulagem para produtos que contenham acima de 1% (um por cento) de organismos geneticamente modificados em sua composição, sejam eles vendidos embalados, a granel ou *in natura*.

³⁸ Dados fornecidos pelo site da CTNBio: www.ctnbio.gov.br Acesso em 08.03.2011

³⁹ Este Decreto substituiu o Decreto nº 3871, de 2001, que foi o primeiro a regular especificamente a questão no Brasil, e que estabelecia o limite permissível de OGM nos alimentos de até 4%.

A definição deste limite residual de OGM na ordem de 1% foi baseada nos limites adotados em outros países onde este tipo de rotulagem também é obrigatória, principalmente na União Européia, que em 2004 estabeleceu o limite de 0,9% para rotulagem de transgênicos naquele continente. Na Austrália e na Nova Zelândia este limite é de 1%, igual ao brasileiro, ao passo que países como China, Rússia e Japão adotam um limite bem superior a esse, que é de 5%.

Pois bem, visando regulamentar totalmente a matéria, o Ministério da Justiça, após consulta pública, editou a Portaria nº 2.658, de 22.12.2003, que definiu o símbolo transgênico, caracterizado por um T inserido no centro de um triângulo (Figura 2.1).



Figura 2.1: Símbolo para rotulagem de produtos contendo OGM ou derivados.

Fonte: Portaria nº 2.658/2003 do Ministério da Justiça (<http://www.mj.gov.br/DPDC/index.htm>)

A questão da rotulagem dos alimentos transgênicos no país ainda não está totalmente resolvida. Estas questões, apesar de sempre terem sido alvo da preocupação de várias organizações não-governamentais que historicamente lutam contra a adoção desta tecnologia, como o Greenpeace, por exemplo, adquirem cada vez mais relevância dentro da pauta de ações destas organizações⁴⁰. Apesar das normas estarem estabelecidas desde 2003 e do cultivo de produtos transgênicos muito utilizados na indústria alimentícia, como soja e milho GM, estar legalizado no país desde 2003, muito poucos são os produtos que podem ser encontrados nas gôndolas dos supermercados ostentando o símbolo acima destacado.

Entretanto, esta situação deve ser alterada proximamente, tendo em vista a celeuma existente entre a aplicação do Decreto n 4.680/2003 e o Código de Defesa do Consumidor (Lei n 8.078/1990). A Justiça Federal do Brasil⁴¹ já se pronunciou no sentido de exigir a rotulagem de alimentos que contenham qualquer traço de OGM e derivados em sua composição, independente do limite de 1% estabelecido no Decreto n 4.680/2003. O argumento apresentado é que o Código de Defesa do Consumidor garante ao consumidor a ampla informação sobre o produto que está adquirindo para que possa exercer seu direito de

⁴⁰ Informações obtidas no site do Greenpeace – <http://www.greenpeace.org/brasil> Acesso em 23 mar2011.

⁴¹ Decisão da 3ª Vara da Justiça Federal do Piauí em ação civil pública movida pelo Ministério Público Federal contra a União e a Bunge Alimentos (2007.40.00.000471-6), proferida em fevereiro de 2010.

escolha em relação a consumir ou não um produto contendo organismos geneticamente modificados ou produzido a partir destes.

Além disto, alguns Estados brasileiros também já editaram normas próprias sobre a questão da rotulagem dos transgênicos, como o Estado do Paraná (Lei nº 14.861/2005, que não fixa limites de “*threshold level*”) e o Estado de São Paulo (Lei nº 14.274, de 16 de dezembro de 2010, que determina a existência de local separado para exposição dos produtos contendo OGM nos estabelecimentos comerciais). A constitucionalidade destas leis é discutível, mas o fato é que o estabelecimento de regras diferentes sobre o assunto, de acordo com cada Estado, pode gerar uma situação de insegurança jurídica para os agentes inovativos deste Sistema de Inovação, prejudicando o desenvolvimento da tecnologia.

2.2.1.6 – Programa de Manejo Responsável da Tecnologia – “*Stewardship*”

Devido às características próprias da tecnologia, durante todo o processo de desenvolvimento do produto (Figura 1.2), e mesmo após a aprovação comercial do mesmo ser obtida pelo agente inovativo, é necessário que o mesmo se preocupe com questões relativas ao manejo responsável desta tecnologia, também chamadas pelas empresas de questões de “*stewardship*”.

Basicamente, o marco regulatório estabelecido em torno destas questões busca evitar especialmente a ocorrência de duas situações: (i) liberação não intencional e a (ii) presença adventícia de OGM. A primeira corresponde à liberação não planejada no ambiente de um OGM, o que significa a perda do controle sobre os mecanismos de contenção do mesmo, e representa um problema mesmo que ele já tenha sido aprovado comercialmente. A segunda se caracteriza pela presença do OGM em quantidade ínfimas em lotes de cultivares não transgênicos ou cultivares transgênicos que contenham outros genes de interesse que não os do OGM em questão.

A ocorrência destes dois problemas, além de potenciais riscos à saúde humana e animal e ao meio ambiente, também coloca em risco a possibilidade de coexistência de cadeias produtivas baseadas em cultivares transgênicos e não transgênicos, refletindo diretamente nos interesses da agroindústria brasileira e também nas questões de rotulagem destes produtos.

Claro está que a ocorrência de qualquer uma destas situações, além de ser um problema de biossegurança, também pode acarretar sérios prejuízos às empresas

desenvolvedoras dos produtos, tanto econômicos como relacionados à imagem das mesmas. Cite-se como exemplo a liberação não intencional do milho *Starlink*TM, da empresa Aventis (hoje Syngenta). Este milho, geneticamente modificado para apresentar resistência à toxina Bt, produzida pelo *Bacillus thuringiensis*, foi aprovado nos Estados Unidos da América apenas para consumo como ração animal, uma vez que a segurança alimentar para a saúde humana, embora previsível, não estava suficientemente comprovada à época, podendo causar reações alérgicas ao consumo humano. Entretanto, no final de 2000 e início de 2001, foram recolhidos no mercado americano mais de 300 produtos alimentares que continham traços de *Starlink*, incluindo tacos e tortilhas de milho. A descoberta da contaminação resultou em enormes processos de “*recalls*” nos Estados Unidos, refletindo até mesmo nas exportações americanas de milho. As empresas Starlink Logistics e Aventis, consideradas responsáveis pelo desastre, pagaram US\$ 110 milhões aos agricultores afetados pela contaminação e US\$ 9 milhões aos consumidores que disseram ter sofrido reações alérgicas com o milho. (MATTOS, 2003)

Assim, um dos grandes desafios para as empresas que atuam no sistema de inovação em plantas transgênicas é garantir que todas as normas de biossegurança sejam atendidas, que se realize a segregação de genótipos GM e não-GM antes e após a liberação comercial do produto, além de monitorar para que a tecnologia seja corretamente usada pelos clientes do sistema.

Para garantir que esses objetivos sejam alcançados as empresas que atuam nesta área vêm desenvolvendo programas de manejo responsável da tecnologia, sendo que em 2008 foi criada a organização denominada *Excellence Through Stewardship* (ETS), afiliada à Organização das Indústrias Biotecnológicas (BIO), uma iniciativa para promover a adoção global de programas de manejo responsável e gestão dos sistemas de qualidade durante todo o ciclo de vida dos produtos agrícolas derivados da biotecnologia⁴².

A ETS lançou o Guia para Manejo Responsável (*Stewardship*) dos Produtos Agrícolas Derivados da Biotecnologia, que contém diretrizes destinadas a orientar a atuação das empresas deste setor em relação às questões de *Stewardship*, definido como a gestão responsável do produto, desde a sua concepção até a descontinuação de seu uso comercial.

Estas ações incluem um conjunto de procedimentos que facilitam o atendimento da legislação pertinente, a rastreabilidade, a coexistência entre cadeias produtivas de cultivares transgênicas e não-transgênicas e a longevidade das tecnologias disponibilizadas para os seus

⁴² Informações sobre essa iniciativa foram retiradas do site <http://excellencethroughstewardship.org> Acesso em 23 mar2011. .

clientes. Todos os processos que envolvam o uso de OGM estão sob o escopo de um Programa de *Stewardship*, abrangendo ações que permitem, por exemplo, a padronização das atividades, a definição de responsabilidades e o armazenamento de registros. Tais ações visam adequar os processos às necessidades legais e comerciais em aspectos relacionados à:

- Geração do evento elite;
- Contenção do OGM, incluindo adequação de áreas, nomenclatura dos materiais, controle de acesso a locais em que o manuseio é realizado, identificação e embalagem de OGM;
- Rastreabilidade de OGM, incluindo o controle de banco de sementes e de toda a cadeia de custódia;
- Controle de qualidade genética de sementes transgênicas e não transgênicas, incluindo o procedimento amostral e de análise para determinação da pureza genética e de eventual presença adventícia;
- Transferência de tecnologia – treinamento da cadeia produtiva e dos parceiros de multiplicação da tecnologia;
- Acompanhamento/monitoramento pós-comercial (de acordo com o disposto no Anexo I da Resolução nº 05/2008 da CTNBio)⁴³.

2.2.2 – Implicações do atual Marco Regulatório de Biossegurança

Devido ao papel singular ocupado pelo Brasil no contexto da adoção da tecnologia transgênica, sendo um país megadiverso e, ao mesmo tempo, o segundo maior produtor de transgênicos do mundo, foi estabelecido um marco regulatório claro bastante rigoroso, sendo a legislação brasileira de biossegurança uma das mais bem estabelecidas em todo o mundo. Muitos dos temas que são discutidos no contexto internacional de regulação desta tecnologia já estão claramente regulamentados em nossa legislação interna, como por exemplo a questão da responsabilidade por danos causados ao meio ambiente e/ou à saúde humana.

De fato, a atual legislação brasileira de biossegurança é bastante rigorosa, mas a edição da Lei nº 11.105/2005 pôs fim a um longo período de incertezas em relação aos rumos desta tecnologia no país, sendo observado aumento significativo dos pedidos de liberações

⁴³ Esta Resolução estabelece que o monitoramento pós-liberação comercial deve ocorrer, no mínimo, por 5 anos.

planejadas no meio ambiente (LPMA) e de liberações comerciais de plantas transgênicas junto à CTNBio após a aprovação desta Lei, conforme Gráficos 2.1 e 2.2, respectivamente:

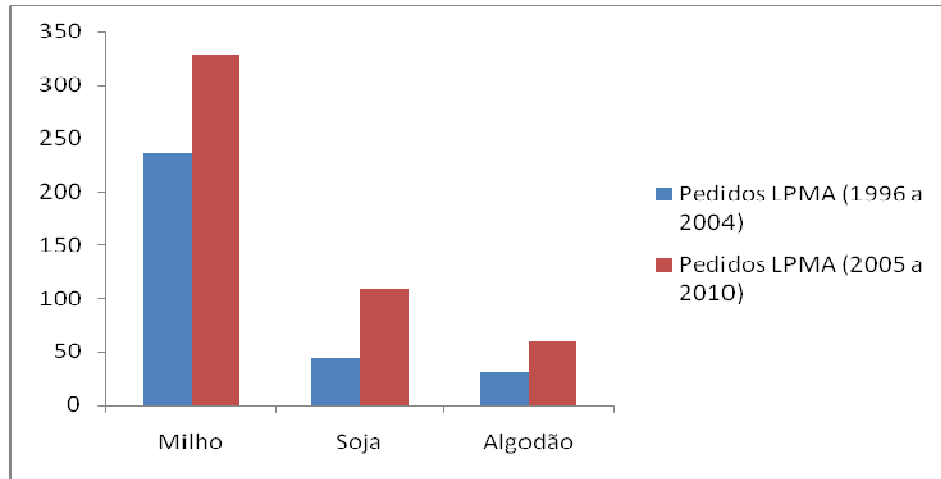


Gráfico 2.1: Número de pedidos de liberação planejada no meio ambiente junto à CTNBio pelos 7 maiores solicitantes*, antes e depois da aprovação da Lei nº 11.105/2005

Fonte: CTNBio. Acesso em 18.02.2011

* Monsanto, Embrapa, BASF, Syngenta, Du Pont/Pionner, Dow Agrosciences e Bayer

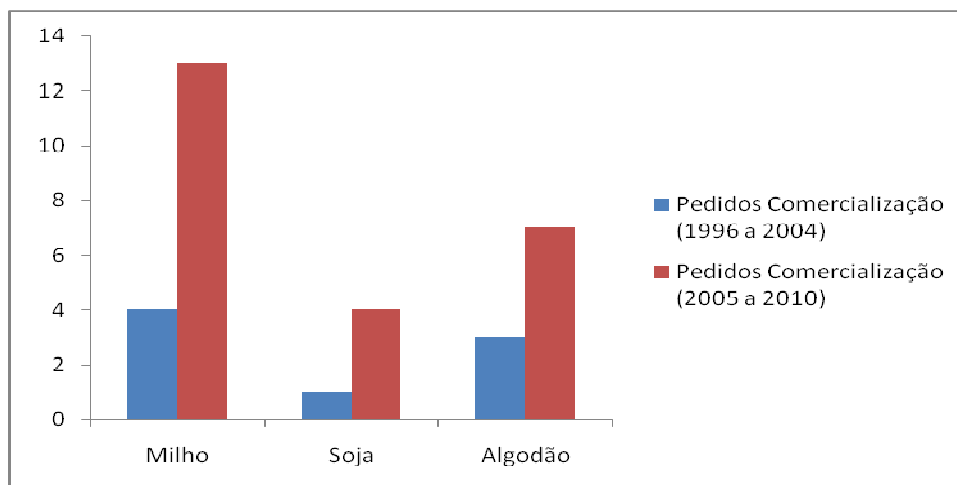


Gráfico 2.2: Número de pedidos de liberação comercial junto à CTNBio pelos 7 maiores solicitantes*, antes e depois da aprovação da Lei nº 11.105/2005

Fonte: CTNBio. Acesso em 18.02.2011

* Monsanto, Embrapa, BASF, Syngenta, Du Pont/Pionner, Dow Agrosciences e Bayer

Contudo, a edição deste novo marco legal deveria também ter conferido maior agilidade e confiabilidade em torno das decisões envolvendo OGM e seus derivados efetuados pelos órgãos do poder público envolvidos, que pelas novas regras deveriam passar a atuar de forma complementar e não excludente, tendo como único objetivo o de garantir a correta avaliação da segurança ambiental e alimentar de um determinado OGM ou derivado antes que

o mesmo venha a ser utilizado no Brasil. Infelizmente isto não vem sendo constatado ainda, apesar dos avanços alcançados.

Os problemas e disputas internas dentro da CTNBio continuam a ocorrer, conforme apurado junto a alguns membros da atual Comissão. Além disso, é possível observar que os órgãos de fiscalização e registro que não encontram espaço para fazer prevalecer suas idéias no âmbito da CTNBio levam a disputa para outras arenas onde há privilégio de poder por estes órgãos, deslocando a discussão para outro setor. É o caso da questão do registro do uso do herbicida glifosato para aplicação pós-emergência nas culturas do milho e algodão. Pela legislação de Agrotóxicos, este registro deve ser feito em conjunto pela ANVISA, IBAMA e MAPA. No caso específico dos transgênicos, a CTNBio aprovou em 2008 o algodão e milho tolerantes a herbicidas a base de glifosato. Entretanto, o uso deste princípio ativo em aplicação pós-emergência nas culturas de algodão e milho do Brasil só foi aprovado no final de 2010 (MONSANTO, 2010)⁴⁴, sendo que o maior atraso para análise ocorreu no âmbito da Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Este atraso prejudicou a adoção desta tecnologia pelos agricultores, apesar de estar tudo aprovado do ponto de vista regulatório em relação à biossegurança.

2.3 MARCO REGULATÓRIO DE PROPRIEDADE INTELECTUAL APLICADO À BIOTECNOLOGIA AGRÍCOLA

Contar com um marco regulatório claro e eficiente na área de proteção intelectual que proporcione segurança e estabilidade necessárias para incentivar investimentos no setor biotecnológico agrícola⁴⁵ é outro grande diferencial do ambiente institucional para a criação de situação propícia ao desenvolvimento de inovações em plantas transgênicas.

A propriedade intelectual pode ser vista como instituição que facilita o processo de articulação entre agentes econômicos envolvidos com a geração e circulação de ativos baseados em inovações. Conforme aponta Carvalho et al (2006), “*A propriedade intelectual possibilita um processo de coordenação entre agentes que se articulam para utilizar conhecimentos fragmentados e de propriedade de diversos agentes econômicos.*”

A propriedade intelectual compreende os direitos conferidos, em lei, para a proteção das criações da mente humana, ou seja, proteção do resultado do trabalho intelectual nos

⁴⁴ Informações obtidas no site da empresa: www.monsanto.com.br Acesso em 05/05/2011.

⁴⁵ Conforme já apontado, os ativos intangíveis são essenciais para a apropriabilidade dos lucros da inovação (TEECE, 1986)

campos industrial, científico, literário e artístico. Essa proteção pode ocorrer sob a forma de patentes, marcas, desenhos industriais, indicações geográficas, direitos autorais, proteção de softwares, cultivares, entre outros.

Nos últimos anos houve uma expansão da proteção intelectual na área da pesquisa agrícola. Esta tendência reflete, de um lado, o aumento da privatização da pesquisa e desenvolvimento (P&D) agrícola e, de outro, a incorporação de uma agenda de propriedade intelectual (PI) na maioria dos tratados comerciais mundiais, sejam eles multilaterais ou bilaterais⁴⁶ (CARVALHO, 2003).

No que diz respeito às proteções das criações biotecnológicas agrícolas, vários setores da propriedade intelectual podem estar envolvidos, sendo que os mais importantes são o sistema de proteção por patentes (propriedade industrial) e o sistema de proteção de cultivares.

Quando uma sequência de DNA é inserida dentro de um organismo para expressão de determinada característica que naturalmente não era expressa pelo mesmo, pode-se considerar tal evento como uma invenção, uma vez que houve a formação de um efeito técnico desejado, novo e inesperado. A extensão da proteção e o escopo das reivindicações⁴⁷ a serem feitas no pedido de patente desta invenção dependerá da quantidade de informação que será revelada ao público pelo inventor (MULLER, 2003). Além disso, é importante ressaltar que a proteção da matéria descrita nas reivindicações será analisada pelos órgãos oficiais de proteção intelectual de acordo com a legislação de cada país.

Historicamente, sempre houve um esforço muito grande no sentido de harmonizar a questão da proteção intelectual no mundo, sendo a Convenção de Paris, de 1883, a base do sistema de propriedade intelectual a nível internacional. Ela deu origem a criação da Organização Mundial de Propriedade Intelectual (OMPI). Outro relevante acordo internacional que surgiu na tentativa de harmonização destas questões foi o Acordo sobre Aspectos de Direitos de Propriedade Industrial relacionados ao Comércio, mais conhecido como Acordo TRIPS (*Trade-Related Aspects of Intellectual Property Rights*), que foi criado no âmbito da Organização Mundial de Comércio (OMC), em 1994. A filosofia inspiradora

⁴⁶ Dentre estes, o mais relevante é o Acordo sobre Aspectos de direitos de Propriedade Intelectual relacionados ao Comércio, vinculado à Organização Mundial do Comércio (WTO, 1994)

⁴⁷ As Reivindicações definem exatamente o que está sendo protegido da invenção e devem ser fundamentadas no relatório descritivo, caracterizando as particularidades do invento e definindo, de modo claro e preciso, a matéria objeto de proteção. A reivindicação deve se limitar claramente à matéria para a qual está sendo solicitada/concedida exclusividade com o intuito de ser exercida uma futura atividade econômica. Através do que está descrito nas reivindicações, o público poderá saber, com segurança, os produtos e processos que estão protegidos e, conseqüentemente, aqueles que estão fora dos limites de proteção e que poderão ser utilizados sem precisar pagar *royalties*. (FIGUEIREDO et al, 2008).

deste Acordo ficou conhecida como filosofia “*one-size fits all*”, e foi realmente a mais importante iniciativa no sentido de harmonizar as questões de propriedade intelectual no nível internacional, apesar das inúmeras críticas existentes em torno do tema.

O TRIPS não estabelece uma legislação única para todos os países, mas estabelece as regras mínimas sobre esse assunto que devem ser observadas pelos países membros da OMC. Neste sentido, o art. 27.3 (b) deste Acordo tem implicações diretas na indústria biotecnológica, uma vez que trata do patenteamento de organismos vivos, sendo um de seus artigos mais polêmicos. Ele autoriza os países membros a excluírem, em suas legislações nacionais, a concessão de patentes para plantas, animais e processos essencialmente biológicos para produção de plantas e animais, ao mesmo tempo em que obriga estes países a protegerem por patentes microorganismos, processos não biológicos e microbiológicos. Também determina que variedades de plantas devam ser protegidas por patentes ou por um sistema *sui generis* eficiente ou ainda uma combinação de ambos.

Após a edição do Acordo TRIPS, o Estado brasileiro se viu obrigado a adaptar sua legislação nacional de propriedade intelectual às suas disposições, criando um novo marco regulatório sobre o assunto, sendo que após 1996 uma série de normas foram editadas sobre este assunto⁴⁸. Dentro deste contexto regulatório, interessa-nos especialmente a Lei de Propriedade Industrial (Lei nº 9.279/96) e a Lei de Proteção de Cultivares (Lei nº 9.456/97).

Em relação às criações biotecnológicas, a Lei de Propriedade Industrial dispõe que não se considera invenção “*o todo ou parte de seres vivos naturais e materiais biológicos encontrados na natureza, ou ainda que dela isolados, inclusive o genoma ou germoplasma de qualquer ser vivo natural e os processos biológicos naturais*” (Art. 10, inciso IX) (sem grifo no original). Do mesmo modo, esta Lei ainda não considera patenteável “*o todo ou parte de seres vivos, exceto os microorganismos transgênicos que atendam aos três requisitos de patenteabilidade – novidade, atividade inventiva e aplicação industrial – previstos no art.8 e que não sejam mera descoberta*” (Art. 18, inciso III). O legislador brasileiro optou, portanto, por fazer valer o direito conferido pelo Acordo TRIPS de não conceder patentes para plantas, animais e processos essencialmente biológicos (Art. 27.3 (b)).

Em vista desses dois artigos (10 e 18) da Lei, no Brasil, uma sequência de DNA isolada da natureza não é passível de proteção por patente, uma vez que não cumpre o

⁴⁸ Lei de Propriedade Industrial (Lei nº 9.279/96, que regula a proteção por patentes, marcas, desenho industrial e indicações geográficas); Lei de Cultivares (Lei nº 9.456/97); Lei de Direito Autoral (Lei nº 9.610/98), Lei dos Programas de Computador (Lei nº 9.609/98 e Lei nº 9.610/98); Lei de Proteção de Topografias de Circuito Integrado (Lei nº 11.484/2007) e Lei de Acesso e Proteção ao Conhecimento Tradicional (MP nº 2186-16/2001)

requisito da novidade (já existe na natureza, seria mais uma descoberta do que uma invenção). Contudo, podem ser patenteáveis aquelas invenções biotecnológicas que estejam relacionados com processos envolvendo organismos vivos (p. ex: método de produzir plantas transgênicas), construções gênicas (DNA recombinante, vetores de expressão), microorganismos transgênicos (p. ex: vírus e bactérias transformadas), proteínas recombinantes e composições envolvendo extratos de materiais biológicos.

Do mesmo modo, estes dois artigos da Lei da Propriedade Industrial brasileira não permitem a proteção de plantas, sejam elas transgênicas ou não. Contudo, como as regras do art. 27.3(b) do TRIPS exigem a proteção das plantas, seja por patentes, seja por um mecanismo *sui generis*, ou combinação de ambos, o legislador brasileiro optou pela utilização do mecanismo *sui generis*, tendo sido criada a Legislação Brasileira de Proteção de Cultivares (Lei nº 9.456/97 e desdobramentos), que segue as diretrizes internacionais nesta área estabelecidas pela União para Proteção de Novas Obtenções Vegetais (UPOV).

Esta organização internacional reúne 68 (sessenta e oito) países de todos os continentes e estabelece regras específicas que regulamentam a proteção de cultivares no mundo. Estas regras foram estabelecidas na sua Convenção de 1961, revisada pelas Atas de 1972, 1978 e 1991. Atualmente estão em vigor dois textos distintos da Convenção da UPOV: i) o texto da Ata de 1978 e ii) o texto da Ata de 1991, que possuem diferentes regulamentações em pontos-chave da questão, sendo que o perfil dominante de países que aderiram à Ata de 1978 são países em desenvolvimento e dos que aderiram à Ata de 1991 são países desenvolvidos. Importante ressaltar que desde 1997 só é possível a adesão de países à Ata de 1991 da UPOV.

A legislação brasileira de proteção de cultivares, apesar de o país ter aderido formalmente à Ata de 1978 da UPOV, já incorporou alguns elementos da Ata de 1991, como a questão da proteção de cultivares essencialmente derivadas, extremamente importante quando se fala de transgênicos.

Entretanto, a legislação atual ainda não oferece a proteção adequada contra o uso não autorizado de cultivares protegidas, especialmente tendo em vista os problemas relacionados à questão do “uso próprio”⁴⁹, uma vez que a mesma não impõe limites para o exercício desta

⁴⁹ Trata-se de dispositivo legal que estabelece uma exceção aos direitos do melhorista, permitindo ao agricultor reservar, para uso próprio, sementes de sua colheita. O termo traduz a tradição dos agricultores em guardar sementes para safras futuras a fim de garantir a segurança alimentar da família e preservar a genética de variedades tradicionais. Entretanto, tornou-se hábito guardar qualquer volume de semente para plantio próprio, independente do tamanho da área e do nível tecnológico e econômico do agricultor, dificultando o combate à pirataria das sementes.

exceção aos direitos dos melhoristas. Devido aos riscos que essa situação representa, existe grande interesse por parte das organizações de pesquisa no Brasil e também do setor de produção de sementes para que a atual legislação sobre o assunto seja revista, visando a incorporação total dos dispositivos da Ata de 1991 da UPOV. O Ministério da Agricultura vem liderando discussão a respeito desta revisão desde 2007, tendo já elaborado proposta de Projeto de Lei sobre o assunto, que esta agora em discussão na Casa Civil, segundo Rodrigues (Informação verbal)⁵⁰.

Do mesmo modo, tramita no Congresso Nacional a possibilidade de alteração da Lei de Propriedade Industrial no que se refere aos seus artigos 10 e 18, segundo Projeto de Lei nº 4.961/2005. Esta iniciativa visa principalmente adequar a legislação de propriedade industrial à realidade da evolução da pesquisa genômica brasileira, passando a lei a permitir o patenteamento de partes de seres vivos, por exemplo, uma sequência de DNA, desde que estejam presentes os requisitos de patenteamento, ou seja, novidade, atividade inventiva e aplicação industrial. A justificativa para esta alteração é dada no sentido de que a legislação de outros países (Estados Unidos, por exemplo), seguindo as disposições do art. 27.3(a) do TRIPS, permite este tipo de proteção, conferindo a eles vantagens competitivas em relação ao Brasil (DAL POZ, 2006).

O assunto é polêmico, e, ao contrário do que ocorre em relação à alteração da Lei de Cultivares, não há um consenso nesse aspecto. Organizações-chave do Sistema, como a Embrapa, não estão totalmente convencidas da real necessidade de alteração deste aspecto da Lei de Propriedade Industrial brasileira, segundo Teixeira (informação verbal)⁵¹.

O fato é que o marco regulatório de propriedade intelectual no Brasil pode ser considerado adequado, mas ainda carente de alguns ajustes legais. Entretanto, a prática tem demonstrado que as organizações de pesquisa no Brasil ainda não estão preparadas para lidar com este tema dentro de uma visão sistêmica, o que pode gerar graves ameaças para o futuro da pesquisa agrícola no Brasil, em especial na área das plantas transgênicas.

Estudos mostram a tendência no aumento do número de depósitos de pedido de patentes no setor agrobiotecnológico em todo o mundo. Hoje há domínio deste setor por grandes empresas multinacionais com sede em países desenvolvidos: até 2006, do total do número de pedidos de patentes biotecnológicas depositados via Acordo Internacional de

⁵⁰ Informação fornecida por José Américo Pierre Rodrigues, Diretor Executivo da ABRASEN, em março de 2011.

⁵¹ Informação fornecida por Felipe Teixeira, Chefe da Assessoria de Inovação Tecnológica da Embrapa, em entrevista concedida em 17 mar2011.

Patentes (PCT), 41,5% é originada nos Estados Unidos, 27,4% na União Européia, 11,9% no Japão, 4,0% nos BRIICS⁵² e 15,1% em outros países (OECD, 2009).

Na outra vertente da proteção intelectual das criações biotecnológicas agrícolas, ou seja, a proteção de cultivares, quando se analisa os dados totais sobre proteção de cultivares, sejam elas convencionais ou não, verifica-se que a maioria dos obtentores vegetais são nacionais, como a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), líder absoluta no número de cultivares protegidas no Brasil. Ela é proprietária, sozinha ou em regime de co-titularidade, de 25,1% de todas as cultivares protegidas junto ao Serviço Nacional de Proteção de Cultivares (SNPC) (Tabela 2.1).

Tabela 2.1 – Titularidade sobre cultivares protegidas no Brasil junto ao SNPC*

| Empresa | Nº de cultivares protegidas | Porcentagem** |
|--------------------|------------------------------------|----------------------|
| Embrapa | 338 | 25,1% |
| Monsoy Ltda | 99 | 7,4% |
| Coodetec | 52 | 3,9% |
| Copersucar | 29 | 2,1% |
| UFV | 28 | 2,1% |
| Fundação MT | 26 | 1,9% |
| Epamig | 25 | 1,9% |

*Incluindo cultivares em co-titularidade

** Em um total de 1343 cultivares com proteção concedida

Legenda: laranja – empresas transnacionais

Fonte: SNPC/MAPA (05.01.2011)

Contudo, quando se trata especificamente de cultivares transgênicas, verifica-se a clara tendência do aumento da participação de empresas estrangeiras e/ou suas subsidiárias nacionais no número de cultivares protegidas no Brasil. Do total de 210 cultivares transgênicas protegidas junto ao SNPC até o início de 2011, 123 pertencem a empresas estrangeiras ou suas subsidiárias brasileiras, ou seja, 61,5% do total (Gráfico 2.3), lembrando que apenas cultivares de soja e algodão transgênicas são protegidas atualmente, uma vez que somente estas espécies obtiveram aprovação comercial junto à CTNBio, além do milho, cuja estratégia de apropriabilidade adotada pelos melhoristas não envolve proteção de cultivares.

⁵² Brasil, Rússia, Índia, Indonésia e China.

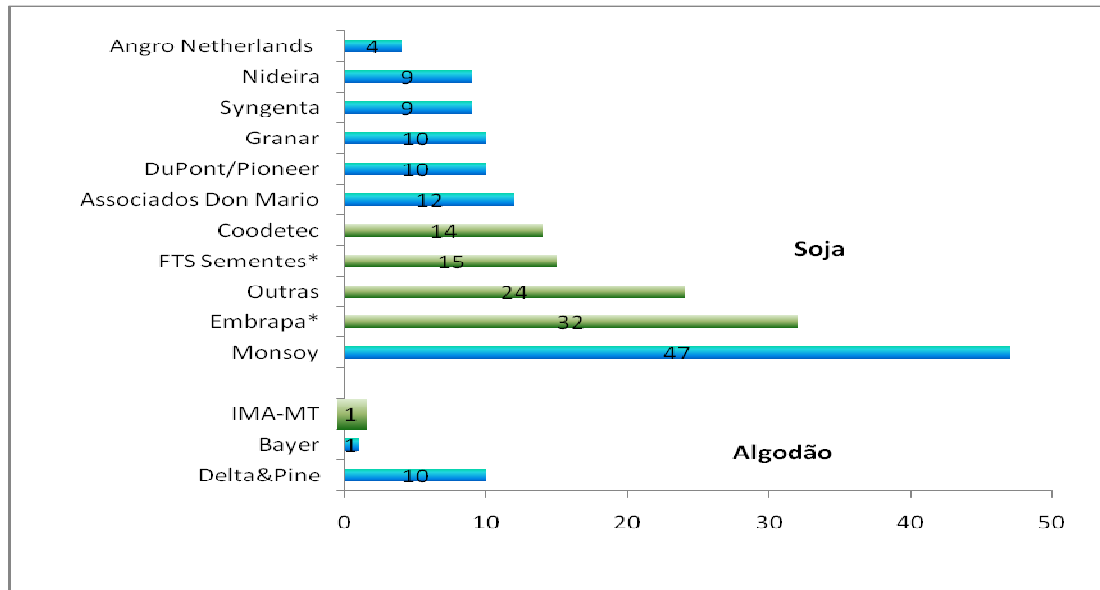


Gráfico 2.3 – Titularidade sobre Total de Cultivares de soja e algodão transgênicos protegidas no Brasil

Fonte: SNPC-MAPA. Acesso 05.01.2011

Legenda: Azul = empresas transnacionais/Verde = empresas nacionais

* Incluindo cultivares co-tituladas

Em relação às cultivares de milho transgênico, este apresenta uma peculiaridade a ser destacada. Da mesma maneira que no mercado convencional, o mercado de milho transgênico apresenta um alto grau de apropriabilidade tecnológica mediante o uso de sementes híbridas, que não podem ser “copiadas”. Assim, as empresas não precisam recorrer ao sistema de propriedade intelectual estabelecido pela Lei de Cultivares para garantir os seus direitos de apropriabilidade da inovação, apenas efetuando o registro destas cultivares junto ao Registro Nacional de Cultivares (RNC/MAPA), condição legal para comercialização de sementes no país, de acordo com a legislação de sementes e mudas brasileiras.

É neste mercado que se apresenta o domínio absoluto das empresas transnacionais em relação às cultivares transgênicas: do total de 474 cultivares e linhagens de milho transgênico registradas junto ao RNC, apenas 19 não pertencem à estas empresas, estando registradas em nome da empresa paulista Agromen Sementes (Gráfico 2.4).

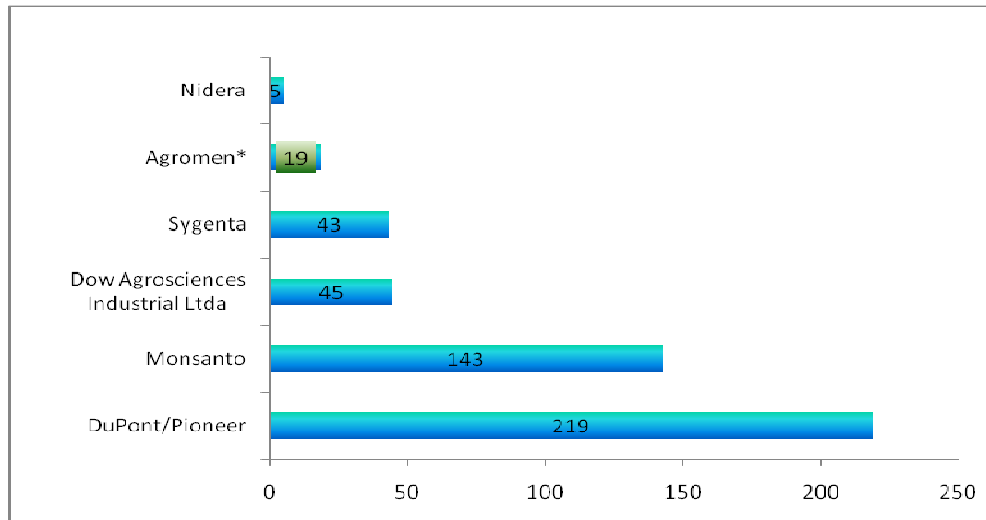


Gráfico 2.4 – Titularidade de cultivares e linhagens de milho transgênicos no Brasil

Fonte: RNC/MAPA. Acesso 31.01.2011

Estes dados de proteção intelectual relacionados a plantas transgênicas, seja por patentes, seja por cultivares, apontam para um cenário futuro cada vez maior de concentração deste mercado que, pelas próprias características do processo inovativo nesta área, já é por si só um mercado oligopolizado. Se em um primeiro momento de atuação no mercado as empresas multinacionais detentoras do conhecimento optaram pelo estabelecimento de parcerias com empresas nacionais com capacitação em P&D e detentoras de germoplasma e de cultivares adaptadas às condições regionais e locais brasileiras, a tendência observada da liderança do *ranking* de cultivares transgênicos protegidas demonstra que aquelas empresas estão agora desenhando estratégias mais robustas no domínio dos mercados de cultivares transgênicos para a agricultura brasileira, passando a atuar sozinhas e só realizando parcerias em áreas onde ainda não detêm a competência necessária para assim o fazer (Capítulo 3).

2.4 – MARCO REGULATÓRIO DE ACESSO AOS RECURSOS GENÉTICOS

Uma vez que os genes são a matéria-prima da indústria de biotecnologia, a maneira como se dá o acesso aos recursos genéticos pode influenciar diretamente no desenvolvimento do setor de inovação em plantas transgênicas, motivo pelo qual o marco regulatório envolvendo a regulação do acesso aos recursos genéticos é também relevante para o presente estudo.

O Brasil é detentor de uma das maiores diversidades biológicas do mundo. Cerca de 10 a 20% do total de espécies vivas do planeta estão localizadas no Brasil, sendo que se estima que existam mais de dois milhões de espécies distintas de plantas, animais e

microorganismos nos seis biomas brasileiros (Amazônia, Mata Atlântica, Cerrado, Caatinga, Pampa e Pantanal) e na Zona Costeira e Marinha do Brasil. (CGEN, 2011). Esta megadiversidade apresenta um enorme potencial econômico ainda não explorado e desconhecido, representado pelas informações genéticas contidas em animais, plantas e microorganismos.

Além disso, mais de 220 etnias indígenas e diversas comunidades locais (quilombolas, ribeirinhos, caiçaras, seringueiros e outras) detêm inúmeros conhecimentos tradicionais associados a esta biodiversidade. (CGEN, 2011).

Tais informações interessam de forma especial às empresas do setor de biotecnologia, pois, transformadas em produtos e apropriadas na forma de patentes, representam um enorme potencial de lucros e não há dúvidas de que tudo isto tem grandes reflexos sócio-econômicos.

Muito embora o valor real da biodiversidade brasileira permaneça desconhecido, havendo apenas estimativas especulativas, certo é que existe uma infinidade de possibilidades de geração de produtos de alto valor agregado mediante acesso aos recursos genéticos presentes em nossa biodiversidade, incluindo aí a geração de inovações em plantas transgênicas. Os recursos genéticos, neste caso, serão acessados como fonte de matéria-prima genética que permita prospecção, caracterização, expressão gênica, estudos de prova de conceito e produção de novas moléculas (Etapa 1 do ciclo de inovação do produto transgênico - Figura 1.2).

Um bom exemplo do uso da tecnologia do DNA Recombinante como opção viável para a prospecção e uso sustentável da biodiversidade brasileira é dado pelo projeto da Embrapa para desenvolvimento de plantas expressando proteínas da seda da aranha.

A seda da aranha possui excelentes propriedades físicas e mecânicas, tendo sido reconhecida recentemente como um nanomaterial à base de proteínas. Ela é um biopolímero à base de proteínas, altamente flexível e com força e resistência extraordinárias, comparáveis às das fibras sintéticas de alto desempenho como o Kevlar (RECH, 2010)

Apesar do alto potencial decorrente das características mecânicas da seda de aranha, a impossibilidade de domesticar aranhas para produzir fibras em quantidades suficientes levou ao desenvolvimento de estratégias alternativas para a produção de proteínas da seda usando a tecnologia do DNA Recombinante. Pesquisadores da Embrapa coletaram amostras de diferentes aranhas presentes no ecossistema brasileiro (*Nephilengys cruentata*, *Avicularia juruensis* e *Parawixia bistriata*), seqüenciaram seus genomas e obtiveram a expressão de fibras sintéticas semelhantes às das aranhas coletadas. Eles estudam agora o uso de plantas

como sistema de expressão adequado para estas proteínas sintéticas, sendo que já foi obtido o sucesso da expressão, além de bactérias, em sementes de soja (RECH, 2010).

O sucesso deste projeto de pesquisa pode levar ao surgimento de uma planta transgênica com alto valor agregado, graças ao acesso de recursos genéticos presentes na biodiversidade brasileira.

O potencial de uso da biodiversidade no desenvolvimento de inovações em plantas transgênicas é enorme, razão pela qual o marco regulatório de acesso aos recursos genéticos é tão importante na configuração deste Sistema.

Desde 1933, mediante Decreto no. 22.698, de 11 de maio daquele ano, vêm sendo criadas, no país, regras para o acesso à diversidade biológica, visando evitar a apropriação injusta de nossos recursos naturais por outros países, especialmente na forma de patentes, naquilo que é conhecido pelo termo de “biopirataria”, entretanto sem muito sucesso. Mesmo após a edição da Convenção de Diversidade Biológica – CDB, em 1992, que tem entre seus objetivos a repartição justa e equitativa dos benefícios derivados da utilização dos recursos genéticos, e que foi internalizada na legislação brasileira através do Decreto Legislativo nº 2/1994, essa situação não se alterou.

Com a adesão do Brasil à Convenção de Diversidade Biológica, inúmeros projetos de Lei para regular o acesso aos recursos genéticos do país, seja no âmbito federal ou estadual, foram propostos, sendo que em 1995, o Poder Executivo criou o Grupo Interministerial de Acesso aos Recursos Genéticos, formado por representantes técnicos de vários Ministérios e com o objetivo de formular um projeto de lei do Executivo sobre o assunto.

Em 1998, foi enviado ao Congresso Nacional projeto de lei resultante de três anos de trabalho daquele Grupo. A esse projeto foram apensados outros projetos de lei que já se encontravam em tramitação no Congresso, iniciando-se as negociações para aprovação do projeto e regulamentação da matéria no Brasil.

Entretanto, devido à enorme pressão gerada pelo caso Bioamazônica⁵³, foi editada, em junho de 2000, a Medida Provisória nº 2.052/2000, atual MP nº 2186-16/2001⁵⁴.

⁵³ O “Caso Bioamazônica” refere-se ao episódio ocorrido em 2000, em que a empresa pública Bioamazônica, criada com objetivo de desenvolver pesquisas biológicas na Amazônia, assinou contrato de exploração com a multinacional Novartis Pharma AG (hoje Syngenta), para elaboração de novos produtos farmacêuticos. O Acordo foi considerado lesivo aos interesses do País, tendo gerado inúmeros protestos e enorme repercussão na mídia nacional, o que levou à suspensão do mesmo pelo então Ministro do Meio Ambiente, José Sarney Filho.

⁵⁴ Apesar de ser uma Medida Provisória, por força do art. 2º da Emenda Constitucional nº 32/2001, esta norma tem força de Lei, enquanto a mesma não for revogada ou venha a ser regulamentada pelo Congresso Nacional.

Esta Medida Provisória institui sistema nacional para regular o acesso aos recursos genéticos e aos conhecimentos tradicionais associados, bem como a repartição de benefícios derivados do seu uso, sendo complementada pelos Decretos nº 3.945/2001, 4.946/2003 e 5.459/2004.

De acordo com esta MP, o CGEN é o órgão responsável pela condução da política de acesso ao patrimônio genético no país, sendo órgão de caráter deliberativo e normativo, integrado por representantes de 19 órgãos e entidades da Administração Pública Federal (Ministério do Meio Ambiente; Ministério da Ciência e Tecnologia; Ministério da Saúde; Ministério da Justiça; Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento; Ministério da Defesa; Ministério da Cultura; Ministério das Relações Exteriores; Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior; IBAMA; Instituto de Pesquisa Jardim Botânico do Rio de Janeiro; CNPq; Instituto Nacional de Pesquisa da Amazônia; Museu Paraense Emílio Goeldi; Embrapa; Fundação Oswaldo Cruz; Fundação Nacional do Índio; INPI, Fundação Cultural Palmares)⁵⁵.

O CGEN é presidido pelo Ministério do Meio Ambiente, atualmente representado pela Secretária de Biodiversidade e Florestas, e reúne-se, ordinariamente, 1 (uma) vez por mês. O Departamento de Patrimônio Genético - DPG, da Secretaria de Biodiversidade e Florestas - SBF/MMA, exerce a função de Secretaria-Executiva do Órgão. O CGEN possui cinco câmaras temáticas, de caráter técnico, que subsidiam as discussões do Conselho. São elas: Procedimentos Administrativos, Conhecimento Tradicional Associado, Repartição de Benefícios, Patrimônio Genético Mantido em Condições *ex situ* e Acesso à Tecnologia e Transferência de Tecnologia.

Pois bem, dentro do marco regulatório atual de acesso aos recursos genéticos, todas as atividades de pesquisa científica, bioprospecção e desenvolvimento tecnológico realizadas mediante a utilização de amostras de patrimônio genético coletados em condições *in situ*⁵⁶, inclusive domesticado, ou mantido em coleções *ex situ*⁵⁷, desde que tenham sido coletados no território nacional, na plataforma continental ou na zona econômica exclusiva⁵⁸ somente

⁵⁵ Maneiras de ampliar a representação da sociedade civil no CGEN estão sendo discutidas dentro do Órgão. Atualmente, as organizações civis participam das reuniões do Conselho, com direito a voz, mas sem direito a voto.

⁵⁶ São as condições em que recursos genéticos são encontrados nos ecossistemas e habitats naturais e, no caso de espécies domesticadas ou cultivadas, nos meios onde tenham desenvolvido suas propriedades características (Art. 2º do Decreto n.º 2.519, de 1998).

⁵⁷ Manutenção de amostra de componente de patrimônio genético fora de seu habitat natural, em coleções vivas ou mortas (Inciso XIV do Art. 7º da M. P. n.º 2.186-16/2001)

⁵⁸ A Lei n.º 8.617 define os conceitos de mar territorial, zona econômica exclusiva e plataforma continental. O mar territorial compreende uma faixa de doze milhas marítimas de largura, medidas a partir da linha baixa-

poderão ser realizadas mediante autorização da União. O uso, comercialização e aproveitamento de produtos advindos de atividades de acesso ao patrimônio genético brasileiro é submetido à fiscalização, restrições e repartição de benefícios nos termos e condições da MP e seus desdobramentos.

O art. 7º da MP define o Acesso ao Patrimônio Genético como sendo obtenção de amostra de componente do patrimônio genético para fins de pesquisa científica, desenvolvimento tecnológico ou bioprospecção, visando à sua aplicação industrial ou de outra natureza (inciso IV). Esta definição deve ser lida em conjunto com a definição constante da Orientação Técnica n.º 1, de 24 de setembro de 2003 do CGEN, qual seja: *“acesso é atividade realizada sobre o patrimônio genético com o objetivo de isolar, identificar ou utilizar informação de origem genética ou moléculas e substâncias provenientes do metabolismo dos seres vivos e de extratos obtidos destes organismos”*

A MP 2186-16/2001 trata ainda especificamente da proteção do conhecimento tradicional associado ao patrimônio genético, tendo capítulo exclusivo para este tema. A principal preocupação dos legisladores aqui foi garantir a justa e equitativa repatriação de benefício para as comunidades indígenas ou comunidades locais detentoras do conhecimento tradicional associado.

Além disto, a MP criou a necessidade de obtenção da chamada Autorização de Acesso e Remessa de amostra do Patrimônio Genético para todos aqueles interessados em acessar ou remeter amostra do patrimônio genético brasileiro. Se a Autorização de Acesso e Remessa de amostra de patrimônio genético for para fins de pesquisa científica, esta será concedida pelo IBAMA ou pelo CNPq, conforme o caso, desde que não haja acesso ao conhecimento tradicional associado.

Já as Autorizações de Acesso e Remessa de amostras de patrimônio genético e/ou conhecimento tradicional para fins de bioprospecção e de desenvolvimento tecnológico são concedidas pelo CGEN ou pelo CNPq, conforme o caso.

Recentemente, o CNPq estabeleceu os parâmetros para que instituições que exercem atividades de pesquisa e desenvolvimento tecnológico nas áreas biológicas e afins obtenham

mar do litoral continental e insular, tal como indicada nas cartas náuticas de grande escala. Reconhecidas oficialmente no Brasil. A zona econômica exclusiva compreende uma faixa que se estende das doze às duzentas milhas marítimas, contadas a partir das linhas de base que servem para medir a largura do mar territorial. E a plataforma continental compreende o leito e o subsolo das áreas submarinas que se estendem além do seu mar territorial, em toda a extensão do prolongamento natural de seu território terrestre, até o bordo exterior da margem continental, ou até uma distância de duzentas milhas marítimas das linhas de base, a partir das quais se mede a largura do mar territorial, nos casos em que o bordo exterior continental não atinja essa distância.

autorização para acessar amostras de componentes do patrimônio genético, bem como remetê-las à instituição sediada no país ou no exterior (Resolução Normativa nº 17/2010). Espera-se que esse novo marco regulatório possa atuar como um facilitador do acesso dos pesquisadores a biodiversidade brasileira, quando feita exclusivamente para pesquisa. (FILHO, 2010).

É importante ressaltar algumas atividades de pesquisa que não necessitam de autorização do CGEN, exceto se envolverem acesso a conhecimento tradicional (Resolução do CGEN nº 21/2006):

- (i) as pesquisas que visem avaliar ou elucidar a história evolutiva de uma espécie ou de grupo taxonômico, as relações dos seres vivos entre si ou com o meio ambiente, ou a diversidade genética de populações;
- (ii) os testes de filiação, técnicas de sexagem e análises de cariótipos ou de ADN que visem à identificação de uma espécie ou espécime;
- (iii) as pesquisas epidemiológicas ou aquelas que visem à identificação de agentes etiológicos de doenças, assim como a medição da concentração de substâncias conhecidas cujas quantidades, nos organismos, indiquem doença ou estado fisiológico;
- (iv) as pesquisas que visem à formação de coleções de ADN, tecidos, germoplasma, sangue ou soro.

Além destas, estão também excluídos do escopo da MP. 2.186-16,/2001, o acesso e a remessa de amostra de recursos fitogenéticos para a alimentação e agricultura⁵⁹ das espécies relacionadas no Anexo I do Tratado Internacional sobre os Recursos Fitogenéticos para a Alimentação e a Agricultura, firmado no âmbito da Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura (FAO), também denominado simplesmente Tratado da FAO⁶⁰.

Já para os outros casos, as Autorizações para Acesso a recursos genéticos e/ou patrimônio genético podem ser dadas caso a caso ou por um período de dois anos, de forma especial. Um dos grandes problemas enfrentados pelos pesquisadores para obtenção desta Autorização é a necessidade da anuência prévia dos proprietários das áreas onde se pretende fazer a coleta da amostra.

⁵⁹ São aqueles materiais genéticos de origem vegetal, com valor real ou potencial para a alimentação e a agricultura (Art. 2º do Tratado da FAO).

⁶⁰ O Tratado da FAO regula a remessa de recursos fitogenéticos para alimentação e agricultura *para os fins de conservação, pesquisa e treinamento*. Em outras palavras, a remessa para fins de aplicações industriais, farmacêuticas ou químicas não é regida pelo Tratado da FAO. Nesse caso, se a espécie for nativa, a remessa será regulada pela MP 2.186-16/2001.

Ressalte-se também que as decisões do CGEN revelam o entendimento deste órgão de que coleta e acesso são feitas em momentos diferentes. Assim, de acordo com a definição de acesso expressa na Orientação Técnica n 01/2003 do CGEN, a aplicação da MP. n.º 2.186-16/2001 exige a obtenção de autorização de acesso *independentemente da data ou local da coleta da amostra de patrimônio genético*. Ou seja, ainda que a mostra tenha sido coletada, por exemplo, antes de 23 de agosto de 2000 (data da primeira publicação da MP. n.º 2.186-16/2001), ou, tenha sido coletada na beira de uma estrada ou tenha sido comprada numa feira ou supermercado, o acesso a essa amostra para fins de pesquisa científica, bioprospecção ou desenvolvimento tecnológico deve ser precedido de autorização do CGEN, ou por instituição por este credenciada.

Além disto, toda vez que se detectar potencial econômico para o uso da amostra do patrimônio genético é necessário a assinatura do Contrato de Utilização do Patrimônio Genético e de Repartição de Benefícios, que garantirá a repartição justa e equitativa dos benefícios gerados pela exploração econômica de produto ou processo desenvolvido a partir de amostra de componente do patrimônio genético e/ou de conhecimento tradicional associado. Tais contratos também devem ser submetidos à anuência do CGEN somente tendo eficácia após este ato.

Outro importante aspecto do marco regulatório de acesso aos recursos genéticos relacionado diretamente à questão da inovação em plantas transgênicas é a obrigação imposta pelo art. 31 da Medida Provisória nº 2.186-16/2001 de que o requerente de pedido de patente de invenção cujo objeto tenha sido obtido em decorrência de acesso à amostra de componente do patrimônio genético nacional realizado a partir de 30 de junho de 2000 deverá informar ao Instituto Nacional de Propriedade Industrial (INPI) a origem do material genético e do conhecimento tradicional associado, quando for o caso, bem como o número da correspondente Autorização de Acesso concedida pelo órgão competente, no caso o CGEN (Resolução do CGEN nº 34/2009).

Esta obrigação vincula o cumprimento da legislação de acesso aos recursos genéticos à concessão do benefício das patentes nos casos em que o produto ou processo tecnológico envolver acesso aos recursos genéticos e/ou conhecimento tradicional associado e a não gestão deste aspecto pelas organizações de pesquisa desde o início dos projetos de P&D pode representar um problema futuro para a mesma.

Por se tratar de matéria altamente complexa, cuja norma legal básica, ou seja, a Medida Provisória 2186-16/2001, apresenta pontos muito difíceis de serem implementados, desde sua criação, em 2002, o CGEN vem sendo obrigado a editar uma série de normativas

para tentar melhor regular a questão. Até o momento já foram editadas 07 Orientações Técnicas e 34 Resoluções por aquele Órgão, além de inúmeras Deliberações (CGEN, 2011).

Contudo, mesmo com esta alta atividade normativa por parte do CGEN, o que podemos observar hoje é que a legislação de acesso, remessa, uso e repartição de benefícios do patrimônio genético e/ou conhecimento tradicional associado no Brasil ainda não pode ser efetivamente implementada. Os números de autorizações de acesso concedidas pelo CGEN ao longo desde últimos anos é muito pequeno (Gráfico 2.5), tendo em vista o enorme potencial de uso da biodiversidade brasileira para fins de prospecção tecnológica e desenvolvimento tecnológico e/ou acesso a conhecimento tradicional associado⁶¹.

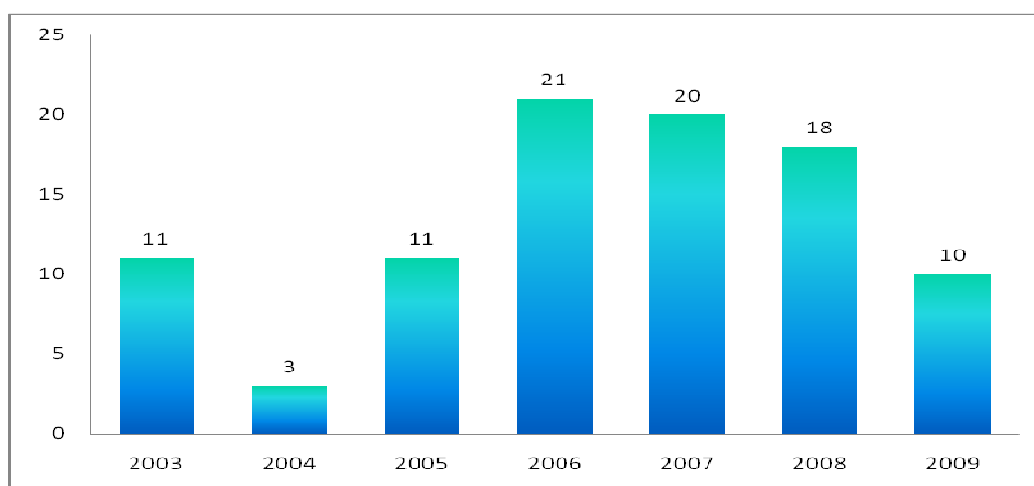


Gráfico 2.5 - Número de Autorizações de Acesso com fins de bioprospecção de desenvolvimento tecnológico concedidas pelo CGEN (2003-2009)

Fonte: CGEN (www.mma.gov.br) Acesso 15.03.2011

Os dados referentes às autorizações de acesso para fins de bioprospecção ou desenvolvimento tecnológico concedidas pelo CGEN mostram que a grande maioria delas não envolvem projetos na área de desenvolvimento de produtos biotecnológicos agrícolas.

Dos atores estratégicos que atuam no Sistema de Inovação de Plantas Transgênicas identificados neste trabalho (Capítulo 3), apenas a Embrapa possui autorizações de acesso a recursos do patrimônio genético concedidas de acordo com este marco regulatório. Segundo Vasconcelos (informação verbal⁶²), são ao todo:

⁶¹ Lembrando os dados apresentados não incluem autorizações de acesso para fins de pesquisa científica, que são concedidos diretamente pelo IBAMA e CNPq e também não incluem eventuais autorizações de bioprospecção e desenvolvimento tecnológico concedidas pelo CNPq, uma vez que só recentemente este órgão foi credenciado para este tipo de concessão. Contudo, mesmo com a inclusão destes dados, a situação refletida seria a mesma observada no Gráfico 2.2.

⁶² Informações fornecidas por Rosa Miriam Vasconcelos, em fevereiro de 2011.

- (i) 90 autorizações para pesquisa científica (concedidas pelo IBAMA)
- (ii) 24 autorizações para bioprospecção (concedidas pelo CGEN)
- (iii) 04 autorizações pra desenvolvimento tecnológico (concedidas pelo CGEN)
- (iv) 03 autorizações envolvendo bioprospecção e desenvolvimento tecnológico ao mesmo tempo (concedidas pelo CGEN).

Entretanto, somente 3 (três) destas autorizações dizem respeito diretamente a projetos ligados ao desenvolvimento de produtos geneticamente modificados.

Tal situação pode ser atribuída ao fato de que ainda pairam dúvidas a respeito da aplicação da legislação de acesso ao desenvolvimento de organismos geneticamente modificados. Tudo porque o artigo 36 da Medida Provisória 2.186-16/2001 assim dispõe que “*as disposições desta Medida Provisória não se aplicam à matéria regulada pela Lei nº 8.974, de 05 de janeiro de 1995.*”. A Lei nº 8.974/1995, como visto anteriormente, regulava a pesquisa e desenvolvimento de OGM no Brasil até ser revogada pela atual Lei nº 11.105/2005.

Contudo, a matéria não está pacificada, uma vez que a MP 2.186-16/2001 se refere expressamente a uma Lei que já se encontra revogada. Isto cria uma situação de insegurança jurídica a respeito desta questão, sendo discutível o entendimento de que a Lei nº 11.105/2005, que revogou a Lei anterior, automaticamente se aplica ao art. 36 da MP 2.186-16/2001, questão esta que só poderá ser resolvida se levada ao Judiciário para que este emita o seu entendimento.

Deste modo, apesar da ausência de processos juntos ao CGEN solicitando autorizações em atividades envolvendo desenvolvimento de organismos geneticamente modificados, o mais sensato seria que as empresas que atuam neste Sistema de Inovação se submetessem às normas deste marco regulatório, até que a questão esteja definitivamente pacificada. Isto poderá evitar sérios prejuízos futuros.

Certo é que, atualmente, o conjunto de normas, leis e diretrizes que regulam o acesso à biodiversidade no Brasil ainda é fator limitante para a bioprospecção de moléculas. O que está ocorrendo, na prática, é a paralisação de quase todas as pesquisas que envolvem acesso ao patrimônio genético brasileiro ou, o que é ainda pior, a colocação destas atividades em um patamar de ilegalidade, uma vez que realizadas sem autorização do CGEN.

Além disso, a atuação dos agentes reguladores desse processo tem sido bastante questionável ao longo dos últimos anos, penalizando muito mais aquelas empresas que estão tentando cumprir este marco legal do que aquelas que optam por atuar na ilegalidade. A aplicação de multa a mais de 100 instituições de pesquisa pelo IBAMA, resultado de

processos investigativos conduzidos pelo Ministério Público da União no final de 2010, gerando multas no valor de R\$100 milhões, comprova essa assertiva, uma vez que somente aquelas instituições que tinham processos de alguma forma protocolados junto ao CGEN foram autuadas (FOLHA ON LINE, 2010).

Essa situação é insustentável em longo prazo, sendo que todos os setores do Governo Federal entendem que é necessária uma reformulação do marco regulatório de acesso ao patrimônio genético brasileiro, muito se discutindo a respeito da necessidade de flexibilização das exigências, desemperrando os processos que se acumulam no CGEN e permitindo a continuação das pesquisas que interessam ao Brasil, principalmente na área agrícola.

Contudo, muito pouco se tem conseguido avançar nesta direção, uma vez que os principais atores envolvidos nesta discussão não se entendem, especialmente o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento; Ministério do Meio Ambiente e Ministério da Ciência e Tecnologia que, em resumo, advogam a edição de leis autônomas para regular o acesso aos recursos genéticos dependendo da finalidade com que o mesmo ocorre.

A preocupação da adequação do marco regulatório de acesso ao patrimônio genético também já é amplamente expressa em outros fóruns de discussão. Recentemente, na discussão que envolveu a adequação dos objetivos da Política de Desenvolvimento Produtivo na área estratégica da biotecnologia para o período 2011-2014, ficou claro que é necessário ampliar os temas sob a coordenação do Conselho Nacional de Biotecnologia, em especial o marco legal e institucional do tema de acesso a recursos do patrimônio genético e repartição de benefícios, pois tal marco legal ainda não expressa a estratégia da política industrial brasileira, prejudicando o alcance de suas metas. (ABDI, 2010)

Importante destacar aqui que recentemente o Governo Federal iniciou uma discussão no sentido de editar uma nova Medida Provisória para regular a matéria, sendo esperado que isso ocorra ainda em 2011. Caso essa ação venha a se concretizar, esta parte do trabalho deverá ser revista. Entretanto, mesmo com a edição de uma nova norma para o setor, dificilmente todos os problemas aqui elencados serão resolvidos, uma vez que a opção pela edição de uma Medida Provisória pelo Executivo no lugar da discussão de um Projeto de Lei no âmbito do Legislativo muito provavelmente não dará conta de toda a complexidade relacionada a essa matéria. Esta é uma discussão que ainda deve se prolongar no futuro próximo.

2.5 – SISTEMA DE AVALIAÇÃO E CONFORMIDADE DE MATERIAL BIOLÓGICO

As atividades envolvidas no desenvolvimento de organismos geneticamente modificados envolvem aplicação e uso de material biológico em todas as etapas deste ciclo. Nesse contexto, o material biológico representa um novo insumo para o processo de PD&I em plantas transgênicas, cujo tratamento requer o concurso de um sistema que permita assegurar que um dado material possui determinadas características nele identificadas ou a ele atribuídas pelos Centros de Pesquisa e Desenvolvimento onde foram isolados, cultivados ou construídos.

O MCT vem trabalhando a alguns anos na construção do Sistema de Avaliação e Conformidade de Material Biológico no Brasil, definindo como “material biológico” como todo material que contenha informação genética, e seja capaz de auto-reprodução ou de ser reproduzido em um sistema biológico (MCT, 2002). De acordo com esta definição, material biológico inclui os organismos cultiváveis e microrganismos (bactérias, fungos filamentosos, algas, vírus, leveduras e protozoários); as células humanas, animais e vegetais; as partes replicáveis desses organismos e células (bibliotecas genômicas, plasmídeos e fragmentos de DNA clonado) e os organismos ainda não-cultivados, assim como os dados associados a esses organismos, incluindo informações moleculares, fisiológicas e estruturais referentes ao material biológico⁶³ (MCT, 2002).

Mesmo tendo sido recomendada prioridade e urgência no desenho, articulação e implementação de um Sistema Brasileiro de Conformidade de Material Biológico e da Rede Brasileira de Centros de Recursos Biológicos pelo Documento MCT (2002) e CGEE (2006), fato é que este Sistema ainda não está consolidado no Brasil.

Além da não existência de oferta de material biológico certificado para o uso em pesquisas científicas e inovação tecnológica, o que representada um sério risco para o SIPT, a ausência deste tipo de sistema gera lacunas na complementação dos marcos regulatórios, e nos alinhamentos com as normas e recomendações internacionais, como o Acordo de Barreiras Técnicas (OMC) e o Protocolo de Cartagena (EDILSON DA SILVA, 2008).

⁶³ Esta definição está baseada no relatório do Working Party on Biotechnology da Organização da Cooperação para o Desenvolvimento Econômico – OCDE, de fevereiro de 2001

2.6 – O CONTEXTO INTERNACIONAL QUE INFLUENCIA NO DESENVOLVIMENTO DE PLANTAS TRANSGÊNICAS

2.6.1 Convenção de Diversidade Biológica: uma breve análise

A Convenção de Diversidade Biológica – CDB - teve sua origem em 1987, quando o Conselho Administrativo da *United Nations Environmental Protection*– UNEP, mediante a decisão 14/26, de 17.6.87, estabeleceu um Grupo de Trabalho *ad hoc* de expertos em diversidade biológica para viabilizar a criação de uma convenção global sobre diversidade biológica, na tentativa de racionalizar todos os arranjos já existentes em acordos internacionais de conservação. Interessante observar que esta decisão surgiu de sugestão apresentada pelos Estados Unidos da América, país que até hoje não ratificou a Convenção.

Em 1990, ocorreu em Nairóbi a primeira reunião deste Grupo de Trabalho *ad hoc*, sendo que em maio de 1991 o Grupo passou a se chamar Comitê de Negociação Intergovernamental, com a responsabilidade de concluir as negociações para fechamento do texto da futura convenção.

A última reunião deste grupo ocorreu em maio de 1992, também em Nairóbi, pouco antes da data marcada para início da Conferência de Meio Ambiente e Desenvolvimento das Nações Unidas, no Rio de Janeiro (junho de 1992). Havia naquele momento uma grande incerteza sobre o fechamento do texto para ser apresentado no Rio de Janeiro, principalmente devido às discussões entre os países ricos e países em desenvolvimento sobre a criação do Fundo Mundial do Meio Ambiente (*Global Environment Facility* – GEF), mecanismo financeiro que possibilitaria a efetiva implantação da convenção.

Entretanto, o texto foi fechado e a Convenção de Diversidade Biológica – CDB - foi adotada em 22 de maio de 1992, sendo aberta para assinatura durante a Conferência de Meio Ambiente e Desenvolvimento das Nações Unidas realizada no Rio de Janeiro⁶⁴.

A CDB entrou em vigência em 29.12.93, sendo que até o momento 193 países fazem parte da Convenção⁶⁵, entre eles o Brasil, que internalizou seu texto mediante o Decreto Legislativo nº 2/1994.

Importante ressaltar que, apesar de ser um acordo internacional com força de lei, a Convenção dá aos países membros plena liberdade para estabelecer as normas que

⁶⁴ Mais conhecida como Eco92

⁶⁵ Cf. site da Convenção de Diversidade Biológica: <http://www.cbd.int/convention/parties/list>, Acesso em 05.05.10

possibilitarão o alcance dos objetivos nela previstos, estabelecendo mais um compromisso do que uma obrigação específica.

Já no Preâmbulo da Convenção (parágrafo 9 do Preâmbulo) encontramos a definição do já citado “**Princípio da Precaução**”. Como dito, ele foi definido na verdade no âmbito da chamada “Declaração do Rio de Janeiro”, que foi aprovada durante a Eco92 e tem sido amplamente discutido deste então.

A Convenção de Diversidade Biológica tem como objetivos a serem alcançados a conservação da diversidade biológica; a utilização sustentável de seus componentes e a repartição justa e equitativa dos benefícios derivados da utilização dos recursos genéticos, mediante, inclusive, o acesso adequado a estes recursos e a transferência adequada de tecnologias pertinentes (artigo 1).

O artigo 2º, III, da Lei Brasileira nº 9.985/2000 define diversidade biológica como sendo "*a variabilidade de organismos vivos de todas as origens, compreendendo, dentre outros, os ecossistemas terrestres, marinhos e outros ecossistemas aquáticos e os complexos ecológicos de que fazem parte, compreendendo ainda a diversidade dentro de espécies, entre espécies e de ecossistemas*". Sua conservação é fundamental para a sobrevivência das pessoas e dos seres vivos, no planeta.

Pois bem, o artigo 2 da Convenção estabelece que o termo “tecnologia” inclui a biotecnologia, definindo-a como “*qualquer aplicação tecnológica que utilize sistemas biológicos, organismos vivos, ou seus derivados, para fabricar ou modificar produtos ou processos para utilização específica.*”

Observa-se que esta definição não se restringe à biotecnologia moderna (Capítulo 1), mas a toda e qualquer biotecnologia. Entretanto, o fato é que em outros pontos do texto e também nas discussões ocorridas no âmbito de todas as Conferências das Partes realizadas até o momento o enfoque é dado para a biotecnologia moderna e para os possíveis efeitos dessa sobre o meio ambiente.

O artigo 19 da CDB discute especificamente a questão da gestão da biotecnologia e distribuição de seus benefícios: No intuito de dar cumprimento ao disposto no §3º deste Artigo, que estabelece a necessidade do estabelecimento de procedimentos adequados no que diz respeito à transferência, manipulação e utilização seguras de todo organismo vivo modificado pela biotecnologia que possa ter efeito negativo para a conservação e utilização sustentável da diversidade biológica, as Partes Contratantes desta Convenção, reunidas na 2ª Seção da Conferência da Partes (COP), em Jakarta, Indonésia, em 1995, constituíram um

Grupo de Trabalho *ad hoc* com a função de elaborar projeto para o Protocolo de Biossegurança.

2.6.2 – Protocolo de Cartagena

Desde o início das negociações do Protocolo de Biossegurança verificou-se uma polarização das discussões de seu texto entre o chamado Grupo de Miami (integrado pelos Estados Unidos da América, Canadá, Austrália, Argentina, Uruguai e Chile) e os países agrupados em torno da União Européia. Tal polarização refletia exatamente as diferentes maneiras como estes dois blocos de países lidavam com a questão dos organismos geneticamente modificados em suas respectivas jurisdições.

Enquanto o Grupo de Miami (liderado pelos EUA, que, mesmo não tendo assinado a Convenção, participou ativamente das negociações do Protocolo) defendia o debate fundado no “Princípio da Equivalência Substancial”, a União Européia e outros países defendiam o “Princípio da Precaução” e a necessidade de relacionar o Protocolo em discussão com outros acordos ambientais.

Mesmo com todas as dificuldades, após seis reuniões de negociação, o Protocolo foi finalmente completado e adotado, em fevereiro de 2000, em Montreal, Canadá, passando a ser denominado Protocolo de Cartagena sobre Biossegurança da Convenção sobre Diversidade Biológica⁶⁶. Ele se tornou o primeiro acordo suplementar da CDB, sendo o único até o presente momento.

Até hoje, o Protocolo foi assinado por 158 países⁶⁷, sendo um deles o Brasil, que aprovou a ratificação do mesmo pelo Decreto nº 908, de 31.10.2003.

O Brasil sempre ocupou posição ímpar nas discussões desse acordo internacional, uma vez que é ao mesmo tempo um dos maiores detentores de diversidade biológica do planeta e grande produtor mundial de transgênicos. Como país megadiverso, o Brasil deve adotar todas as medidas necessárias para proteger e conservar esse patrimônio. Ao mesmo tempo, como grande exportador de organismos geneticamente modificados, sendo o segundo maior produtor mundial de transgênicos (JAMES, 2010), deve tomar todas as precauções

⁶⁶ O Protocolo foi assim denominado em referência à primeira Conferência Extraordinária das Partes da Convenção, ocorrida em fevereiro de 1999, em Cartagena, Colômbia, para negociar os termos do Protocolo. Muito embora esta reunião não tenha logrado sucesso, sendo o texto do Protocolo somente fechado no ano seguinte, este documento foi assim denominado como reconhecimento dos esforços empreendidos naquela Reunião.

⁶⁷ As informações atualizadas sobre o Protocolo de Cartagena podem ser obtidas no site da CDB <http://www.cbd.int/biosafety/signinglist.shtml> – Acesso em: 06.01.2010

necessárias para evitar que as regras estabelecidas neste Acordo não se transformem em barreiras não tarifárias ao comércio mundial. Isso o coloca certamente em uma situação delicada de conflito de interesses em diversos itens que são regulados no âmbito deste Protocolo.

Entretanto, é justamente por esta posição ímpar que o Brasil tem se destacado em todas as reuniões dos países membros deste Protocolo que vem ocorrendo até o momento⁶⁸, buscando sempre exercer seu poder moderador de país que se preocupa com a conservação e uso sustentável da biodiversidade, mas que também reconhece a necessidade da criação de procedimentos internacionais que permitam o fluxo seguro dos produtos agrícolas.

Muito embora as disposições constantes do §3º do artigo 19 da Convenção fossem mais amplas (regular os procedimentos na transferência, manejo e uso dos organismos geneticamente modificados que possam ter efeito sobre a biodiversidade e seus componentes), o Protocolo de Cartagena ficou restrito apenas à regulamentação dos movimentos transfronteiriços destes organismos.

Cabe aqui ressaltar que além do Protocolo de Cartagena, existem outros acordos internacionais cujas disposições incidem diretamente sobre os movimentos transfronteiriços de OGM. É o caso, por exemplo, dos acordos de livre comércio no âmbito da Organização Mundial do Comércio - OMC, em especial, o Acordo de Medidas Sanitárias e Fitossanitárias (AMSF) de 1994.

Pois bem, o objetivo do Protocolo de Cartagena, conforme dispõe o seu artigo 1 é contribuir para garantir um nível adequado de proteção na esfera da transferência, manejo e uso seguro dos organismos geneticamente modificados resultantes da biotecnologia moderna que possam ter efeitos adversos para a conservação e utilização sustentável da diversidade biológica, tendo também em conta os riscos para a saúde humana, e centrando-se concretamente nos movimentos transfronteiriços.

O Protocolo só se aplica aos *organismos vivos modificados* - *OVM*, sendo que os produtos derivados de organismos geneticamente modificados, como, por exemplo, proteínas ou óleo de soja obtido a partir de soja geneticamente modificada ficam fora do âmbito do Protocolo. Também estão fora de seu âmbito os produtos farmacêuticos destinados aos seres humanos e os OGM destinados a uso confinado realizado em conformidade com as normas de importação de cada Parte do Protocolo (artigos 5 e 6 do Protocolo).

⁶⁸ Até o momento foram 5 Reuniões das Partes, sendo que a última ocorreu em 2010.

O art. 7º do Protocolo estabelece o conceito de Acordo Fundamentado Prévio, sendo que os arts. 8º a 10 definem os procedimentos para que o mesmo se operacionalize. Ele se aplica aos movimentos transfronteiriços de OVM na forma de sementes, para serem introduzidos no meio ambiente do país importador. Segundo o mesmo, antes que haja a primeira introdução do OVM no meio ambiente do país importador, faz-se necessário que o país exportador tenha uma autorização do primeiro para tanto.

Já em relação aos movimentos transfronteiriços de OVM destinados ao uso direto como alimento humano ou animal ou para processamento, aplicam-se as disposições previstas no art. 11 do Protocolo. Nestes casos não se faz necessário o procedimento de Acordo Fundamentado Prévio, mas é preciso a divulgação de informações, impondo aos países membros de que, sempre que aprovarem um OVM para comercialização no âmbito interno, comunicarem tal fato aos demais países membros do Protocolo.

Podemos destacar como principais elementos do Protocolo o *Biosafety Clearing-House* – *BCH* ou Mecanismo de Intermediação de Informação sobre Biossegurança, que objetiva facilitar o intercâmbio de informações sobre OVM e auxiliar as Partes na implementação do Protocolo⁶⁹ e o *Capacity-Building* ou “Desenvolvimento de Capacidades”, que objetiva promover a cooperação internacional para a obtenção de recursos humanos e institucionais devidamente capacitados em biossegurança.

De acordo com o Protocolo de Cartagena, o processo de tomada de decisão sobre a importação de um OVM, seja ele para liberação no meio ambiente ou consumo humano ou animal deve-se basear obrigatoriamente em procedimento prévio de AVALIAÇÃO DE RISCO. Por isto, a divulgação de informações e a capacitação são elementos tão importantes no âmbito de sua aplicação.

Das discussões ocorridas até hoje no âmbito do Protocolo podemos destacar dois pontos principais, que influenciam diretamente no desenvolvimento de inovações de plantas transgênicas: as regras de identificação previstas no artigo 18.2(a) e as regras de responsabilidade e reparação previstas no artigo 27 do Protocolo.

O artigo 18.2(a) do Protocolo, em sua 1ª parte, estabelece que cada Parte adotará medidas para requerer que a documentação que acompanhe os Organismos Vivos Modificados (OVM) destinados a uso direto como alimento humano ou animal ou para processamento, *identifique claramente que “podem conter” OVM e que não se destinam para introdução intencional no ambiente*. Entretanto, na sua 2ª parte, o próprio Protocolo já previu

⁶⁹ Todas as informações sobre questões de biossegurança de OGM e implementação do Protocolo podem ser obtidas no site do BCH: <http://bch.cbd.int/> Acesso em 06/05/2011

que a Conferência das Partes deveria adotar uma decisão sobre os requisitos pormenorizados para este fim, *inclusive a especificação de sua identidade e qualquer identificação exclusiva*.

Tal previsão deu margem a um amplo processo de discussão em torno da definição se o documento que acompanha um determinado carregamento de OVM no comércio mundial deve apresentar a expressão “*pode conter*” ou a expressão “*contém*” determinado OVM. Importante esclarecer que não se trata aqui de *rotulagem de OVM*, mas sim de *identificação de cargas comerciais*.

Muito embora pareça ser uma simples questão de identificação, suas implicações para o comércio internacional de plantas transgênicas são enormes. O uso da expressão “*pode conter*” é uma alternativa que pode ser facilmente operacionalizada por meio da inclusão, no carregamento, de uma lista de eventos prováveis, ou seja, aqueles que já foram aprovados comercialmente no país de origem. Neste caso, os impactos nos fluxos comerciais seriam bem reduzidos, conforme explica Silveira e Oliveira (2011).

Já o uso da expressão “*contém*” nos carregamentos contendo plantas transgênicas exige medidas adicionais, em que a identidade dos OGMs contidos ali deve ser determinada por um Sistema de Preservação de Identidade (SPI), baseado em testes, incluindo uma lista de eventos presentes;

Conforme decisão das Partes do Protocolo (como são chamados os países membros), ocorrida em 2011, a identificação dos carregamentos contendo plantas transgênicas continuará a ser feita com a expressão “*pode conter*” até 2014, quando então o assunto será rediscutido.

Com vistas a quantificar os impactos potenciais dos custos da implantação do PCB para o Brasil, com foco na organização da logística de transporte e armazenagem brasileira, Silveira e Oliveira (2011) pesquisaram os custos relacionados aos testes para identificação de eventos transgênicos em soja ao longo da cadeia de transporte e, ainda, os custos de armazenagem segregada destes produtos, custos esses necessários para garantir a identidade preservada dos carregamentos de soja. Os resultados obtidos demonstraram expressiva perda de competitividade da agricultura de grãos no Brasil, estimando-se perdas monetárias que podem chegar à US\$1,54 bilhão. Este montante representa 13,5% das divisas geradas pelas exportações de soja grão para o Brasil em 2009 que totalizaram US\$11,3 bilhões (SILVEIRA; OLIVEIRA, 2011).

Pois bem, outro Artigo que chama bastante atenção no Protocolo de Cartagena é o Artigo 27. Este artigo estabelece a responsabilidade por danos resultantes dos movimentos transfronteiriços de OVM, que deverão ser compensados. Esta obrigação tem especial impacto sobre os países exportadores de OVM, como é o caso do Brasil.

Questões de responsabilidade são complexas e devem ser muito bem analisadas e discutidas. As regras de responsabilidade que serão estabelecidas sob o âmbito do Protocolo de Cartagena poderão influenciar diretamente no modo como a tecnologia do DNA Recombinante será adotada no mundo, uma vez que incidem diretamente sobre a percepção dos riscos associados ao exercício da atividade, bem como nos custos associados o desenvolvimento do produto.

Após seis anos de intensas negociações, as partes do Protocolo de Biossegurança concluíram em Nagoya, no Japão, em 2010, as bases de um novo tratado, que recebeu o nome de “*Protocolo de Nagoya-Kuala Lumpur sobre Responsabilidade e Compensação*”, e que será um documento suplementar ao Protocolo de Cartagena sobre Biossegurança. O principal ponto deste novo Acordo diz respeito à criação de um “seguro” como um mecanismo de compensação financeira por possíveis danos ambientais causados por países exportadores de OVMs.

Ainda não estão esclarecidas as formas como a implementação deste instrumento se dará, principalmente em relação à responsabilidade pelo pagamento do “seguro” (se caberá às empresas desenvolvedoras da tecnologia ou ao país membro do Protocolo). Contudo, claro está que essa questão deve ser muito bem discutida pelo governo brasileiro, tendo em vista o potencial impacto negativo na competitividade do país.

Não se pode esquecer que os principais países que competem com o Brasil neste mercado, ou seja, Estados Unidos e Argentina, não estão sujeitos às regras do Protocolo de Cartagena, uma vez que não o ratificaram. Desde modo, as regras de identificação de cargas e o “seguro” aqui mencionados podem deixar o Brasil ainda menos competitivo, indo de encontro a todos os planos e metas estabelecidos na política científica, tecnológica e industrial do país.

Conforme se depreende desta análise dos termos do Protocolo de Cartagena, facilmente se verifica que apesar de ser um acordo negociado dentro do ponto de vista ambiental, o mesmo tem sérias e importantes implicações do ponto de vista comercial. É preciso ter muito cuidado com este fato, pois poderá haver determinadas situações nas quais o Protocolo de Cartagena poderá ser alegado para encobrir situações claras de barreiras não tarifárias ao comércio mundial, o que certamente não é o objetivo daqueles que o idealizaram.

2.6.3 – Codex Alimentarius

Do ponto de vista do contexto internacional, a Convenção de Diversidade Biológica e o Protocolo de Cartagena em Biossegurança são os principais elementos que influenciam diretamente no grau de desenvolvimento desta tecnologia. Entretanto, outros elementos deste contexto também devem ser levados em consideração dentro do ambiente institucional internacional sobre as plantas transgênicas.

Um deles são as normas estabelecidas no âmbito do *Codex Alimentarius*. O *Codex* não é uma organização internacional em si, como a Organização Mundial da Saúde, por exemplo. Pode ser definido como uma espécie de corpo normativo que fixa regras de padrões alimentares para produtos alimentares individuais, rotulagem de alimentos, recomendações sobre resíduos de pesticidas, níveis de aditivos e contaminantes de alimentos, códigos de práticas higiênicas, entre outros aspectos da qualidade e segurança dos alimentos, que devem ser seguidas pelos países membros da organização, entre eles o Brasil.

As discussões sobre a necessidade do estabelecimento destes padrões mínimos se iniciaram na década de 50, no âmbito da Organização para Alimentação e Agricultura (FAO) e Organização Mundial da Saúde (OMS), ambas organizações internacionais ligadas à Organização das Nações Unidas (ONU). Em 1962, estas duas organizações decidiram criar a Secretaria do Programa de Padrões de Alimentos, que viria a se tornar a Secretaria do Comitê do *Codex Alimentarius*. Este Comitê é formado por representantes dos 165 países membros do *Codex*, inclusive o Brasil, que participam das suas atividades representando os interesses nacionais. O Comitê do *Codex Alimentarius* é, portanto, uma organização intergovernamental encarregada de implementar o Programa Conjunto da FAO/OMS de Padrões de Alimentos.

O objetivo do *Codex* é proteger a saúde do consumidor e assegurar uma prática justa no comércio dos alimentos; discutindo e elaborando padrões. Uma vez que um padrão do *Codex* é adotado, os países membros são incitados a incorporar este padrão aos seus regulamentos nacionais, podendo, entretanto, preservar o direito de impor unilateralmente regulamentos de segurança alimentar mais rigorosos se assim julgarem necessário para assegurar a proteção do consumidor, desde que estes padrões diferentes sejam cientificamente justificáveis.

Dentro deste contexto, a questão da rotulagem dos alimentos e ingredientes geneticamente modificados tem sido objeto de discussão neste Comitê desde 1997. Em 1999, a Comissão do *Codex Alimentarius* (CAC) estabeleceu a Força Tarefa Intergovernamental sobre Alimentos Derivados de Biotecnologia (FBT) com a finalidade de desenvolver padrões, normas ou recomendações para alimentos derivados de biotecnologia moderna ou

características introduzidas em alimentos por meio desta tecnologia, com base em evidências científicas e análise de risco,

Até 2008, já tinham sido adotadas pela CAC, as seguintes diretrizes elaboradas por esta Força Tarefa: (i) Princípios para Análise de Risco de Alimentos Derivados de Biotecnologia Moderna; (ii) Diretrizes para a Condução de Avaliação de Segurança Alimentar de Alimentos Derivados de Plantas DNA-Recombinantes; (iii) Diretrizes para a Condução de Avaliação de Segurança Alimentar de Alimentos Produzidos Utilizando Microrganismos DNA-Recombinantes; (iv) Diretrizes para a Condução de Avaliação de Segurança Alimentar de Alimentos Derivados de Animais DNA-Recombinantes; (v) Anexo sobre a Avaliação de Segurança Alimentar de Alimentos Derivados de Plantas DNA-Recombinantes Modificadas para Obtenção de Benefícios Nutricionais ou de Saúde e (vi) Anexo sobre a Avaliação de Segurança Alimentar em Situações de Presença em Baixo-Nível de Material Vegetal DNA-Recombinante em Alimentos (OMC/FAO, 2009).

As reuniões deste Grupo continuam ocorrendo periodicamente, sendo os avanços da tecnologia discutidos e incorporados às normas sempre que necessário.

2.6.4 – Mercado consumidor europeu

A União Européia (UE) é um dos principais mercados consumidores de *commodities* agrícolas do Brasil (SILVEIRA, OLIVEIRA, 2011), sendo que a maneira como o assunto é tratado por este bloco econômico tem influência direta nas condições da demanda dentro do nosso Sistema de Inovação em Plantas Transgênicas.

A posição europeia em relação a esta tecnologia foi marcada desde o início pela forte oposição à adoção desta tecnologia, o que pode ser explicado pela enorme politização da questão e capacidade de mobilização e organização de ONGs junto aos representantes políticos daqueles países. Essa forte oposição à tecnologia direcionou a atuação dos países europeus no contexto das discussões internacionais sobre o tema, especialmente em relação às questões de biossegurança, influenciando bastante no ritmo de desenvolvimento da tecnologia no mundo todo, infelizmente, no sentido de diminuí-lo.

Muito embora esta posição ainda prevaleça, principalmente em relação às plantas utilizadas para alimentação humana, o assunto não é mais consenso entre os países membros da Comunidade Européia. Para entender esse movimento, é preciso ter em mente a maneira como o assunto é regulado na Comunidade Européia.

Existem dois tipos diferentes de procedimentos para autorização de organismos geneticamente modificados na União Européia:

(i) Pedidos de liberação planejada no meio ambiente:

Nos termos da Diretiva 2001/18/CE, uma empresa que pretenda comercializar um OGM deve submeter à autoridade nacional competente de um Estado-membro da UE o pedido. Ele deve incluir uma avaliação dos riscos ambientais. A autoridade nacional deve emitir um parecer, que assumirá a forma de um "relatório de avaliação", podendo ser favorável ou não. Em caso de parecer favorável, o Estado-Membro informa os outros Estados-Membros através da Comissão Européia (órgão oficial da União Européia responsável pelo processo de tomada de decisão dentro deste bloco político-econômico). Os outros Estados-Membros e a Comissão examinam o relatório de avaliação e emitem observações e objeções. Se não houver objeções por parte de outros Estados-membros ou pela Comissão Européia, a autoridade competente que realizou a avaliação inicial autoriza a colocação no mercado do produto em toda a União Européia. A autorização tem uma duração máxima de dez anos e pode ser renovada.

Em caso de objeção (que é a maioria dos casos), o procedimento prevê uma fase de conciliação entre os Estados-Membros, a Comissão e o requerente. O objetivo desta fase é para resolver as questões pendentes. Se, no final da fase de conciliação os impasses se mantiverem, uma decisão deve ser tomada a nível europeu. Inicialmente, a Comissão solicita o parecer da *European Food Safety Authority* (EFSA). Em seguida, a Comissão apresenta uma proposta de decisão ao Comitê de Regulamentação, composto por representantes dos Estados-membros para parecer final. Se o Comitê proferir parecer favorável por maioria qualificada, a Comissão aprova a decisão. Se não, a proposta de decisão é apresentada ao Conselho de Ministros para aprovação ou rejeição por maioria qualificada. Se o Conselho não deliberar no prazo de três meses, a Comissão deve adotar a decisão.

Durante o processo, o público é mantido informado e tem acesso aos dados não sigilosos do processo através da internet.

(ii) Pedidos de liberação para uso de OGM na alimentação humana ou animal:

Aplica-se o Regulamento (CE) n. ° 1829/2003 relativo ao uso dos OGMs para alimentação humana ou animal. Ele estabelece os procedimentos para a emissão de autorizações de colocação no mercado de alimentos geneticamente modificados para consumo humano e animal, bem como para o cultivo para a produção de alimentos e rações.

Novamente, os pedidos são submetidos primeiramente à autoridade competente de um Estado-Membro. Eles devem definir claramente o âmbito da aplicação, indicar que partes são confidenciais e devem incluir plano de monitoramento da tecnologia, proposta de rotulagem e métodos de detecção do evento transgênico. Os pedidos e qualquer informação complementar apresentada pelos requerentes devem ser disponibilizados para a EFSA, que é responsável pela avaliação científica dos riscos ambientais e à saúde humana e animal. O seu parecer será disponibilizado ao público, que terá a oportunidade de apresentar seus comentários.

Em geral, há um prazo de seis meses para a EFSA emitir seu parecer. Este prazo pode ser prorrogado se esta agência reguladora tiver que solicitar informações adicionais ao processo. Dentro de três meses a contar da recepção do parecer da EFSA, a Comissão Europeia elaborará uma proposta de aprovação ou não da autorização solicitada. A Comissão pode divergir da opinião da EFSA, mas deve, então, justificar a sua posição. A proposta da Comissão deve ser aprovada por maioria qualificada pelos membros do *Standing Committee on the Food Chain and Animal Health (SCoFAH)*, composto por representantes dos Estados-Membros da UE. Se o Comitê der parecer favorável à decisão proposta pela Comissão Europeia, esta adota a decisão.

Se não, ou no caso do Comitê rejeitar a proposta da Comissão por maioria qualificada, o projeto de decisão é apresentado ao Conselho de Ministros para aprovação ou rejeição por maioria qualificada. Se o Conselho de Ministros não deliberar no prazo de três meses ou não obter uma maioria qualificada para a aprovação ou rejeição da proposta da Comissão, a Comissão Europeia deve adotar a decisão.

Em ambos os procedimentos acima referidos, o papel da Comissão Europeia é crucial, pois cabe a ela adotar a decisão final de deferimento ou não das solicitações envolvendo OGMs caso os Comitês compostos por representantes dos Estados-membros ou o Conselho de Ministros não conseguirem aprovar a sua proposta de decisão dentro do prazo previsto. Assim, a sua decisão sobre o assunto pode prevalecer sem necessariamente contar com o apoio dos Estados-membros.

Entre 2003 e 2005, 19 pedidos envolvendo OGMs foram levados para decisão do Conselho de Ministros da EU, sendo que as decisões tomadas nestes processos revelaram uma divisão entre os Estados-membros em dois grupos mais ou menos de mesmo tamanho: um grupo pró-OGM e outro anti-OGM. Até 2005 o grupo pró-OGM levava uma pequena vantagem porque vários dos Estados-membros mais populosos da Europa votaram na maioria das vezes a favor da tecnologia, como Inglaterra, Espanha, Alemanha e França. Contudo, em

um processo de avanço e retrocessos, mais recentemente houve um fortalecimento da posição anti-OGM, com Alemanha e França preferindo-se abster em importantes votações como a aprovação comercial da batata transgênica Amflora em fevereiro de 2008 (SABALZA et al, 2011).

A estratégia usada por alguns Estados-membros para retardar a aprovação de determinados processos junto à Comissão Européia, bem como a necessidade de tornar os Estados-membros individualmente responsáveis por suas próprias políticas em relação aos transgênicos levou a Comissão Européia, em 13 de julho de 2010, a propor alteração da Diretiva 2001/18/CE e do Regulamento (CE) n.º 1829/2003, dando aos Estados-membros o direito de vetar o cultivo de plantas transgênicas em seus respectivos territórios sem a necessidade de providenciar qualquer justificativa científica nova, o que era até então necessário (COMISSÃO EUROPEIA(c), 2010).

Até 2011, as únicas plantas transgênicas cultivadas na Europa eram o milho resistente a insetos da Monsanto (MON810) e a batata Amflora geneticamente modificada para produção de fécula (BASF). Ambos estão proibidos de serem cultivados ou comercializados na Áustria, Hungria e Luxemburgo, sendo o milho MON810 proibido de ser cultivado na França, Grécia e Alemanha. Outros Estados-membros estudam a proibição de cultivos transgênicos em seus territórios (SABALZA, 2011).

Contudo, o que se constata é que apesar de não permitirem o cultivo em seus territórios, os países europeus consomem produtos transgênicos produzidos em outros países. Em 2009, por exemplo, estes países importaram somente do Brasil, 9,5 toneladas de soja, aí incluídas certamente a presença de soja transgênica, uma vez que 75% da produção nacional deste produto é geneticamente modificado (SILVEIRA, OLIVEIRA, 2010).

Muito embora prevaleça ainda na UE receios quanto à biossegurança desta tecnologia, principalmente no que diz respeito ao uso de produtos GM na alimentação humana ou animal, fato é que a Comissão Européia já reconhece a importância do seu uso para o desenvolvimento sustentável da agricultura mundial. A Estratégia "Europa 2020" adotada pelo Conselho Europeu em 17 de junho de 2010, aponta iniciativas a serem tomadas no sentido de criação ali de uma economia sustentável e inclusiva, após as crises financeira e econômicas pelas quais ela ainda passa, entre elas ações denominadas "Construindo o BioEconomia em 2020". Dentro deste campo, diante dos possíveis efeitos das mudanças climáticas, com a produção agrícola européia sendo uma das mais atingidas, e da necessidade de ações sobre segurança alimentar frente ao aumento da população mundial, fica claro que a

biotecnologia agrícola é uma alternativa sustentável e que deve ter seu desenvolvimento incentivado (COMISSÃO EUROPÉIA (b), 2010).

Recente relatório divulgado pela Comissão Européia sobre as pesquisas como OGM financiadas por ela ao longo da última década, mostra que nos últimos 10 anos foram financiados 50 projetos de pesquisa nesta área, trabalhos que envolveram mais de 400 grupos de investigação e investimentos de mais de €200 milhões. Uma das conclusões desta publicação é a de que *“não há nenhuma evidência científica associando os OGMs a maiores riscos para o meio ambiente ou para a alimentação se comparados aos apresentados por plantas convencionais”* (COMISSÃO EUROPÉIA(b), 2010).

Do mesmo modo, conforme será destacado na Seção 3.2.1 deste trabalho, a percepção pública da biotecnologia na Europa apresenta tendência de mudança gradual, no sentido de perceber os benefícios que esta tecnologia pode trazer para o desenvolvimento de uma agricultura sustentável (COMISSÃO EUROPÉIA (a), 2010).

2.7 – AMBIENTE INSTITUCIONAL DO SISTEMA SETORIAL DE INOVAÇÃO EM PLANTAS TRANSGÊNICAS: ANÁLISE SWOT

FORÇAS: Ambiente estruturado, com políticas públicas específicas para o setor, existência de mecanismos de financiamento estruturados (em especial os fundos setoriais) e de importantes marcos regulatórios, como o de biossegurança e de propriedade intelectual bem estabelecidos; adequação ao contexto internacional; oferta de um ambiente de segurança jurídica e econômica no qual as empresas podem interagir e desenvolver capacidades e sinergias.

FRAQUEZAS: Falta de efetiva articulação entre os órgãos do governo na implementação das políticas públicas, que ainda não atingiram o nível microinstitucional, inadequação do marco regulatório de propriedade intelectual em relação à proteção dos direitos dos melhoristas contra a pirataria de sementes; conflitos na discussão para implementação de um marco regulatório de acesso aos recursos genéticos adequado ao desenvolvimento das pesquisas para uso sustentável da biodiversidade brasileira, falta de gestão estratégica para o financiamento da pesquisa neste setor, com a pulverização dos recursos disponíveis; mudanças constantes da posição brasileira nas discussões internacionais sobre o tema, ora prevalecendo a visão ambiental, ora prevalecendo a visão de apoio ao desenvolvimento da tecnologia.

OPORTUNIDADES: fortalecer a pesquisa pré-competitiva utilizando a rica biodiversidade brasileira para identificação de genes de interesse e a pesquisa competitiva através da atuação da Embrapa e parceiros nacionais estratégicos, liderar as discussões internacionais relacionadas à tecnologia, principalmente em relação à biossegurança, propriedade intelectual e acesso aos recursos genéticos.

AMEAÇAS: Perda de capacidade competitiva das organizações de pesquisa nacionais em relação aos competidores internacionais devido às dificuldades da transposição das políticas públicas para o nível tático-operacional, reprodução do quadro de exclusão tecnológica dos países em desenvolvimento, colocando-se o Brasil como mero adaptador de tecnologias para as condições locais da agricultura brasileira.

Conforme apresentado no Quadro 1.1 deste trabalho, o ambiente institucional relacionado ao Sistema de Inovação em Plantas Transgênicas aqui estudado é formado pelas políticas públicas, marcos regulatórios e contexto internacional envolvendo a questão.

Apesar do conturbado histórico brasileiro, verifica-se que na atual política pública para o desenvolvimento produtivo nacional, o Estado assume um papel decisivo, através de intervenções seletivas e da combinação de incentivos ao setor privado, associados à exigência de desempenho claramente estipuladas. Tudo isso com o objetivo de levar à inovação da estrutura produtiva nacional e sua inserção no mercado internacional. O desenvolvimento científico e tecnológico do país, dentro deste contexto, é peça fundamental para que o sucesso da Política de Desenvolvimento Produtivo seja alcançado.

Contudo, apesar dos resultados positivos alcançados com algumas das políticas setoriais específicas para o desenvolvimento biotecnológico que visam o desenvolvimento da capacidade inovativa nacional nesta área e da participação ativa entre setor público e privado na construção destas políticas, há ainda uma dificuldade de fazer com que tais políticas saiam do plano estratégico para alcançar o plano tático-operacional. O país tem dificuldades em finalizar o processo inovativo, com a colocação efetiva de novos produtos e processos no mercado. A maioria dos produtos hoje no mercado foi desenvolvida por grandes empresas multinacionais fora do país e apenas adaptados às condições edafoclimáticas nacionais.

Infelizmente, o que se vê é que a formulação, coordenação e execução destas políticas ficaram centralizadas na ABDI, com muito pouca participação dos membros do Conselho Nacional de Biotecnologia em suas discussões, como mostra os dados sobre a presença destes membros nas reuniões do Conselho. Dos 21 Órgãos membros deste Conselho, apenas 43%

compareceram a todas as reuniões realizadas em 2010, sendo que 19% não compareceram a nenhuma delas e o restante compareceu apenas a parte delas, entre eles o Ministério do Meio Ambiente, órgão estratégico na execução de qualquer política pública nesta área (ABDI, 2010). Não há ainda uma adequada articulação para harmonizar a atuação dos diferentes órgãos governamentais envolvidos com o desenvolvimento das inovações nesta área.

Outro grande problema em relação às políticas públicas que podem influenciar negativamente no desenvolvimento da competitividade do Sistema Brasileiro de Inovação em Plantas Transgênicas é o fato de que as estratégias de financiamento das pesquisas nesta área são dispersas. Embora haja recursos para a pesquisa advindos dos fundos setoriais, ministérios e agências de fomento, além dos provenientes da iniciativa privada que são aplicados diretamente nos programas de pesquisa, não existe uma estratégia de financiamento coordenado em longo prazo, pensando em produtos específicos que atendam aos interesses da sociedade brasileira (processo de indução). É evidente que, do mesmo modo que foi apontado por Edilson (2008:78) em seus estudos sobre a pesquisa em melhoramento de cana de açúcar, não se trata aqui de sugerir qualquer tipo de dirigismo nos recursos financeiros para a pesquisa nesta área, mas é certo que se faz necessário a adoção de uma gestão estratégica do financiamento, especialmente pelo poder público, com uma visão de coordenação da pesquisa pré-competitiva e competitiva, e que dê visibilidade e parâmetros para uma avaliação mais abrangente da pesquisa biotecnológica agrícola. Certo é que mecanismos competitivos de financiamento público são bastante eficientes em diversas áreas de pesquisa, mas não em todas. Deve ser lembrado que este é um setor inovativo altamente especializado, onde o volume de recursos necessários para o desenvolvimento de um produto é altíssimo e bastante incerto. A falta de uma estratégia de gestão de financiamento pode levar à pulverização destes recursos, dificultando ainda mais as possibilidades de sucesso na obtenção de novos produtos.

Além disso, um dos pontos cruciais para a formação de um ambiente institucional adequado ao desenvolvimento de inovações em plantas transgênicas é contar com um marco regulatório claro e eficiente de biossegurança que possa garantir efetivamente a segurança alimentar e ambiental dos produtos geneticamente modificados. O marco regulatório brasileiro em relação a este tema é bem estabelecido, apesar de bastante rigoroso, o que não impede de que ainda ocorram alguns desajustes no momento de sua aplicação pelos órgãos públicos que dominam a discussão do tema (CTNBIO, MAPA, ANVISA E IBAMA). Também é necessário ações específicas visando o fortalecimento institucional da CTNBio, órgão central do processo regulatório de biossegurança. Especial atenção deve também ser

dada à capacidade das organizações que atuam no Sistema de gerenciar corretamente as questões de *stewardship* relacionados aos seus produtos transgênicos.

Já o marco regulatório de propriedade intelectual, apesar de bem estabelecido, carece ainda de aperfeiçoamentos, especialmente em relação à legislação de proteção de cultivares, de forma a proteger os direitos dos melhoristas de forma mais efetiva. Quanto ao marco regulatório de acesso aos recursos genéticos, este se mostra totalmente inadequado para criar o ambiente de segurança jurídica necessário para garantir investimentos nesta área. A manutenção do *status quo* restritivo e sem devidos fundamentos técnicos, econômicos e ambientais de alguns pontos deste marco regulatório pode retardar o desenvolvimento da PD&I nesta área no Brasil, conforme aqui apontado.

O contexto internacional a respeito das discussões sobre as plantas transgênicas foi a outra variável do ambiente institucional deste Sistema de Inovação aqui analisado, ficando claro que apesar das dificuldades inicialmente apresentadas em relação à desconfiança sobre a segurança dos produtos transgênicos, as discussões estão progredindo, podendo se afirmar que a tendência ao longo do tempo seja a remoção lenta e gradual dos entraves ao desenvolvimento da tecnologia, a exemplo do que aconteceu no ambiente interno. O Brasil, na qualidade de país megadiverso e ao mesmo tempo grande produtor de transgênicos, pode ocupar um papel estratégico de liderança nestas discussões, trabalhando ativamente na defesa dos interesses nacionais. Contudo, a posição brasileira dúbia em momentos críticos destas discussões, ora tendendo a atender os interesses ambientalistas, ora tendendo a atender os interesses comerciais, dificulta a obtenção deste papel, necessitando que haja uma definição clara e consistente da posição nacional no contexto destas discussões.

CAPÍTULO 3 – ESTRUTURA CONCORRENCIAL DO SISTEMA DE INOVAÇÃO EM PLANTAS TRANSGÊNICAS

3.1 - INTRODUÇÃO

Como apresentado no Capítulo 1 deste trabalho, a organização dos atores estratégicos é um dos elementos centrais definidos por Malerba (2002) que afetam a dinâmica de determinado sistema setorial de inovação, influenciando nas mudanças, rupturas e tendências apresentadas pelo mesmo. Desde modo, entender a estrutura do setor inovativo de plantas transgênicas, o comportamento de seus agentes, bem como quais são seus atores estratégicos, suas estratégias, as condições da demanda e os efeitos competitivos desta estrutura concorrencial é primordial dentro dos objetivos propostos para este trabalho.

Considerando as características-chaves do desenvolvimento biotecnológico, Coriat *et al* (2003) mostraram que ele constitui-se em um modelo muito específico e original, que não se adequa à classificação original de Pavitt (1984) para desenvolvimento de inovações baseadas em ciência. Eles denominaram este novo modelo de “*Science-based 2*”, onde a pesquisa é feita na forma de redes colaborativas, há forte uso do sistema de propriedade intelectual para patenteamento intensivo de genes, ferramentas de pesquisa, cultivares e outros, além de uma forte interação público-privada em busca de novas fontes de financiamento.

A identificação dos atores estratégicos que influenciam neste Sistema é o primeiro passo para entender a sua estrutura concorrencial. Considerando que as etapas do ciclo de inovação de uma planta transgênica (Figura 1.2) dificilmente podem ser todas realizadas por uma única empresa, sem a participação ou associação, de alguma forma, com terceiros, a capacidade das empresas de se inserirem em alianças estratégicas ou redes e consórcios de PD&I (arranjos cooperativos) é fundamento importante na determinação de seu grau de competitividade.

Além disso, levando-se em consideração que uma eficiente integração de ativos tangíveis, intangíveis e complementares entre os agentes que atuam em determinado setor inovativo garante ao inovador a efetiva apropriação dos lucros gerados pela inovação (TEECE, 2000), um dos principais desafios das organizações que pretendem ser competitivas no Sistema de Inovação em Plantas Transgênicas é realizar tal integração, principalmente do

ponto de vista dos ativos intangíveis e ativos complementares. Também é preciso ter em conta que as condições da demanda, que neste caso é fortemente influenciada pela percepção pública em relação à tecnologia, dão contorno ao ambiente concorrencial onde se processa a apropriação dos lucros sobre a inovação, devendo também ser muito bem compreendida.

Assim, neste Capítulo, buscou-se entender a dinâmica concorrencial do mercado de inovação em plantas transgênicas a partir da análise dos atores estratégicos que atuam no Sistema e suas estratégias competitivas (Seção 3.2). A Seção 3.3 aborda os arranjos cooperativos entre estes atores para o desenvolvimento de inovações transgênicas. sendo que a Seção 3.4, trabalha a questão da influência da demanda na construção das estratégias competitivas dos atores estratégicos, em especial a questão da percepção pública. A última parte deste Capítulo (Seção 3.5) apresenta os elementos de forças e fraquezas, ameaças e oportunidades desta categoria analítica (Análise SWOT), identificando a partir dela os fatores críticos de desempenho em relação ao ambiente concorrencial que afetam o Sistema de Inovação em Plantas Transgênicas.

3.2 – ATORES ESTRATÉGICOS DO SISTEMA DE INOVAÇÃO EM PLANTAS TRANSGÊNICAS

Conforme apontado por Edilson da Silva (2008:11) “*Atores Estratégicos*” podem ser definidos como as organizações (firmas e não-firmas, tais como empresas, centros e redes de pesquisa, universidades), que atuam com destaque nos processos de geração, difusão, adoção e uso de novas tecnologias dentro de determinado sistema de inovação específico. Suas ações podem acumular experiência e aprendizagem, construir vantagens inovativas que afetam a produtividade e competitividade do setor ou estabelecer barreiras à entrada e impactar as estruturas de mercado nas relações com a demanda, sendo que tais atores podem afetar o comportamento e heterogeneidade dos outros agentes inovadores, suas competências e organização, bem como as formas de interação com a base de conhecimento. Ou seja, são capazes de estabelecer complementaridades dinâmicas e novas trajetórias de inovação e crescimento em um setor específico.

Dentro do Sistema de Inovação de Plantas Transgênicas, estes atores podem ser identificados mediante diagnóstico do sucesso obtido nas diferentes etapas do ciclo de inovação do produto (Figura 1.2).

Na Etapa 1 deste ciclo (Identificação e caracterização do(s) gene(s) de interesse), esse sucesso pode ser medido pelo número de patentes depositadas na área de biotecnologia

agrícola. Em rápida pesquisa junto à base de dados , *Derwent Innovations Index*⁷⁰, foram apurados dados a respeito do número de patentes depositadas na área de biotecnologia e Microbiologia Aplicada (Classificação C06) pelas principais empresas do setor⁷¹, conforme Gráfico 3.1.

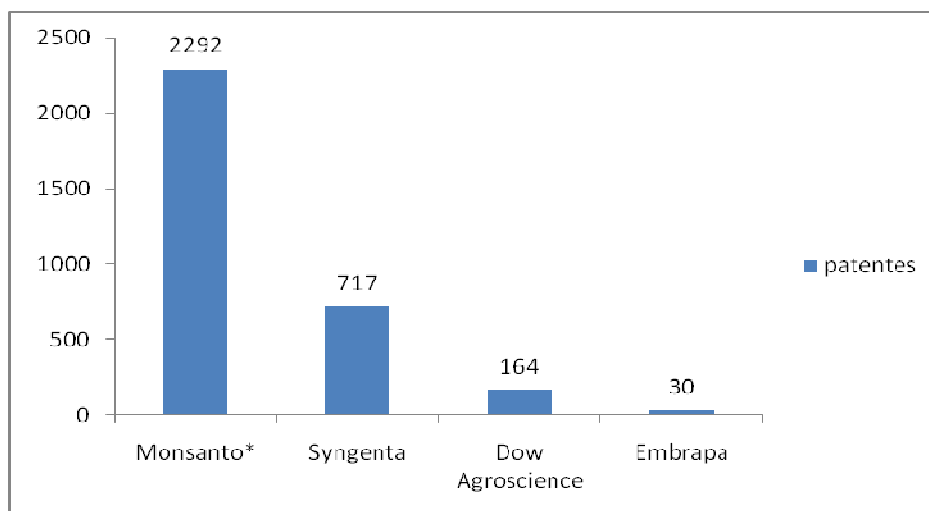


Gráfico 3.1: Número de patentes na área de Biotecnologia e Microbiologia Aplicada por empresa até 2009

Fonte: Base de dados Derwent (acesso em 27/maio/2011)

* Inclui depósitos feitos em nome de Delta&Pine, Allelyx, Canavialis e Agroceres, adquiridas pela Monsanto

NA - Dados não incluem depósitos feitos a partir de 27/11/2009 – período de sigilo

Já a Etapa 2 envolve a transformação e obtenção do evento elite, ou seja, da planta-alvo transformada com o gene de interesse, sendo seguida pela Etapa 3, com o início dos testes de campo com as planta transgênicas. Tendo em vista que a Etapa 2 envolve basicamente atividades que ocorrem dentro dos laboratórios da própria empresa, sendo normalmente consideradas atividades sigilosas, a melhor maneira de se identificar os atores que se destacam nesta área é através do número de pedidos de autorização para liberação planejada no meio ambiente (LPMA) junto a CTNBio.

⁷⁰ Conforme mencionado anteriormente, a base de dados Derwent possibilita o acesso a mais de 14,800,000 documentos de patente com *links* para patentes citadas e documentos citando determinada patente, além dos artigos citados e o texto completo do documento de patente. A classificação da Derwent que está mais relacionada com a área agrobiotecnológica é a C06 que diz respeito à biotecnologia, incluindo genética de plantas e vacinas veterinárias.

⁷¹ As empresas Basf, DuPont&Pioneer e Bayer não possuem depósitos feitos especificamente com essa classificação. Entretanto, é possível apurar que as mesmas possuem 30.123, 2.298 e 1.626, respectivamente, depósitos de patente feitos na Classificação de Área Química, que certamente inclui as patentes na área de biotecnologia destas empresas, necessitando de uma busca mais apurada para apuração destes dados de forma precisa.

Estes dados apurados junto à CTNBio revelam que, assim como ocorre no resto do mundo (MILLER; BRADFORD, 2010), poucas espécies de plantas são alvos de pesquisas no Brasil, na sua maioria commodities, como algodão, milho e soja. Aparecem também pesquisas com cana de açúcar, arroz, eucalipto e feijão, principalmente. O Gráfico 3.2 revela as empresas líderes no número de pedidos de liberações planejadas no meio ambiente junto à CTNBio: Monsanto do Brasil Ltda.; Syngenta, Dupont Do Brasil S/A - Divisão Pioneer Sementes, Dow Agrosiences Industrial Ltda, Bayer, Embrapa e BASF, sendo que a Cooperativa Central de Pesquisa Agrícola (Coodetec), o Centro de Tecnologia Canavieira (CTC) também se destacam, mas focam suas pesquisas no desenvolvimento de produtos específicos (soja e cana de açúcar, respectivamente). É importante ressaltar que os dados apresentados no Gráfico 3.2 referem-se ao número de pedidos de liberação planejada no meio ambiente aprovados pela CTNBio, sendo que não necessariamente todas elas foram concluídas, existindo situações em que as proponentes desistiram de levar o produto à campo⁷².

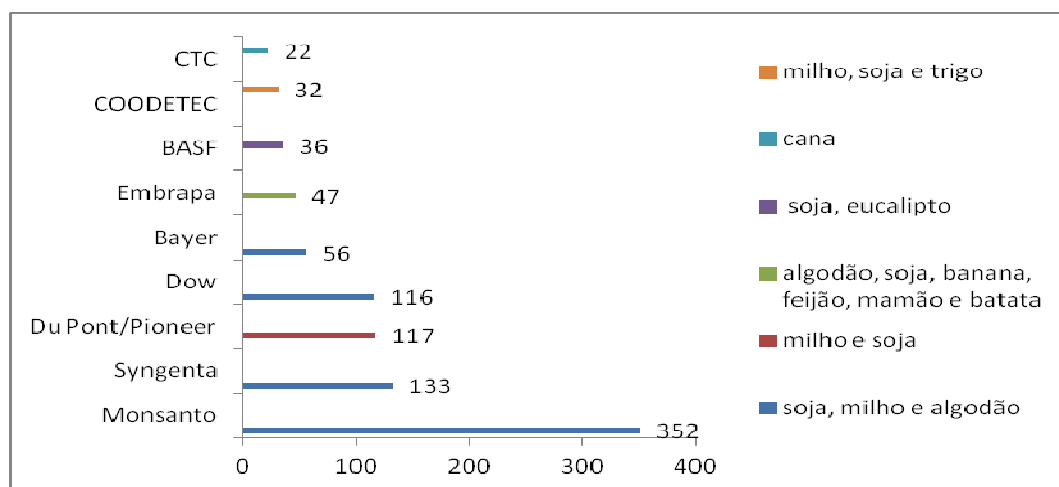


Gráfico 3.1 – Número de pedidos de liberação planejada no meio ambiente junto à CTNBio (1996-2010) por empresa

Fonte: CTNBio. Acesso em 18.02.2011

A próxima etapa do ciclo de inovação de um produto transgênico é a Etapa 4, com a aprovação regulatória do produto. No caso do Brasil, os dados comprovam a existência de poucas espécies de plantas sendo usadas como focos de inovação. Até 2010, somente três espécies foram aprovadas comercialmente no Brasil: algodão, milho e soja, todos eles com

⁷² É o caso do pedido de liberação planejada no meio ambiente para testes com banana GM efetuado pela Embrapa, que foi aprovado pela CTNBio, mas não foi efetivamente levado à campo por decisão da empresa.

características de tolerância a herbicidas, resistência a insetos ou ambas as características juntas. Já em 2011, ocorreu a aprovação feijão GM resistente ao vírus do mosaico dourado, acrescentando uma nova espécie a esta lista, sendo ao todo 32 eventos diferentes aprovados conforme mostra o Quadro 3.1.

Quadro 3.1 - Lista das espécies transgênicas que possuem autorização para o plantio e produção comercial no Brasil

| Espécie | Empresa | Característica | Aprovação CTNBio |
|----------------------------|----------------|--|-------------------------|
| Algodão 531 | MONSANTO | Resistente a insetos da ordem Lepidóptera | 2005 |
| Algodão LLCotton25 | BAYER | Tolerante ao herbicida Glufosinato | 2008 |
| Algodão MON 1445 | MONSANTO | Tolerante ao herbicida Glifosato | 2008 |
| Algodão MON 15985 | MONSANTO | Resistente a insetos da ordem Lepidóptera | 2009 |
| Algodão MON 531 x MON 1445 | MONSANTO | Resistente a insetos da ordem Lepidóptera e Tolerante ao herbicida Glifosato | 2009 |
| Algodão Widestrike | DOW | Resistente a insetos da ordem Lepidóptera e Tolerante ao herbicida Glufosinato | 2009 |
| Algodão GHB 614 | BAYER | Tolerante ao herbicida glifosato | 2010 |
| Algodão GHB 119 x T304-40 | BAYER | Resistente a insetos e tolerante ao glufosinato de amônio | 2011 |
| Algodão MON88913 | MONSANTO | Tolerante ao herbicida glifosato | 2011 |
| Milho BT 11 | SYNGENTA | Resistente a insetos da ordem Lepidóptera | 2007 |
| Milho BT 11 x GA21 | SYNGENTA | Resistente a insetos da ordem Lepidóptera e Tolerante ao herbicida Glifosato | 2009 |
| Milho GA 21 | SYNGENTA | Tolerante ao herbicida Glifosato | 2008 |
| Milho MIR 162 | SYNGENTA | Resistente a insetos da ordem Lepidóptera | 2009 |
| Milho MON 810 | MONSANTO | Resistente a insetos da ordem Lepidóptera | 2007 |
| Milho MON 810 x NK603 | MONSANTO | Resistente a insetos da ordem Lepidóptera e Tolerante ao herbicida Glifosato | 2009 |
| Milho MON 89034 | MONSANTO | Resistente a insetos da ordem Lepidóptera | 2009 |
| Milho NK 603 | MONSANTO | Tolerante ao herbicida Glifosato | 2008 |
| Milho T25 | BAYER | Tolerante ao herbicida Glufosinato | 2007 |
| Milho TC 1507 | DOW e DU | Resistente a insetos da ordem | 2008 |

| | | | |
|---------------------------------|----------------|--|------|
| | PONT | Lepidóptera | |
| Milho TC 1507 x NK603 | DOW e DU PONT | Resistente a insetos da ordem Lepidóptera e Tolerante ao herbicida Glifosato | 2009 |
| Milho BT11 x MIR162 x GA11 | SYNGENTA | Resistente a insetos e tolerante ao glifosato | 2010 |
| Milho MON89034 x NK603 | MONSANTO | Resistente a insetos e tolerante ao herbicida glifosato | 2010 |
| Milho MON88017 | MONSANTO | Resistente a insetos e tolerante ao herbicida glifosato | 2010 |
| Milho MON88034 x TC1507 x NK603 | MONSANTO e DOW | Resistente a insetos e tolerante aos herbicidas Glifosato e glufosinato | 2010 |
| Milho TC1507 x MON810 | DU PONT | Resistente a insetos e tolerante ao glufosinato | 2011 |
| Milho TC1507 x MON810 x NK603 | DU PONT | Resistente a insetos e tolerante a herbicidas | 2011 |
| Soja GTS 40-3-2 | MONSANTO | Tolerante ao herbicida Glifosato | 1998 |
| Soja CV 127 | BASF e EMBRAPA | Tolerante aos herbicidas do grupo químico das imidazolinonas | 2009 |
| Soja A 5547-127 | BAYER | Tolerante ao herbicida Glufosinato | 2010 |
| Soja A 2704-12 | BAYER | Tolerante ao herbicida Glufosinato | 2010 |
| Soja MON 87701 x MON 89788 | MONSANTO | Resistente a insetos da ordem Lepidóptera e Tolerante ao herbicida Glifosato | 2010 |
| Feijão GM | Embrapa | Resistente ao vírus do mosaico dourado | 2011 |

Fonte: Dados da CTNBio (18/09/2011)

Os dados de aprovação comercial dos produtos transgênicos no Brasil também evidenciam claramente a estrutura oligopolizada do setor, com poucas empresas chegando a esta etapa do seu ciclo de desenvolvimento (Gráfico 3.3). A Monsanto do Brasil Ltda é a líder neste ponto, com 13 produtos aprovados (42%), seguida pela Bayer e Syngenta, com 6 e 5 produtos aprovados, respectivamente. (CTNBio, 2011).

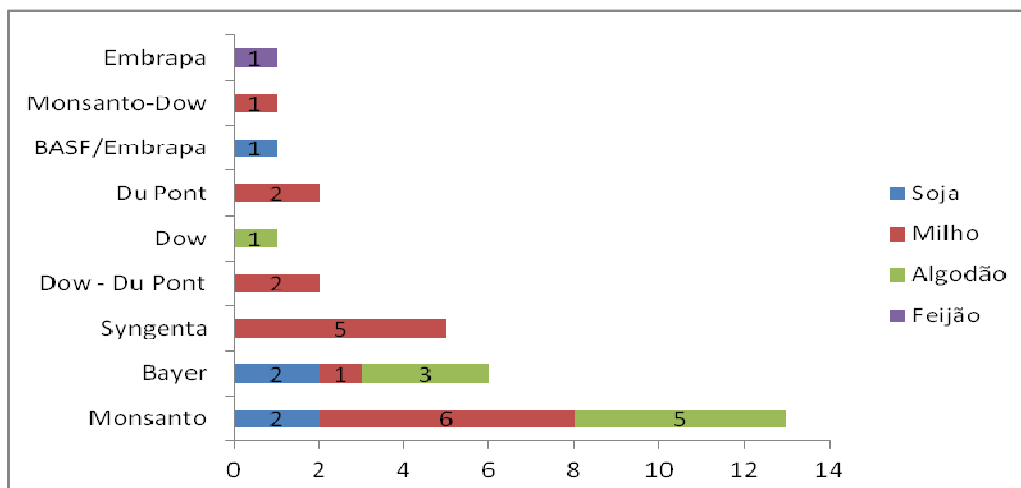


Gráfico 3.3 – Produtos GM aprovados para comercialização no Brasil por empresa e por espécie (1998-2010)

Fonte: CTNBio. Acesso 18.09.2011

Já os dados de proteção e registro de cultivares transgênicas⁷³ (Gráficos 2.3 e 2.4) mostram que estas mesmas empresas lideram o ranking de proteção/registro, essencial para completar a Etapa 5 do ciclo de desenvolvimento do produto, qual seja, produção /comercialização da planta transgênica.

No caso do algodão transgênico, o mercado é liderado de maneira absoluta pela empresa Delta & Pine Land Technology Holding Company, Llc, vinculada à empresa Monsanto (84% do total de cultivares protegidas pertencem a ela). Além desta empresa, somente o Instituto Matogrossense do Algodão – IMA e a Bayer contam até o momento com cultivares protegidas/registradas em seu nome (8% cada uma). (SNPA/MAPA, 2011)

No caso da soja transgênica, o mercado é um pouco mais pulverizado, mas igualmente concentrado, liderado pela empresa Monsoy Ltda, subsidiária da empresa Monsanto do Brasil Ltda para o ramo de sementes (33%), seguida pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) (24%), Cooperativa Central de Pesquisa (Coodetec) (9%), Associados Don Mario S.A. (8%), Du Pont do Brasil S.A – Divisão Pioneer Sementes (7%), Granar S/A (7%), Nidera (6%) e Syngenta Seeds (6%). (SNPC/MAPA, 2011)

Já no caso do milho transgênico, as empresas líderes do ranking são: Dupont Do Brasil S/A - Divisão Pioneer Sementes (46%), Monsanto do Brasil Ltda (30%), Dow

⁷³ Conforme vista no Capítulo 2 deste trabalho, a proteção de cultivares diz respeito à proteção dos direitos de propriedade do desenvolvedor da tecnologia e regulada pela Lei de Proteção de Cultivares, enquanto que o registro é única forma de regularização para que o produto possa ser comercializado no Brasil, sendo regulado pela Lei de Sementes e Mudanças.

Agrosciences Industrial Ltda (10%), Syngenta Seeds S.A (9%), Agromen Tecnologia Ltda (4%) e Nidera S.A.(1%). (RNC-MAPA, 2011)

Pois bem, a partir destes dados coletados, identificam-se como atores estratégicos dentro do Sistema de Inovação de Plantas Transgênicas no Brasil as seguintes empresas: Monsanto do Brasil Ltda; Syngenta Seeds Ltda, Dupont Do Brasil S/A - Divisão Pioneer Sementes, Dow Agrosciences Industrial Ltda, Bayer, Embrapa e BASF, sendo que a Cooperativa Central de Pesquisa Agrícola-Coodetec, que começa a ampliar suas estratégias de PD&I para além do desenvolvimento de novas cultivares transgênicas de soja, pode ser colocada como um ator com relevância estratégica dentro deste setor

Constata-se que, a exemplo do que ocorre mundialmente, este mercado é dominado pelas 6 grandes empresas transnacionais do setor, restando pouco espaço para atuação de empresas com capital exclusivamente nacional. Esta liderança das empresas transnacionais é resultado da estratégia competitiva adotada por elas desde o início dos anos oitenta. Nesta época, seus programas de pesquisa foram adequados para a introdução de genes em plantas, apostando na complementaridade entre os mercados de agroquímicos e o de sementes e variedades derivadas de pesquisa genômica, passando a desenvolver plantas transgênicas com características que também beneficiassem as vendas de outros produtos já consolidados nos portfólios destas empresas, como os defensivos agrícolas. Esta estratégia foi aliada com um grande movimento de fusões e aquisições entre as grandes empresas do setor químico, farmacêutico e do setor de sementes, desencadeando um processo de concentração em todo o mundo, inclusive no Brasil (FONSECA et al, 2004, CARVALHO, 2003)

Conforme ressalta Fonseca et al (2004:167), a estratégia de inovação adotada pelas empresas líderes do mercado de plantas transgênicas seguiram o roteiro das empresas de alta tecnologia que buscam reforço de suas trajetórias tecnológicas e a potencialização de suas rotinas de busca e seleção, explorando sinergismos e o conhecimento acumulado por elas para aumentar seu poder de mercado.

Os produtos que estão disponíveis hoje para produção e comercialização no Brasil são plantas transgênicas da primeira geração, desenvolvidas especialmente para conjugar os interesses do mercado de sementes com os das indústrias do setor agroquímico (plantas tolerantes a herbicidas e/ou resistentes a pragas). Os dados sobre pedidos de liberação planejada no meio ambiente (CTNBio, 2011) revelam que os produtos da segunda geração (tolerância a estresses bióticos e abióticos, aumento de produtividade, qualidade e outros) já entraram na fase de testes de campo no Brasil (Etapa 3), mas ainda estão longe de uma aprovação comercial (Etapa 4). Já os produtos da terceira geração (produção de fármacos)

encontram-se ainda em fase de pesquisa laboratorial, conforme se observa na análise dos “*pipelines*” dos atores estratégicos acima identificados.

3.2.1 – Monsanto do Brasil Ltda⁷⁴

É a subsidiária brasileira da empresa norte-americana Monsanto Company, presente em 66 países e que atua nos setores agroquímicos, biotecnologia e produção de sementes. Começou a atuar no Brasil em 1951, sendo que sua primeira fábrica aqui foi inaugurada em 1976, para produzir produtos agroquímicos em São José dos Campos/SP.

Em todo o mundo, a empresa está estruturada em dois seguimentos: (i) sementes e biotecnologia (venda de sementes, melhoramento genéticos, biotecnologia e genômica) e (ii) proteção de cultivos (área de defensivos agrícolas).

A partir de 1981, a biotecnologia passa a ser o foco das pesquisas da empresa, sendo que em 1996 a empresa conseguiu a aprovação comercial do primeiro produto geneticamente modificado no mundo e até hoje o maior sucesso comercial desta área: a soja resistente ao herbicida glifosato.

No Brasil, a partir de 1996 a empresa começa a atuar fortemente na área de pesquisa e beneficiamento de sementes de soja, milho, sorgo e algodão, adquirindo tradicionais empresas brasileiras que atuavam nestas áreas (FT-Sementes, Agroceres, Sementes Hatã, Grupo MAEDA) (FONSECA et al, 2004).

Em 1997, dentro da estratégia da empresa para introduzir sua soja geneticamente modificada no Brasil, a Monsanto firmou importante parceria com a Embrapa para o desenvolvimento de cultivares transgênicas resistentes ao herbicida glifosato (Seção 3.3).

Em 2001, a empresa inaugura em Uberlândia/MG um importante complexo de pesquisa e produção de sementes, que concentra hoje a maioria das pesquisas na área biotecnológica desta empresa no Brasil, sendo quem a partir de 2005, a Monsanto do Brasil começa a ampliar sua área de atuação no setor de sementes para além dos mercados de milho, soja e algodão, adquirindo a empresa Seminis, de sementes de hortaliças e, em 2008, as empresas Allelyx e Canavialis, do segmento de cana de açúcar.

⁷⁴ Os dados citados neste item foram obtidos no site internacional da empresa (www.monsanto.com) e/ou no site nacional (www.monsanto.com.br) e complementadas por entrevista com o Sr. Geraldo Berger, Diretor de Regulamentação da empresa.

Hoje a empresa possui 42 unidades de pesquisa, processamento de sementes, produção, vendas, distribuição e escritórios administrativos, distribuídos em 11 estados brasileiros e no Distrito Federal.

Só em 2010, a Monsanto investiu mais de US\$980 milhões em pesquisa e desenvolvimento (P&D), o que representou aproximadamente 10% da receita global, sendo que a maioria dos investimentos nesta área visa novos produtos biotecnológicos e pesquisa genômica. A previsão de investimentos nesta área para 2011 é de mais de US\$1,0 bilhão no mais robusto “*pipeline*” de produtos do setor. (MONSANTO, 2011).

Apesar de ser conhecida mundialmente como uma empresa de defensivos, sementes e biotecnologia, mais do que nunca, é a biotecnologia que se sobrepõe a qualquer outro negócio da empresa. No relatório anual de 2010 apresentado pela empresa, ela destaca claramente que está agora focada em ser uma companhia de sementes e biotecnologia, com a área de proteção de cultivos servindo como suporte a esta área (MONSANTO, 2011).

Além das cultivares transgênicas resistentes a insetos e/ou herbicidas já desenvolvidas pela empresa, o “*pipeline*” da Monsanto avança significativamente na busca de produtos da segunda geração, como o milho tolerante a estresse hídrico, que já está agora na fase de desregulamentação para entrada no mercado, além de sementes ricas em Ômega-3 e com menor teor de gordura saturada que deverá chegar ao mercado nos próximos 10 anos. Outros produtos do seu “*pipeline*” são: (i) soja tolerante ao herbicida Dicamba; (ii) *Genuity SmartStax Refuge-in-the-Bag* (produto que poderá eliminar a necessidade dos agricultores em reservar uma parte do campo agrícola como refúgio, incluindo a quantidade certa de sementes Bt e não-Bt no mesmo pacote).

Assim como no resto do mundo, no Brasil a Monsanto é líder absoluta do mercado de transgênicos (Gráficos 2.3, 2.4, 3.1 e 3.2). Ela possui a maioria absoluta dos produtos aprovados pela CTNBio para plantio comercial, como: (i) soja Roundup Ready®, (ii) milho Roundup Ready®2, (iii) algodão Roundup Ready®, (iv) algodão Bollgard® e Bollgard® II e (v) milho YieldGard® e o milho YieldGard VT Pro, além do milho YGRR2 e do algodão BGRR, que combinam as características de tolerância a herbicidas e resistência a insetos-pragas em uma mesma planta. Em 2010, a empresa conseguiu a aprovação comercial de seu primeiro produto transgênico desenvolvido para um mercado que não fosse os Estados Unidos, a soja BT/RR2, tolerante a insetos e resistente ao herbicida glifosato.

Em 2008, a empresa adquiriu as empresas Allelyx e Canavialis, passando a atuar fortemente no mercado de melhoramento de cana de açúcar e novos produtos transgênicos podem surgir nesta área no futuro.

Nos últimos anos, houve um aumento significativo dos investimentos da empresa em pesquisa e desenvolvimento (P&D) no Brasil, demonstrando claramente a importância do mercado brasileiro no contexto internacional de desenvolvimento de plantas transgênicas, conforme se observa no Gráfico 3.4.

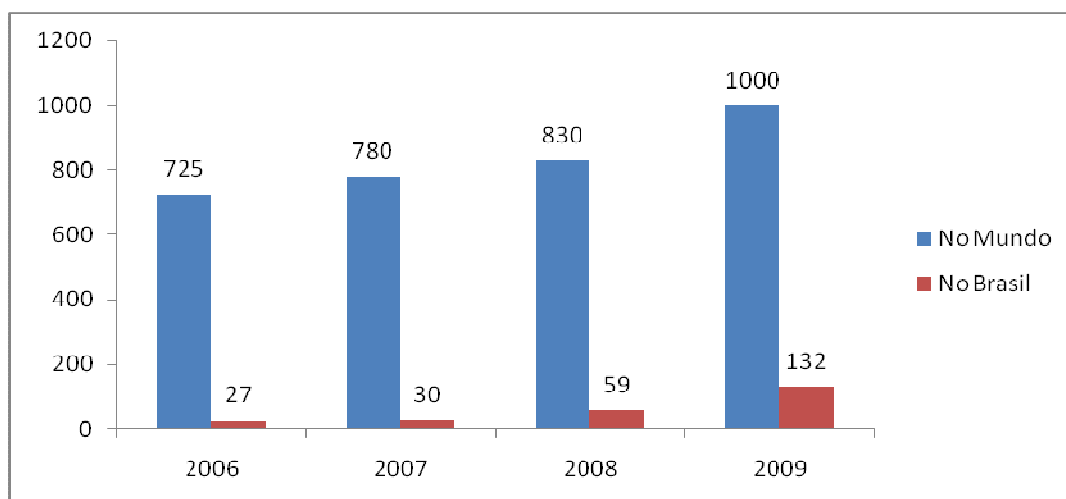


Gráfico 3.4: Investimentos em PD&I da Monsanto entre 2006-2009 (valores em US\$ milhões)

Fonte: Monsanto do Brasil Ltda. Acesso em 12.03.2011

3.2.2 –Bayer CropScience⁷⁵

A Bayer CropScience é uma das líderes mundiais em inovação no segmento de ciências agrícolas, atuando nas áreas de proteção de cultivos, sementes e biotecnologia vegetal, além de soluções para o segmento de saúde ambiental. Com sede em Monheim, Alemanha, a empresa está presente em mais de 120 países e conta com 17.800 mil colaboradores. No Brasil, são mais de 900 colaboradores, uma instalação industrial em Belford Roxo (RJ) e uma Estação Experimental no Estado de São Paulo.

Os investimentos em P&D da empresa continuam focados no mercado de defensivos agrícolas, sendo que a biotecnologia vegetal ainda é vista dentro da empresa como estratégia para o desenvolvimento de plataformas integradas de produto, com o uso de seus eventos transgênicos acoplado ao uso de defensivos agrícolas comercializados pela empresa.

Mas a atenção a esta área cresce dentro da empresa, sendo esperado que a divisão de Sementes e Biotecnologia (*BioScience*) da empresa eleve seu faturamento, que em 2007 foi de

⁷⁵ Os dados foram retirados da página da Bayer CropScience na internet (www.bayercropscience.com.br)

€ 382 milhões, para €1,0 bilhão nos próximos 6 anos. O estresse abiótico é um dos principais temas das pesquisas realizadas pela Bayer CropScience nesta área, sendo que o “*pipeline*” mundial da empresa inclui o lançamento de cultivos de canola, algodão, arroz e milho tolerantes ao estresse e de alto rendimento, já em fase de testes de campo (Etapa 3 do ciclo de desenvolvimento do produto).

Na área de biotecnologia no Brasil a empresa investe em pesquisas para o desenvolvimento de cultivares transgênicas de soja, algodão e milho (Gráfico 3.1). É detentora da tecnologia de tolerância a herbicidas à base do glufosinato de amônio, também conhecida como “*LibertyLink*”, tendo já conseguido junto à CTNBio aprovação comercial para 6 eventos transgênicos (2 na cultura da soja, 1 na cultura do milho e 3 na cultura do algodão – Gráfico 3.2). Além disso, tramita na CTNBio o pedido de liberação comercial do Arroz Liberty Link, desde 2003.

3.2.3 – Syngenta Seeds Ltda⁷⁶

A Syngenta é uma empresa que surgiu em 2000, resultante da fusão entre Novartis Agribusiness e Zeneca Agrícola, que já atuavam no mercado há algumas décadas. Atua em mais de 90 países, sendo a primeira empresa no mercado mundial de defensivos agrícolas.

Do mesmo modo que a líder de mercado Monsanto Company, atua nos segmentos de defensivos agrícolas, sementes e biotecnologia. Em 2009, a empresa investiu US\$960 milhões em P&D nestas áreas. Mas ao contrário daquela empresa, a Syngenta não prioriza ainda uma área em detrimento da outra, sendo que sua estratégia de pesquisa é integrar soluções biotecnológicas com os defensivos agrícolas, como, por exemplo, a pesquisa em produtos transgênicos tolerantes a seca integrada com a pesquisa de tratamento químico destas sementes.

Na área de biotecnologia, ela foi a primeira empresa a lançar um milho geneticamente modificado no mercado, em 1996 (Milho Bt 176, nos Estados Unidos).

Atua fortemente nos mercados de milho, soja e algodão, desenvolvendo pesquisas para o lançamento de cultivares tolerantes a herbicidas e/ou resistente a insetos nestas culturas (Gráfico 3.1). Atualmente a empresa conta com 5 eventos de milho transgênico aprovados junto à CTNBio (Gráfico 3.2).

⁷⁶ Todas as informações a respeito desta empresa foram retiradas do seu site oficial (www.syngenta.com.br) Acesso em 10.03.2011 e complementadas por entrevista com o Sr. Newton Galvão (Relações Institucionais e Governamentais - Diretoria de Assuntos Corporativos da empresa).

A aprovação comercial de seus eventos de milho transgênicos (milho resistente a insetos e milho com dupla característica de resistência a insetos e tolerância a herbicidas) representou o início de uma nova fase de crescimento da atuação da empresa no Brasil, que espera chegar em 2014 com 20% de participação do mercado de sementes de milho brasileiro.(VALOR ECONÔMICO, 2009)

Recentemente a empresa demonstrou seu interesse em ampliar sua atuação na área de biotecnologia agrícola no Brasil com a realização de importante parceria com a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Embrapa, a ser analisada no próximo item deste Capítulo. Contudo, seus investimentos em P&D no país ainda são muito pequenos quando comparados aos investimentos globais da empresa, uma vez que, no período de 2006 a 2009, a Syngenta investiu somente cerca de US\$30 milhões em pesquisa no Brasil, investimento este que abrangeu todas as áreas da empresa e não apenas “biotecnologia” (VALOR ECONÔMICO, 2009).

3.2.4 – Dow Agrosciences Industrial Ltda⁷⁷

A Dow AgroSciences é uma empresa multinacional e uma das líderes do mercado mundial de agroquímicos, com sede na cidade de Indianápolis, em Indiana, nos Estados Unidos. Dedicar-se à pesquisa, ao desenvolvimento, à produção e à comercialização de produtos agroquímicos, de sementes, especialidades domissanitárias e de saúde animal.

Os investimentos em P&D da empresa ainda se concentram no desenvolvimento de agroquímicos e no melhoramento vegetal de plantas, mas a biotecnologia ocupa cada vez mais destaque nos planos de desenvolvimento da empresa.

O Departamento de Pesquisa e Desenvolvimento da Dow AgroSciences no Brasil é composto por um Centro de Pesquisa de Agroquímicos; quatro Centros de Pesquisa de Sementes; um Laboratório de Fitopatologia; um Laboratório de Química Ambiental; um Laboratório de Formulações; uma equipe de Pesquisa e Desenvolvimento de Campo de agroquímicos; uma equipe de Desenvolvimento de Campo de novos híbridos de milho e sorgo; e, uma equipe de Regulamentação e Registro de Produtos.

A estratégia da empresa para atuar no desenvolvimento de produtos transgênicos consiste em focalizar os investimentos visando acesso a tecnologias que possibilitem criar e desenvolver aplicações através de várias empresas de sementes. Desenvolve pesquisas

⁷⁷ Os dados aqui apresentados foram retirados da página da empresa na internet (www.dowagro.com.br)

principalmente área de milho transgênico, mas também atua no segmento de algodão e soja geneticamente modificados (Gráfico 3.1). Já possui, sozinha ou em parceria com outras empresas do mercado, 4 eventos transgênicos aprovados junto à CTNBIO (Gráfico 3.2), sendo um deles o milho HERCULEX*1, que protege a planta de milho contra a lagarta-do-cartucho (*Spodoptera frugiperda*), principal praga desta lavoura no Brasil. Até o momento, são 45 variedades de milho geneticamente modificados registradas junto ao RNC em nome da Dow Agrosiences (Gráfico 2.4).

O “*pipeline*” da empresa para o desenvolvimento de novos produtos transgênicos inclui a criação de um milho de maior valor nutricional, para ser utilizado como ração animal e também já iniciou pesquisas na área dos transgênicos de terceira geração, ainda em fase laboratorial, para explorar oportunidades em vacinas e antibióticos derivados de plantas para prevenção de doenças em animais e na melhoria da segurança alimentar, reduzindo a presença de bactérias causadoras de doenças no rebanho antes do abate.

Em novembro de 2010, a Dow AgroSciences chegou a um acordo de licenciamento comercial exclusivo com a Plant Bioscience Limited, relativo a uma nova tecnologia que fortalece o sistema radicular das plantas, desenvolvida por pesquisadores do Instituto John Innes, na Inglaterra. Essa tecnologia atua nos sistemas de ancoragem, uso da água e assimilação de nutrientes pelas plantas e tem potencial real para o desenvolvimento de plantas transgênicas capazes de sobreviver às situações de estresse, aumentar o uso dos nutrientes e oferecer estabilidade de produção em anos difíceis ou em partes do mundo onde as condições de crescimento sejam menos favoráveis .

3.2.5 – DuPont Do Brasil S/A - Divisão Pioneer Sementes⁷⁸

A Pioneer Hi-Bred International, fundada em 1926, é a maior empresa de sementes do mundo. Em 1997, foi totalmente adquirida pela gigante da área química E. I. DuPont de Nemours & Company. Atua no Brasil há mais de 30 anos, sendo que em 2005 foi oficialmente incorporada pela Dupont do Brasil, passando a ser chamada de Du Pont do Brasil S.A. – Divisão Pioneer Sementes. Ela é líder absoluta no mercado brasileiro de híbridos de alta tecnologia.

A Pioneer tem como principais atividades a pesquisa, o desenvolvimento, a produção e a comercialização de sementes de milho e soja, além de serviços como tratamento industrial

⁷⁸ Os dados aqui apresentados foram retirados da página da empresa na internet (www.pioneersementes.com.br)

de sementes e o suporte técnico com informações de práticas de manejo. Possui 7 estações de pesquisa localizadas nas principais regiões produtoras do país.

Na área da biotecnologia no Brasil, suas pesquisas se concentram na área de milho e soja (Gráfico 3.1), tendo 2 eventos de milho já aprovados comercialmente no país: milhos com a tecnologia Bt, nas versões Yieldgard® e Herculex® I, para o controle das principais lagartas que atacam a cultura do milho, entre elas, a lagarta do cartucho (*Spodoptera frugiperda*) e broca da cana-de-açúcar (*Diatraea saccharalis*) (Gráfico 3.2). É líder absoluta do mercado de milho transgênico, tendo registrado junto ao RNC/MAPA o total de 219 cultivares de híbridos desta espécie (Gráfico 2.4). Na soja, a empresa vem lançando cultivares de soja Roundup Ready® tolerantes ao herbicida glifosato, tendo já protegido 10 cultivares transgênicos em seu nome (Gráfico 2.3).

3.2.6 – BASF⁷⁹

A BASF é uma empresa de origem alemã, com sede em Ludwigshafen e foi fundada em 1865. Suas unidades de produção, distribuídas em 39 países, conduzem negócios com clientes em mais de 170 nações. Com um portfólio de 8.000 produtos, a empresa têm oferecido importantes contribuições para os segmentos da agricultura e nutrição, químicos, produtos de performance, plásticos, petróleo e gás.

Sua atuação na área da biotecnologia agrícola pode ser considerada recente, quando comparada às outras empresas do setor, sendo que realiza pesquisas no Brasil para o desenvolvimento de cultivares transgênicos de soja e eucalipto (Gráfico 3.1).

Ao contrário das outras empresas multinacionais que atuam no setor, cuja estratégia de ação inicial no Brasil foi a introdução de inovações transgênicas desenvolvidas no exterior e apenas adaptadas às condições edafo-climáticas brasileiras, a BASF escolheu o país para desenvolver seu primeiro produto transgênico, principalmente mediante o estabelecimento de parceria com a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), que será melhor explorada no item 3.3 deste Capítulo. O resultado desta parceria foi o desenvolvimento da cultivar de soja geneticamente modificada tolerante a herbicidas da classe das imidazolinonas (soja *Cultivance*), produto este aprovado para comercialização em 2009 (Etapa 4 do ciclo de desenvolvimento).

⁷⁹ Os dados foram retirados da página da empresa na internet (www.agro.basf.com.br) e de entrevista pessoal com o Sr. Carlos Louzano, Gerente de Biotecnologia da BASF no Brasil.

Outras ações da empresa comprovam a valorização do Brasil como alvo de seus investimentos na área da biotecnologia vegetal. Recentemente foi instalado o Laboratório Global de Estudos Ambientais e Segurança Alimentar da BASF, que representa um grande avanço na área de pesquisas com OGMs. Localizado no Complexo Químico de Guaratinguetá (SP), contou com investimentos da ordem de €3,15 milhões, e tornou a BASF a primeira empresa na América Latina a realizar seus estudos ambientais em laboratório próprio (estudos *in company*). Neste Laboratório serão desenvolvidos novos métodos de análise e testes para controle e registro de produtos geneticamente modificados. As demais empresas do setor terceirizam esses estudos em universidades ou os realizam na matriz, localizada em outros países.

A empresa também continua a aumentar seus investimentos em Biotecnologia no Brasil, sendo que o orçamento previsto para 2011 é de 100 milhões de euros, 40% a mais do que no ano de 2010⁸⁰.

A BASF pesquisa agora em campo no Brasil novo tipo de soja transgênica resistente a fungos que causam a doença da ferrugem asiática da soja, que vem causando sérios prejuízos aos agricultores nos últimos anos. Além disto, no “*pipeline*” da empresa está o desenvolvimento de uma variedade de cana-de-açúcar resistente à seca, em conjunto com o Centro de Tecnologia Canavieira – CTC, que a empresa espera introduzir no mercado brasileiro até 2020⁸¹.

3.2.7 – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Embrapa⁸²

A estruturação da pesquisa agrícola brasileira é resultado de uma série de fatos históricos que remontam à época do Império, sendo que a extinção do Departamento Nacional de Pesquisa Agropecuária (DNPEA) no âmbito do Ministério da Agricultura e criação da Embrapa na forma de uma unidade autônoma dentro da estrutura administrativa do Estado no início dos anos 70 representou uma reorganização radical do sistema federal de pesquisa agrícola (MENDES, 2009).

Conforme muito bem detalhado na publicação da Embrapa denominada “Livro Preto” (Embrapa, 2006), que descreve o contexto da pesquisa agropecuária brasileira naquela época, a missão institucional desta empresa sempre foi a de organizar a pesquisa agrícola nacional.

⁸⁰ Informação obtida no site www.brasilagro.com.br Acesso em 13.03.2011.

⁸¹ Informação obtida no site www.alemanhaneews.com.br Acesso em 13.03.2011.

⁸² Os dados foram retirados da página da Embrapa na internet (www.embrapa.br). Acesso 20.01.2011.

Para tanto, optou-se pela criação da Embrapa na figura jurídica de empresa pública, dotada de elevada autonomia administrativa e financeira, de acordo com as regras do Decreto-Lei no. 200/67, vigente na época. Tais características foram essenciais para que a Embrapa pudesse cumprir sua missão institucional e compor sua estrutura organizacional.

Em 1992 foi instituído o Sistema Nacional de Pesquisa Agropecuária – SNPA, por meio da Portaria nº193 (07/08/1992), do Ministério da Agricultura, autorizado pela Lei Agrícola (Lei nº 8.771, de 17/01/1991). O SNPA tem a coordenação da Embrapa e é formado por todas as unidades da empresa, das Organizações Estaduais de Pesquisa Agropecuária – OEPAS (16 ao todo); universidades; institutos de pesquisa estaduais e federais; e outras organizações, públicas e/ou privadas, ligadas direta ou indiretamente com realização de pesquisas agropecuárias⁸³.

Destacam-se entre os objetivos do SNPA: promoção da pesquisa agropecuária que auxilie nas políticas de desenvolvimento, definidas para o País; articulação das diversas instituições brasileiras envolvidas na realização das pesquisas; proporcionar a execução conjunta de projetos de pesquisa de interesse comum, fomentando uma ação de parceria entre instituições, no desenvolvimento de ciência e tecnologia para a agropecuária e coordenação do esforço de pesquisa para atendimento às demandas de regiões, estados e municípios, a fim de proporcionar melhor suporte ao desenvolvimento da agropecuária.

Freitas e Hanai (1997) destacam que, devido à forma como os relacionamentos ocorrem no âmbito do SNPA, pode-se afirmar a existência de um SNPA-Núcleo ou Restrito focado nos institutos públicos de pesquisa, portanto, constituído pela Embrapa e as OEPA e um SNPA mais amplo que integra todo o grupo de organizações de pesquisa agrícola brasileiras.

Embrapa é legalmente a responsável pela coordenação deste Sistema. Criada em 1973, a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) é a principal provedora de novas tecnologias para o agronegócio brasileiro.

A Empresa possui hoje 9342 empregados, dos quais 2282 são pesquisadores - 28% com mestrado, 65% com doutorado e 7% com pós-doutorado. Seu orçamento em 2010 foi de R\$ 1 bilhão e 863 milhões. Seus pesquisadores atuam em 45 Unidades Descentralizadas espalhadas por todo o território nacional (sendo 43 Unidades de Pesquisa e 4 Unidades de Serviço). Além disso, a Embrapa conta com 14 Escritórios de Negócios (ENs) e 2 Unidades de Produção (UP) distribuídos em todas as regiões do Brasil para produzir, comercializar e

⁸³ Informações retiradas do site da Embrapa (www.embrapa.br/a_embrapa/snpa). Acesso em 9.9.2011

distribuir sementes e mudas de cultivares por ela desenvolvidas.

Destaca-se também a atuação internacional da Embrapa, cada vez mais presente em outros países, através de 3 (três) laboratórios virtuais funcionando no exterior: Labex América do Norte, Labex Europa e Labex Ásia e 06 (seis) Projetos de atuação em transferência de tecnologias desenvolvidas para a agricultura tropical: 4 (quatro) na África e 2 (dois) nas Américas.

Com a missão de viabilizar soluções de pesquisa, desenvolvimento e inovação para a sustentabilidade da agricultura, em benefício da sociedade brasileira, a Embrapa atua nas mais diversas áreas da pesquisa agrícola, gerando uma infinidade de conhecimentos.

Especificamente em relação à biotecnologia, a Embrapa começou a trabalhar com o tema ainda no início dos anos oitenta, sendo pioneira nesta área no Brasil. Em 1986 a empresa lançou o Programa de Pesquisa em Biotecnologia para a Agropecuária, atribuindo-se a sua coordenação ao Centro Nacional de Recursos Genéticos (Cenargen). O pioneirismo da Embrapa se revela numa das principais pesquisas desenvolvidas na época, que objetivava a geração de um feijão transgênico funcional (produto da segunda geração dos transgênicos), com maior teor de metionina através da introdução de gene da castanha-do-pará no feijão.

Também já evidenciando a grande responsabilidade da Embrapa em relação às questões de biossegurança desta tecnologia, este projeto foi interrompido, entre outras razões, porque foi constatado que juntamente com o caráter de maior teor de metionina estava anexado a expressão de uma substância com potencial alergênico da castanha para algumas pessoas.

Mas as pesquisas na área prosseguiram, com o tema da biotecnologia adquirindo cada vez mais relevância dentro da Embrapa, tendo o Cenargen se transformado, em 1987, no Centro Nacional de Recursos Genéticos e Biotecnologia, hoje Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, unidade da empresa que integra atividades de recursos genéticos, biotecnologia agropecuária e controle integrado de pragas, além de ações específicas de defesa agropecuária.

Contudo, as ações da Embrapa na área de biotecnologia agrícola não se concentram apenas na Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, contando a empresa hoje com 25 Unidades de Pesquisa desenvolvendo projetos nesta área, conforme Quadro 3.2.

Quadro 3.2: Unidades da Embrapa com autorização da CTNBio para trabalhar com OGM (CQB)

| ANO DO CQB | UNIDADE |
|-------------------|---|
| 1996 | Agrobiologia, Soja, Arroz e Feijão, Cenargen, Milho e Sorgo |

| | |
|------|--|
| 1997 | Hortaliças |
| 1998 | Clima Temperado, Algodão, Cerrados, Trigo, Mandioca e Fruticultura Tropical, Suínos e Aves |
| 2000 | Meio Ambiente, Agroindústria de Alimentos |
| 2001 | Agropecuária Oeste, Gado de Corte |
| 2002 | Tabuleiros Costeiros, Pecuária Sudeste |
| 2003 | Escritório de Negócios de Canoinhas |
| 2004 | Uva e Vinho |
| 2005 | Amazônia Ocidental * |
| 2006 | Agroindústria Tropical |
| 2007 | Gado de Leite |
| 2008 | Amazônia Oriental |
| 2010 | Florestas |

* Em análise

Fonte: CTNBio. Acesso em 12.03.2011

A Embrapa desenvolve pesquisas biotecnológicas com diferentes espécies de plantas e com diferentes genes de interesse, sendo que de todos os atores estratégicos do Sistema de Inovação em Plantas Transgênicas é a que conta com o portfólio de produtos mais diversificado. A estratégia da empresa é atuar em todo o ciclo de desenvolvimento do produto (Figura 1.2), desde a identificação de genes de interesse até a comercialização do produto, principalmente levando em conta os interesses nacionais, na qualidade de empresa pública que é.

A Embrapa já realizou até o momento testes de campo com vários produtos transgênicos, como soja, algodão, feijão, mamão, batata e banana (Gráfico 3.2), tendo já obtido aprovação comercial de dois deles, a soja resistente a herbicida da família das imidazolinonas, em parceria com a BASF e o primeiro evento transgênico desenvolvido inteiramente sob sua responsabilidade, o feijão resistente ao vírus do mosaico dourado (Gráfico 3.2).

Segundo Aragão (Informação verbal)⁸⁴ a aprovação comercial deste produto contribuirá para demonstrar os benefícios que a biotecnologia agrícola pode trazer para o desenvolvimento social e à alimentação. Isto porque o feijão é uma das leguminosas mais importantes na alimentação de mais de 500 milhões de pessoas na América Latina e África. O vírus do mosaico dourado, transmitido pela mosca-branca, é considerado a maior praga da cultura do feijão, e pode causar perdas de até 100% na produção nas áreas afetadas, se atingir a plantação ainda na fase inicial. No Brasil o feijão é uma cultura de extrema importância

⁸⁴ Informações fornecidas pelo pesquisador da Embrapa Francisco Aragão, em entrevista para este projeto em fevereiro de 2011.

social, já que é produzido basicamente por pequenos produtores, com cerca de 80% da produção e da área cultivada em propriedades com menos de 100 hectares.

A atuação da Embrapa na área de biotecnologia agrícola tem merecido destaque internacional. Além de contar com banco de germoplasma extremamente valioso em diversas culturas de interesse nacional, alguns resultados de suas pesquisas comprovam a competência de seu corpo técnico-científico, podendo ser destacado, além da geração da primeira planta transgênica da América Latina e do sucesso na transformação do primeiro evento transgênico do mundo resistente a geminivírus, o feijão GM acima destacado (ARAGÃO, FARIA, 2009), o desenvolvimento de novo método de transformação de leguminosas, patenteado pela empresa em 1997.

Este novo método, desenvolvido pelos pesquisadores Elíbio Rech e Francisco Aragão, permite a obtenção de plantas leguminosas transgênicas contendo DNA exógeno e posterior seleção das células transformadas, estas últimas mantendo as características agrônômicas das plantas das quais se originaram. Os métodos de transformação anteriormente conhecidos de obtenção de plantas leguminosas transgênicas baseados na transformação de células merismáticas da região apical utilizando o processo de biobalística apresentavam como desvantagens a impossibilidade de seleção das células transformadas, com baixa produção de plantas transgênicas. A taxa de seleção das células transformadas utilizando-se esses métodos era da ordem de 0,03% a 0,05%, enquanto que a utilização do método desenvolvido pela Embrapa possibilita a regeneração e produção de plantas transgênicas com uma frequência na ordem de 1%.

Esses resultados positivos do ponto de vista técnico-científico, aliadas a outras razões sociais e políticas, colocam a Embrapa como um dos atores estratégicos mais importantes dentro do Sistema de Inovação em Plantas Transgênicas, o que atraiu desde muito cedo o interesse dos outros atores aqui identificados na formação de parcerias estratégicas, conforme será observado na Seção 3.3 deste Capítulo.

Entretanto, deve ser aqui destacado algumas dificuldades que essa empresa tem que enfrentar para desenvolver suas atividades. Com a evolução da ordem jurídica brasileira, o Estado foi assumindo cada vez mais um papel controlador, cartorial e fiscalizador, em detrimento de sua ação estratégica, articuladora e mobilizadora, principalmente a partir dos anos 80 (CALDAS, 2001). Conforme explica Caldas (2001), com isso a autonomia das empresas públicas foi deixando de existir, retornando a Embrapa e, com ela, a pesquisa agropecuária, ao *status quo ante*, de engessamento pelos mecanismos burocráticos de controle do Estado.

Este cenário burocrático não é compatível com a natureza intrínseca das atividades de pesquisa, principalmente em áreas de fronteira do conhecimento como é o caso da biotecnologia agrícola, o que impõe uma série de obstáculos para que os pesquisadores da Embrapa realizem o seu trabalho, principalmente do ponto de vista de aquisição de insumos e contratação de pessoal qualificado para realizar atividades rotineiras de laboratório. Tal situação, sem dúvida, representa um grave risco para a competitividade desta empresa já no curto e médio prazo, necessitando ser tratada de forma estratégica pelo Estado.

3.3 – ARRANJOS COOPERATIVOS PARA O DESENVOLVIMENTO DE PLANTAS TRANSGÊNICAS

Conforme já apontado algumas vezes ao longo deste trabalho, a multidisciplinaridade e a complexidade envolvida no desenvolvimento das plantas transgênicas cria a necessidade de uma rede de relações entre diversos agentes que atuam no ciclo de inovação (Figura 1.2), rede esta que envolve as grandes empresas do setor, as novas empresas de biotecnologia, as universidades, os centros de pesquisas públicos, as fundações de produtores de semente e a cadeia logística de distribuição de grãos (SILVEIRA; BORGES, 2004). Esta rede se forma na base da criação de arranjos cooperativos entre tais agentes.

Mesmo as empresas líderes mundiais deste mercado (Monsanto, Bayer, Syngenta, Dow Agrosiences, Du Pont-Pioneer e Basf), optaram, pelo menos em uma estratégia inicial, por não verticalizar todas as atividades deste ciclo, buscando viabilizar economias de escala e de escopo⁸⁵, através da cooperação com outros atores do sistema.

Não resta dúvida que a formação de arranjos cooperativos entre os atores do SIPT é uma das formas mais eficazes para alcançar economias de escala e escopo, eliminando redundâncias e conflitos desnecessários para o avanço da inovação e permitindo explorar com mais eficácia os efeitos das economias de rede, dentro de um modelo de *Open Innovation* (CHESBROUGH, 2003).

A estratégia adotada inicialmente pelas líderes mundiais em inovação em plantas transgênicas foi estruturar suas plataformas de P&D *in house*, mas com a sistematização da busca para ter aproveitamento de fontes externas de tecnologia para a sua inovação

⁸⁵ Conforme Edilson da Silva (2008, p. 176), em sistemas de inovação, as buscas por economias de escala e escopo entre atores seguem três eixos de atuação: (i) diminuição de redundâncias (principalmente em situações de escassez de recursos); (ii) diminuição de abordagens opostas e simultâneas (se já se tem uma trajetória mais ou menos definida, explorar caminhos opostos representará um desperdício de recursos) e (iii) aproveitamento de oportunidades.

(economias de escala), ao mesmo tempo em que criam novos negócios capazes de gerar lucros com outros usos de tecnologias já desenvolvidas internamente (economias de escopo). A pesquisa colaborativa com setores de C&T pública e privada, em áreas que não possuem liderança ou competência interna foi o caminho adotado por elas.

É o caso, por exemplo, do licenciamento global feito pela americana Monsanto para o licenciamento do gene Roundup Ready 2 Yield™ que confere à soja resistência a herbicidas da família do glifosato à suíça Syngenta para uso nos programas de melhoramento de soja desta última. (MONSANTO, 2008). Também foi a estratégia de licenciamento desta tecnologia no Brasil, possibilitando que hoje os principais obtentores vegetais no país estejam lançando cultivares de soja transgênica contendo o gene desta empresa: (i) Embrapa; (ii) Coodetec; (iii) FTS Sementes; (iv) Tropical Melhoramento e Genética; (v) Fundação Mato Grosso; (vi) Fundação de Apoio à Pesquisa Agropecuária do Mato Grosso – Unisoja e (vii) Fecotrigo (SNPC/MAPA, 2011).

Tal estratégia de licenciamento produziu ganhos para ambas as partes, pois garantiu às empresas brasileiras acesso a tecnologias de ponta na área, em alianças tecnológicas estratégicas que, de acordo com a tese de Furtado e Freitas (2000 apud EDILSON DA SILVA, 2008, p:114), constitui-se em oportunidades para empresas de países em desenvolvimento gerarem inovações na fronteira tecnológica. É o processo de *catch-up* tecnológico, entendido como processo de mudança que diminui os *gaps* existentes em relação à capacidade inovativa de empresas em países em desenvolvimento e aquelas de países desenvolvidos. Ele ocorre quando estas empresas desenvolvem um eficiente processo de aprendizagem ampliando sua capacidade interna de P&D e uma evolução nas interações com os parceiros externos.

O processo de desenvolvimento em conjunto pela Embrapa e pela BASF da soja resistente a herbicidas da família das imidazolinonas é um ótimo exemplo de *catch-up* tecnológico ocorrido em função das alianças estratégicas realizadas pela Embrapa no final dos anos 90 com algumas das multinacionais aqui citadas.

A partir do processo de aprendizagem adquirido em função destas alianças estratégicas, a Embrapa foi capaz de desenvolver sua própria estratégia de inovação nesta área, o que resultou no desenvolvimento de todo o processo de aprovação regulatória de uma planta transgênica por uma empresa nacional: o feijão transgênico resistente ao vírus do mosaico dourado. Este feijão foi recentemente aprovado comercialmente pela CTNBio, sendo esperado que esteja disponível para comercialização de sementes dentro de 3 a 4 anos. A aquisição desta *expertise* pela Embrapa conferiu a ela um grande diferencial competitivo, que

viabilizará a formação de novos e importantes arranjos cooperativos, especialmente com instituições de pesquisa nacionais e internacionais que se dedicam à prospecção de genes de interesse (Etapa 1 do ciclo de inovação).

Esse *catch-up* tecnológico da Embrapa foi alcançado devido ao interesse das empresas multinacionais em buscar arranjos colaborativos com a mesma, interesse este gerado, entre outras razões, pela capacidade técnica desta empresa para atuar no desenvolvimento de tecnologias para a agricultura tropical, mas também grandemente influenciado pela percepção pública da sociedade em relação à Embrapa, que a reconhece como uma das empresas públicas brasileiras mais eficientes e importantes para a economia nacional.

Tendo em vista todos os aspectos polêmicos relacionados à adoção da tecnologia do DNA Recombinante, principalmente no final dos anos 90 e início dos anos 2000, a associação das empresas multinacionais a uma marca de prestígio junto à sociedade brasileira como a marca Embrapa foi, sem dúvida, fator crucial para o avanço das discussões nesta área, que teve, entre outros efeitos, grande influência no processo de revisão e aprovação do marco regulatório brasileiro de biossegurança já estudado no Capítulo 2.

A primeira parceria importante nesta área ocorreu em 1997, quando Monsanto e Embrapa firmaram acordo para o desenvolvimento de cultivares transgênicas de soja resistentes ao herbicida glifosato a partir da introdução da tecnologia patenteada pela Monsanto no programa de desenvolvimento de cultivares da Embrapa. Esta parceria foi extremamente bem sucedida, sendo que em 2000 as empresas anunciaram o fechamento do acordo para a exploração comercial das novas cultivares transgênicas obtidas, que seriam protegidas em nome exclusivo da Embrapa. Pelo acordo comercial, a Embrapa recebe royalties pelo licenciamento de suas cultivares transgênicas, ao passo que a Monsanto recebe royalties pelo uso da tecnologia patenteada por ela que está inserida dentro destas cultivares, sendo que cada empresa faz a exploração comercial de maneira autônoma e independente.

Embora extremamente criticada na época, a celebração desta parceria foi essencial para o desenvolvimento da biotecnologia agrícola no Brasil, tendo influenciado bastante no delineamento das políticas públicas para o setor. Além disso, esta parceria viabilizou o oferecimento da tecnologia para os agricultores brasileiros, que de outra maneira teriam maiores dificuldades de acesso a esta inovação do que as que foram encontradas, ressaltando-se que, atualmente, 75% da soja plantada no Brasil é transgênica (JAMES, 2010). Esta parceria também gerou resultados financeiros extremamente positivos para ambas as empresas. Dentro deste aspecto, é importante ressaltar a criação, através do citado Acordo Comercial, do Fundo de Pesquisa em Biotecnologia Embrapa-Monsanto.

Este Fundo, criado em 2006, conta com recursos advindos da exploração comercial da tecnologia pela Monsanto e tem por objetivo financiar projetos da Embrapa voltados aos agricultores brasileiros, consumidores em geral e ao aprimoramento de uma agricultura ambientalmente sustentável. Pesquisas com plantas tolerantes à seca, com maior valor nutricional e rendimento por área são alguns dos temas financiados por este Fundo, com foco no suprimento do mercado nacional (EMBRAPA, 2007).

Até o momento, já foram arrecadados R\$25, 2 milhões para este Fundo, recursos estes advindos de uma porcentagem dos royalties arrecadados pela empresa Monsanto em razão do licenciamento do gene de resistência ao glifosato que está inserido dentro das cultivares transgênicas da Embrapa (5% do valor dos royalties arrecadados pela Monsanto). A partir de 2010, é esperado que haja uma queda nos valores arrecadados para este Fundo, tendo em vista que é normal que as cultivares transgênicas que foram obtidas diretamente através deste acordo comercial sejam substituídas no mercado ao longo do tempo por novas inovações que estão sempre chegando para o agricultor. Os dados de arrecadação do Fundo são apresentados no Gráfico 3.5.

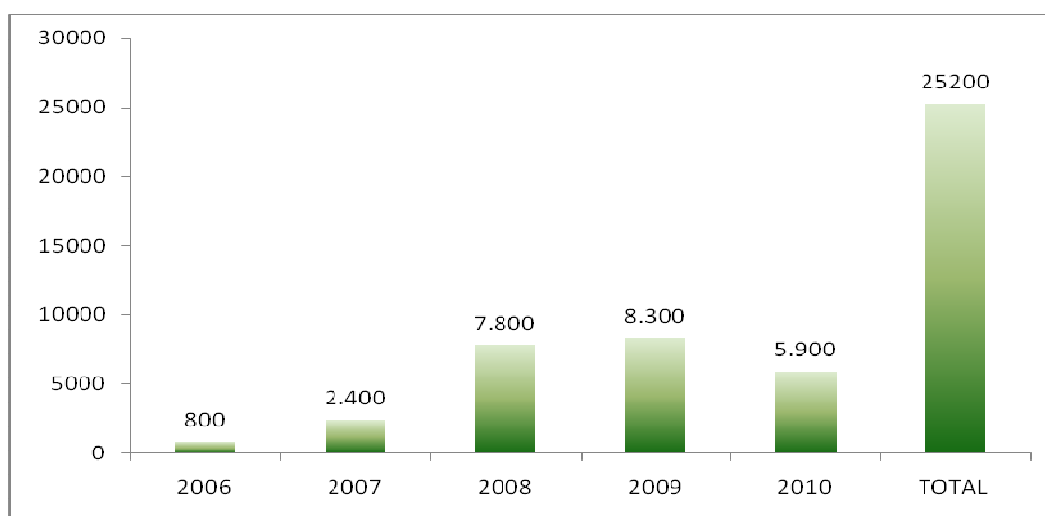


Gráfico 3.5 – Valores arrecadados pelo Fundo de Pesquisa em Biotecnologia Embrapa-Monsanto entre 2006-2010 (valores em R\$ milhares)

Fonte: Diretoria de Assuntos Regulatórios da Monsanto do Brasil Ltda.

Pois bem, a experiência da Embrapa na parceria com a Monsanto permitiu a ela ter acesso a uma tecnologia de ponta, conjugando esforço próprio de P&D com transferência de conhecimento gerado no exterior.

A aprendizagem adquirida com este processo foi acompanhada de uma significativa evolução dos seus acordos com outros parceiros do setor. A Embrapa passou da posição de

agente adaptador da tecnologia desenvolvida por terceiros às condições edafo-climáticas do Brasil para atuar também no desenvolvimento da tecnologia desde as primeiras etapas do ciclo da tecnologia (*catch-up*).

Este foi o caso da parceria acima citada realizada entre a Embrapa com a empresa alemã Basf em 2002, visando o desenvolvimento de cultivares de soja resistentes a herbicidas da família das imidazolinonas, uma alternativa tecnológica para os agricultores à soja GM desenvolvida pela Monsanto. Nesta parceria, Embrapa e Basf desenvolveram em conjunto todas as etapas do ciclo de inovação da tecnologia (Figura 1.2), tendo sido o produto aprovado pela CTNBIO para liberação comercial no Brasil em 2009, com a previsão de lançamento mundial da tecnologia para a safra de 2012/13. A empresa planeja auferir lucros bem mais robustos do que os provenientes de sua parceria com a Monsanto, uma vez que detém, além da propriedade das cultivares GM desenvolvidas por ela, também a propriedade em regime de co-titularidade com a Basf do pacote tecnológico sobre a tecnologia, caracterizado pela expressão da resistência ao herbicida imidazolinona pela planta.

Embrapa e Basf já negociaram com as principais fundações de produtores de semente do Brasil e da Argentina acordos para a introdução de sua tecnologia de resistência ao herbicida imidazolinona nos programas de melhoramento de soja destes parceiros, de maneira similar à estratégia utilizada pela Monsanto para licenciamento de suas tecnologias, segundo Teixeira (Informação Verbal)⁸⁶

A Embrapa também possui acordo de cooperação técnica com a suíça Syngenta para a pesquisa, desenvolvimento e transferência de tecnologias que proporcionarão o desenvolvimento de soluções inovadoras para os produtores brasileiros, principalmente através do uso da biotecnologia. (EMBRAPA, 2010). Negociações para o desenvolvimento de parceria similar com as empresas Dow Agrosiences e Du Pont – Divisão Pioneer de Sementes estão em andamento, segundo Teixeira (Informação verbal)⁸⁷.

O fato é que o processo de *catch-up* tecnológico da Embrapa permitiu a ela participar das negociações para formação de arranjos colaborativos com as grandes empresas multinacionais em posição mais equilibrada, sendo capaz de negociar parcerias bem mais vantajosas do que as inicialmente ocorridas, sendo que a estabilidade da economia nacional e o desenvolvimento do ambiente institucional brasileiro em relação à biotecnologia agrícola

⁸⁶ Informações fornecidas por Filipe de Moraes Teixeira, Chefe da Assessoria de Inovação Tecnológica da Embrapa, em entrevista concedida em fevereiro/2011.

⁸⁷ Informações fornecidas por Filipe de Moraes Teixeira, Chefe da Assessoria de Inovação Tecnológica da Embrapa, em entrevista concedida em fevereiro/2011.

também são fatores que devem ser levados em consideração na análise deste aumento do poder de negociação da Embrapa.

Certo é que o modelo de arranjos cooperativos estratégicos com empresas nacionais, permitindo o acesso a materiais genéticos mais adaptados às condições edafo-climáticas locais e ao mercado de sementes no país, continua, sem dúvida, sendo uma opção estratégica de sucesso adotada pelas empresas multinacionais que atuam no setor.

Contudo, devido à força das mesmas nos mercados mundiais, domínio das patentes na área, aliadas à capacidade de financiamento, P&D na área e de marketing e logística de distribuição, as estratégias competitivas destas empresas têm levado cada vez mais ao domínio absoluto do mercado pelas mesmas, com a exclusão de novos concorrentes, principalmente através do domínio da cadeia produtiva de sementes, a exemplo do que ocorreu no mercado de sementes híbridas de milho⁸⁸. A tendência é que a formação de parcerias entre estas e as empresas nacionais de pesquisa sejam cada vez mais raras.

Igualmente, constata-se claramente a tendência estratégica das grandes multinacionais do setor de se associarem entre si para o desenvolvimento das primeiras etapas do ciclo inovativo das plantas transgênicas, seja na identificação e caracterização dos genes de interesse, seja na transformação do evento elite. AO sucesso nesta etapa garante a elas o patenteamento da tecnologia alvo (genes de interesse ou a planta transgênica em si), estratégia adequada para garantir a apropriação dos lucros gerados pela inovação obtida (TEECE, 1986). Infelizmente, o resultado desta estratégia é a concentração ainda maior do setor, que já é, naturalmente, um setor oligopolizado, como relatado anteriormente.

Em 2007, Monsanto Company e Basf anunciaram acordo de parceria global para o desenvolvimento de produtos com maior rendimento e tolerância a estresses bióticos e abióticos, nas culturas de soja, milho, algodão e canola. Os investimentos previstos em Pesquisa & Desenvolvimento (P&D) e, posteriormente, na comercialização, envolvidos nesta parceria seriam de US\$ 1,5 bilhão. Em 2010, as duas empresas anunciaram a expansão da parceria para incluir também a cultura de trigo, aumentando em US\$ 1,0 bilhão o valor da parceria (PORTAL DO AGRONEGÓCIO, 2010)

⁸⁸ Até meados da década de 1990, o desenvolvimento de inovações nesta área para o mercado brasileiro era tradicionalmente realizado por empresas de capital nacional, como a Agrocere, transnacionais, como a Cargill, a Pioneer, a Braskalb, a Zeneca, a Dow Elanco e a Novartis, e pequenas e médias empresas agrupadas em um consórcio de empresas produtoras de sementes que utilizavam material genético de milho licenciado pela Embrapa, a Unimilho. Com o movimento de fusões e aquisições ocorrido no mercado de sementes brasileiro, principalmente após a promulgação da Lei de Proteção de Cultivares, o mesmo se tornou incrivelmente concentrado, sendo que somente as aquisições das empresas Agrocere, Braskalb e Cargill fizeram com que a Monsanto passasse a deter cerca de 65% do mercado nacional de sementes de milho no país (CASTRO et al, 2006:62).

Pelos termos deste acordo, cada companhia continua trabalhando, de forma independente, em seus programas de P&D, buscando identificar e caracterizar genes de interesse. Uma vez identificados, estes genes passam a ser usados nos estudos desenvolvidos em parceria para cumprir as próximas etapas do ciclo de desenvolvimento do produto. Os produtos resultantes desse desenvolvimento conjunto serão comercializados pela Monsanto. Os lucros com a comercialização desses produtos serão divididos entre as duas empresas, com a Monsanto recebendo 60% do lucro líquido; e a Basf, os outros 40%. (PORTAL DO AGRONEGÓCIO, 2010).

Do mesmo modo, também em 2007, a Monsanto e Dow Agrosiences anunciaram parceria para o desenvolvimento de uma nova geração de milho, que pretende combinar oito genes resistentes a herbicidas e insetos (milho *SmartStax*). A parceria entre as duas empresas também prevê o licenciamento cruzado do germoplasma das duas companhias por dez anos, o que significa a pesquisa e o desenvolvimento conjunto de novas variedades híbridas de milho (HELLER, 2007).

Já a alemã Bayer CropScience e a suíça Syngenta anunciaram agora em 2011, acordo global para desenvolver semente de soja resistente ao herbicida HPPD, uma alternativa para os agricultores, tendo em vista o aumento da resistência de ervas daninhas ao herbicida glifosato. Os valores envolvidos no projeto não foram divulgados, mas pelo acordo, a Syngenta e Bayer combinarão suas tecnologias já existentes e experiências no setor para desenvolver o novo sistema de tolerância ao herbicida. Cada uma das partes, no entanto, terá o direito de adotar a estratégia comercial que for mais conveniente. As duas multinacionais terão a co-propriedade da tecnologia, podendo utilizá-la dentro de suas respectivas linhas de produtos, podendo, no futuro, licenciá-la para outras companhias (INÁCIO, 2011).

Os acordos de parceria firmados entre os atores estratégicos estão resumidos no Quadro 3.3.

Quadro 3.3: Parcerias entre os atores estratégicos do SIPT para o desenvolvimento de novos produtos

| Empresas Envolvidas | Objetivo | Ano |
|----------------------------|--|------------|
| Monsanto e Basf | Desenvolvimento de produtos com maior rendimento e tolerância a estresses bióticos e abióticos, nas culturas de soja, milho, algodão e canola. | 2007 |
| Monsanto e Dow Agrosiences | Desenvolvimento de uma nova geração de milho, que pretende combinar oito genes resistentes a herbicidas e insetos (milho <i>SmartStax</i>). A parceria também prevê o licenciamento cruzado do germoplasma das duas companhias por dez anos | 2007 |

| | | |
|--------------------|---|------------|
| Bayer e Syngenta | Desenvolvimento de soja tolerante ao herbicida HPPD, uma alternativa à resistência da soja RR | 2011 |
| Embrapa e Monsanto | Desenvolvimento de cultivares de soja GM tolerante a herbicidas e milho resistente a insetos | Desde 1997 |
| Embrapa e Basf | Desenvolvimento de cultivares de soja GM tolerantes a imidazolinonas e resistente a fungos | Desde 2000 |
| Embrapa e Syngenta | Desenvolvimento de inovações de interesse ao agronegócio nacional através do uso da biotecnologia | 2010 |

Elaboração própria

O fato é que a análise das estratégias competitivas adotadas pelas grandes empresas multinacionais aqui relatadas confirma a tendência natural do domínio global das tecnologias, conhecimentos, matérias-primas e logística da cadeia produtiva na área dos transgênicos por estas empresas. Tais estratégias visam à agregação de valor com a venda de pacotes de tecnologias, como por exemplo, a venda conjunta de cultivares transgênicas, agroquímicos e enzimas, e mais serviços como: gestão integrada, planejamento e gestão agrícola, aplicação de insumos, gerenciamento de riscos e logística agroindustrial (EDILSON DA SILVA, 2008, p. 111), integrando ativos tangíveis, intangíveis e complementares que lhes garantirão não só o lucro da inovação (TEECE, 1986), como também a exclusão de possíveis concorrentes.

3.4 – MERCADO CONSUMIDOR: INFLUÊNCIA NAS ESTRATÉGIAS DE AÇÃO DOS ATORES ESTRATÉGICOS

Conforme já apontado neste estudo, os clientes do Sistema de Inovação em Plantas Transgênicas (SIPT) são os agricultores (produtores de semente ou de grãos), a agroindústria de processamento, as redes de varejo e distribuição e o consumidor final (Quadro 1.1). A forma de funcionamento desta cadeia de comercialização/consumo tem influência direta no sucesso ou fracasso das inovações nesta área, criando variáveis de influência na definição de estratégias de ação a serem adotadas pelos atores estratégicos do Sistema e, portanto, na configuração do ambiente concorrencial.

O primeiro elo da cadeia de consumo das plantas transgênicas é o produtor de semente. Existem hoje no país 10 associações de produtores de sementes filiadas à Associação Brasileira dos Produtores de Semente (ABRASEM)⁸⁹, sendo 2 no estado de São

⁸⁹ Informação obtida no site da Abrasem (www.abrasem.com.br) Acesso 25.05.2011

Paulo e 1 nos estados de Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Goiás, Paraná, Rio Grande do Sul, Santa Catarina, Minas Gerais e 1 no Distrito Federal, todas elas filiadas.

As empresas que detêm maior competência para formar um eficiente arranjo institucional junto à cadeia produtora de sementes apresentam vantagens competitivas em relação às outras, o que justifica a concentração do mercado de sementes através do intenso movimento de aquisições de empresas nacionais realizados pelos principais atores estratégicos já mencionada anteriormente (CARVALHO, 2003). Isto porque o controle e/ou acesso à cadeia de produção de sementes viabiliza a transferência da tecnologia para os demais elos da cadeia de consumo: (i) o agricultor produtor de grãos; (ii) a agroindústria de processamento e distribuição; (iii) as redes de varejo e (iv) o consumidor final. A competitividade nacional, portanto, passa necessariamente pela adoção de ações que inviabilizem o domínio absoluto das empresas multinacionais desta cadeia produtiva.

O próximo elo da cadeia de consumo dos produtos transgênicos são os agricultores produtores de grãos, que exercem grande influência na definição de estratégias dos atores deste Sistema, uma vez que é para esse grupo de *stakeholders* que a maioria das inovações hoje no mercado estão dirigidas, visando a diminuição dos custos de produção e aumento dos lucros por parte destes agricultores. O poder de influência deste grupo sobre os atores estratégicos está relacionado ao seu poder de escolha frente aos produtos ofertados, no caso as diferentes cultivares transgênicas disponíveis. Levando-se em consideração a tendência cada vez maior de concentração deste mercado aqui apresentada, pode-se auferir que este poder de escolha ficará cada vez mais reduzido, caso não sejam elaboradas políticas e ações estratégicas para garantir a competitividade de organizações de pesquisa brasileiras neste setor.

Da mesma forma, a aproximação entre as indústrias alimentícias e as grandes distribuidoras de alimentos (redes de varejo) mostra que a inteligência do mercado e os canais de circulação de produtos até o consumidor final também são elementos fundamentais para a definição de estratégias de pesquisa em biotecnologia agrícola. *“Realizar prospecção de mercados e de tendências qualitativas e quantitativas de consumo passa a ter relação estreita com a definição e cronograma físico-financeiro de programas de pesquisa, se se quer manter a competitividade comercial.”* (MACHADO, 2004:60)

As grandes redes de varejo de alimento ocupam um papel relevante dentro do Sistema de Inovação em Plantas Transgênicas, pois os supermercados têm relação muito próxima com o consumidor final, e a natural flexibilidade da operação produtiva os permite identificar e oferecer justamente o desejado, mas nas condições que eles impõem. Esses grandes grupos

varejistas, ao defenderem seus interesses, escorados sob operações de escopo e volume global, acabam por interferir na dinâmica do sistema agroalimentar dos principais países do mundo como um todo, mas principalmente no que diz respeito aos transgênicos.

Igualmente, com a conscientização dos consumidores em relação à força de seu poder de escolha e de sua organização e mobilização cada vez mais eficiente na defesa de seus direitos através das Organizações Não-Governamentais (ONG), este elo final da cadeia de consumo dos produtos transgênicos desempenha um papel fundamental em relação à estrutura concorrencial deste setor, capaz de modificar as suas demandas tecnológicas e influenciar diretamente no ritmo do desenvolvimento e adoção desta tecnologia. Sua influência é exercida tanto diretamente, por meio da atuação na formulação das políticas públicas que dão contorno ao ambiente institucional deste Sistema, quanto indireta, ao determinar o comportamento dos elos antecessores a ele na cadeia de consumo. Conforme afirma Wilkinson (2000), vive-se hoje “*sob a democracia da demanda, após anos de ditadura da oferta*”.

Dentro deste contexto, a percepção pública em relação aos transgênicos é fator estratégico na definição das ações dos atores deste Sistema de Inovação, que, por sua vez, dão contorno ao ambiente concorrencial deste setor.

3.4.1 – A Percepção pública e sua influência dentro do Sistema de Inovação em Plantas Transgênicas

A percepção pública do consumidor final sobre as plantas transgênicas tem relevância estratégica em toda a cadeia de atores (*stakeholders*) deste Sistema. Esta por sua vez depende do reconhecimento dos seus benefícios e da sua segurança para a produção agrícola.

Pois bem, as primeiras plantas geneticamente modificadas que chegaram ao mercado apresentavam benefícios diretamente ligados aos agricultores, como resistência a herbicidas ou insetos. Para os consumidores finais, tais benefícios não eram aparentes, o que gerou uma reação altamente negativa à tecnologia por parte deste grupo de *stakeholders*. Muitas organizações não-governamentais com atuação internacional, como o Greenpeace, iniciaram campanhas mundiais contra esta tecnologia, sendo o final dos anos noventa e início dos anos 2000 marcados por intensas campanhas anti-organismos geneticamente modificados, inclusive com a destruição de inúmeros experimentos instalados ao redor do mundo.

Do outro lado, a existência de um mercado oligopolizado, a estratégia adotada pelas empresas líderes do setor de lançar produtos que alavancassem as vendas de seus próprios defensivos químicos, a falta de habilidade da comunidade científica para explicar os potenciais benefícios da tecnologia à sociedade em geral, a falta de confiança nos órgãos reguladores⁹⁰, entre outros fatores, acabou por gerar um quadro de percepção pública da tecnologia extremamente negativo e contrário ao seu desenvolvimento. Esta situação levou à politização desta questão, havendo uma demanda social muito grande em torno da regulação do assunto e até mesmo da proibição do uso desta tecnologia.

Contudo, alguns fatores vêm demonstrando que o quadro de rejeição da sociedade em relação a esta tecnologia tende a ser alterado gradativamente, podendo se destacar entre eles: (i) evolução da tecnologia ao longo do tempo (com produtos da segunda geração de OGM chegando ao mercado, facilitando a percepção dos benefícios por outros *stakeholders* da cadeia produtiva, além dos agricultores), (ii) ausência de efeitos comprovadamente negativos da tecnologia até o momento, (iii) potenciais impactos das mudanças climáticas sobre a produção de alimentos e necessidade de garantir a segurança alimentar da humanidade no futuro.

A situação do mercado consumidor na Europa é representativa disso. De acordo com a última pesquisa publicada pela Comunidade Européia⁹¹ a respeito da percepção dos europeus sobre as ciências da vida e biotecnologia, estes estão otimistas a respeito da biotecnologia em si. 53% dos entrevistados acreditam que a biotecnologia terá efeitos positivos no futuro⁹² e somente 20% acreditam em um efeito negativo. Entretanto, a pesquisa revelou também a falta de conhecimento sobre o assunto, apontando a necessidade de maior comunicação: a maioria dos entrevistados nunca ouviu falar de algumas áreas emergentes cobertas pela pesquisa, como nanotecnologia (55%) ou biologia sintética (83%). (COMISSÃO EUROPÉIA(a), 2010).

Apesar dos avanços em relação à biotecnologia agrícola em geral, essa mesma pesquisa, contudo, revelou que especificamente em relação às plantas transgênicas utilizadas

⁹⁰ Na Comunidade Européia, esta quebra de confiança foi decorrente do surgimento da “Doença da Vaca Louca”, caracterizado por falhas das autoridades responsáveis pela avaliação de riscos nos países onde a doença surgiu.

⁹¹ A Comunidade Européia acompanha, desde 1973, a evolução da opinião pública sobre temas importantes relacionados com a cidadania européia, nos seus 27 Estados-Membros. Estes estudos contribuem na elaboração de textos, tomada de decisão, edição de políticas públicas e avaliação dos resultados alcançados por elas. A Unidade de Pesquisa e Análises Políticas da Diretoria Geral de Comunicação da Comissão é a responsável pela realização das pesquisas através do Eurobarômetro. No site da Comunidade Européia podem ser encontrados todas as pesquisas realizadas até hoje: http://ec.europa.eu/public_opinion/index_en.htm

⁹² Em 1999, o índice de otimismo em relação a esta tecnologia não chegava a 30% (COMISSÃO EUROPÉIA, 2010);

na produção de alimentos o quadro ainda não se alterou. A pesquisa acima citada revela que somente 23% dos europeus estão ou tendem a estar de acordo com o uso desta tecnologia para produzir alimentos. Eles associam isto à falta de segurança, não havendo esforços institucionais no sentido de demonstrar o contrário. A Inglaterra é o país que mais apóia a tecnologia nesta questão (44%), sendo Áustria o que menos apóia (23%). (COMISSÃO EUROPÉIA, 2010)

No Brasil a opinião pública sobre os OGM foi sondada em diversas pesquisas (GONZALEZ et al., 2009; FURNIVAL; PINHEIRO, 2008; GUIVANT, 2006; MASSARANI; MOREIRA, 2005; HANSEN, NASCIMENTO, 2003, entre outros). Todos eles mostram, de alguma maneira, que, de forma geral a sociedade brasileira desconhece o que são OGM, mas demonstra desconfiança em relação à tecnologia. Aqueles *stakeholders* que entendem a tecnologia e enxergam seus benefícios, tendem a aceitar o seu uso, conforme demonstrado por GONZALEZ et al. (2009), em estudo elaborado junto às instituições representativas da cadeia de *stakeholders* relacionadas à biotecnologia agrícola. Neste caso, aproximadamente 70% dos entrevistados acreditam que esta tecnologia pode aumentar a produção de alimentos, além de reduzir os custos de produção e 75% deles acreditam que a biotecnologia agrícola pode resolver problemas que o melhoramento convencional não é capaz.

Já pesquisa realizada pela Embrapa em 2010 (dados ainda não publicados), com o objetivo de obter, da população em geral, informação sobre o conhecimento, fontes de informação, meios de informação preferidos, percepção, atitude, expectativa e práticas dos respondentes frente ao tema da biossegurança dos OGM, demonstrou que existe grande desconhecimento por parte do público em geral sobre a tecnologia e seus potenciais usos. Segundo Capalbo (informação verbal)⁹³, o público em geral desconhece o sistema regulatório de biossegurança, tendendo a uma reação negativa à tecnologia. Entretanto, assim como na Europa, há uma percepção mais otimista em relação às plantas transgênicas para a produção de medicamento do que para as de uso para alimentação. Há, também, uma percepção de menor risco para as plantas transgênicas de uso como medicamento (risco à saúde humana) e uma percepção de maior risco para as plantas transgênicas de uso como alimento (risco especialmente em relação ao meio ambiente).

Algumas variáveis são importantes para explicar o comportamento do público com relação aos riscos tecnológicos. A principal delas é a percepção dos benefícios gerados:

⁹³ Informações fornecidas por Deise Capalbo, em 2011. Os resultados desta pesquisa devem ser publicados em breve.

quanto menor a percepção dos benefícios maior tende a ser a aversão ao risco, e consequentemente, maior a rejeição à tecnologia. Do mesmo modo, também são variáveis importantes: a confiança nas instituições que analisam e que administram os riscos, o grau de familiaridade com a tecnologia e a natureza do risco, como por exemplo, se o risco é voluntário ou involuntário, conhecido ou desconhecido e individual ou coletivo (SLOVIC, 1987).

Como visto, as pesquisas realizadas, seja no Brasil, seja na Europa, demonstram que há ainda assimetrias na percepção dos benefícios e da segurança dos cultivos GM entre os diversos *stakeholders* da cadeia, principalmente o consumidor final. Esta situação é mais grave no que diz respeito às plantas transgênicas utilizadas para alimentação.

Tendo em vista a grande politização da questão, principalmente na Europa, o desafio imposto às instituições que participam do processo de desenvolvimento desta tecnologia é reduzir esta assimetria, gerando menor aversão aos riscos a ela associados e, consequentemente, a criação de um ambiente mais amigável ao desenvolvimento e uso da tecnologia.

3.5 – ESTRUTURA CONCORRENCIAL DO SISTEMA DE INOVAÇÃO EM PLANTAS TRANSGÊNICAS: ANÁLISE SWOT

PONTOS FORTES: Atuação da Embrapa como ator estratégico do Sistema de Inovação em Plantas Transgênicas, com seus programas de PD&I na área consolidados e competitivos, destacado corpo técnico e reconhecimento positivo pela sociedade brasileira. Oportunidades de aproveitamento de economia de escala e escopo através dos arranjos cooperativos entre os atores. Processo de *catch up* tecnológico vivenciado pela Embrapa. Aumento do interesse das empresas multinacionais pelo mercado agrícola brasileiro, refletido no aumento, muito embora ainda discreto, dos investimentos para pesquisas no território nacional.

PONTOS FRACOS: Liderança tecnológica do segmento pelas empresas multinacionais, que, com forte poder econômico e estratégias competitivas agressivas, tornam o mercado ainda mais oligopolizado, com elevadas barreiras à entrada de novos concorrentes. Poucas espécies de plantas usadas como alvo de inovação, concentrando-se apenas nas grandes *commodities* agrícolas. Insatisfatória interação entre Embrapa e outros atores do sistema nacional de pesquisa agrícola (universidades, institutos de pesquisa, empresas privadas) para cumprir as etapas do ciclo inovativo de plantas transgênicas. Domínio pelas empresas multinacionais do

acesso aos ativos complementares necessários para garantir o sucesso da inovação, através da aquisição de empresas produtoras de sementes ou contratos de licenciamento exclusivo, aliado à estratégias competitivas de venda casada de produtos, oferecimento de consultorias técnicas, entre outros. Percepção pública da sociedade ainda contrária à tecnologia, especialmente para a produção de alimentos.

OPORTUNIDADES: Atuação da Embrapa como ator estratégico, principalmente através da interação com outros atores nacionais, explorando o aprendizado adquirido com as parcerias para organizar a pesquisa agrícola nacional de forma a viabilizar a geração cada vez maior de plantas transgênicas que atendam aos interesses do agronegócio brasileiro. Explorar novos nichos de mercado, especialmente através da agregação de valor mediante exploração sustentável da biodiversidade brasileira, por exemplo, na produção de biofármacos. Viabilizar que os consumidores finais consigam perceber os benefícios gerados com a tecnologia, diminuindo a aversão à tecnologia, mediante usos eficientes de comunicação com estes *stakeholders*.

AMEAÇAS: Desenvolvimento de inovações que atendam apenas aos interesses corporativos das grandes empresas multinacionais. Perda do potencial competitivo da Embrapa no setor. Inexistência de ação estatal eficiente para evitar os malefícios de um mercado oligopolizado. Falha na comunicação com os *stakeholders* sobre as vantagens e benefícios da tecnologia. Incapacidade das universidades e institutos de pesquisa nacionais de atuarem no SIPT, principalmente na fase da pesquisa pré-competitiva.

A análise da estrutura concorrencial do Sistema de Inovação em Plantas Transgênicas demonstra claramente a existência de um mercado claramente oligopolizado, com domínio absoluto das empresas multinacionais. Aliado a isso, a percepção pública em relação a esta tecnologia continua negativa, tendo forte influência nos elos da cadeia de consumo que precedem o consumidor final. Esta situação fortalece a estratégias competitivas das multinacionais, que focam seus processos de P&D em produtos voltados às necessidades dos médios e grandes agricultores (*commodities*) e não são pressionadas no sentido de viabilizar o desenvolvimento de produtos transgênicos que possam atender a outros tipos de interesse. Outra consequência maléfica da percepção negativa da tecnologia por parte da sociedade é o fato de que as fontes de financiamento para empresas públicas e privadas que poderiam atuar

nestes nichos de mercado não são estabelecidas, uma vez que o entendimento é que o mercado consumidor rejeitará o produto, caso ele venha a ser desenvolvido.

É inquestionável que a concentração deste setor, marcado pela presença das empresas multinacionais, pode trazer sérias consequências ao desenvolvimento econômico do país, uma vez que é grande o risco de captura do SIPT pelos interesses comerciais destas empresas, em detrimento dos interesses nacionais. Dentro deste cenário, o estabelecimento de ações estratégicas claras no sentido de garantir a competitividade nacional dentro do Sistema de Inovação em Plantas Transgênicas é altamente desejável, sendo que a Embrapa tem um papel central para viabilizar a consecução deste objetivo, exercendo um papel de liderança nesta área.

Algumas características peculiares a esta empresa, como um programa de P&D consolidado e bem estruturado, recursos humanos qualificados, garantia de recursos financeiros pela diversificação de suas fontes de financiamento, *know-how* para atuar com complexos arranjos colaborativos adquirido pelo processo de *catch-up* tecnológico da empresa e evidenciado principalmente pela evolução de suas parcerias, além do apoio político e social que possui, aliado ao fato de já ser esta empresa a coordenadora do SNPA, a qualificam para assumir este papel de relevância estratégica, desde que sejam superados os obstáculos jurídico-financeiros que foram relatados neste Capítulo.

Deve-se destacar que o estabelecimento de alianças estratégicas entre a Embrapa e outras empresas nacionais que atuam neste mercado, públicas ou privadas, é sem dúvida a estratégia competitiva que deve ser buscada dentro de um novo modelo de arranjo institucional para o desenvolvimento de inovações em plantas transgênicas. O sistema atual de parcerias entre a Embrapa e outros atores nacionais, principalmente do setor privado, é insatisfatório, resultado, dentre outros fatores, de uma política agressiva de propriedade intelectual por parte desta empresa. Este quadro reforça o isolamento da Embrapa na pesquisa agrícola nacional, indo de encontro ao papel de coordenação do SNPA que deve ser exercido por esta empresa.

CAPÍTULO 4 – BASE TÉCNICO-CIENTÍFICA DO SISTEMA BRASILEIRO DE INOVAÇÃO EM PLANTAS TRANSGÊNICAS

4.1 - INTRODUÇÃO

Conforme destaca Batalha et al (2004:282), “*o capital humano é um dos fatores principais para as organizações sustentarem vantagens competitivas.*” Assim, a criação de competências e habilidades em áreas do conhecimento onde as mudanças ocorrem em alta velocidade, como é a área da biotecnologia agrícola, é extremamente relevante para fortalecer a competitividade das organizações que atuam no setor. É preciso garantir a formação de recursos humanos qualificados para atuar no ambiente global de alta competição e permanente modificação dos processos biotecnológicos.

Conforme observado na análise das políticas públicas para o desenvolvimento da biotecnologia no Brasil (Seção 2.1 – Capítulo 2), o Brasil vem dedicando esforços em capacitação nesta área da fronteira do conhecimento há muitos anos, sendo a origem dos recursos baseada nas ações, em sua grande maioria, do PADCT Biotecnologia, Programa RHAE e PRONEX, Fundo Setorial de Biotecnologia e programas de financiamento promovidos pelas fundações estaduais de pesquisa (principalmente pela Fapesp, em São Paulo).

Entretanto, em que medida tais esforços estão sendo suficientes para garantir que a oferta de recursos humanos qualificados para atuar com esta área seja adequada à demanda do setor?

Segundo Rocha (2010:96), o Sistema de Educação Profissional e Tecnológica no Brasil não é um sistema isolado e mantém relações de interdependência com outros arranjos (Político, Econômico, Trabalho, e Inovação), tanto no ambiente doméstico, quanto no internacional. Sua dinâmica ocorre em três âmbitos:

- (i) Político: neste âmbito Sociedade, Estado e Mercado definem objetivos explicitados nos documentos oficiais de políticas públicas, no caso, propostos pelo MEC, MCT e Secretarias Estaduais de Educação, Ciência e Tecnologia, bem como pelo Ministério do Trabalho e Emprego (MTE);
- (ii) Estratégico: aqui as instituições do sistema de formação profissional e tecnológica (MEC (CAPES, SETEC e SESU), MCT (CNPq, RHAE e SECIS)

IES e ICT, SENAI, SEBRAE, Universidades Corporativas) escolhem estratégias, normalmente sob a forma de planos, programas e projetos, de acordo com suas possibilidades financeiras e de infraestrutura física e de pessoal para consecução dos objetivos políticos e, respondem com a Oferta de formação de pessoal qualificado para atender às Demandas do mercado de trabalho.

- (iii) Operacional: aqui as empresas estabelecem suas políticas e estratégias de contratação de pessoal qualificado e as realizam segundo suas possibilidades que são fortemente influenciadas pelos ambientes econômicos, nacional e internacional.

A variável política em relação à formação de recursos humanos para atuar no Sistema de Inovação em Plantas Transgênicas foi analisada na Seção 2.1 deste trabalho, dentro da análise de construção do ambiente institucional, sendo que os rumos do desenvolvimento técnico-científico neste setor foram analisados na Seção 3.2.2.2. Este Capítulo, por sua vez, se dedica a levantar dados e informações que possam auxiliar no entendimento das outras duas variáveis em relação ao Sistema Nacional de Inovação em Plantas Transgênicas, o que é apresentado na sua Seção 4.2, trabalhando o tema sob o ponto de vista da formação de profissionais qualificados para atuar nesta área por parte das instituições de ensino superior no Brasil. Em seguida, na Seção 4.3 é realizada a análise SWOT com relação a este tema, que contribuirá para as reflexões desta tese.

4.2 – FORMAÇÃO DE RECURSOS HUMANOS PARA ATUAR NO SIPT

O futuro da demanda e da oferta de recursos humanos para o desenvolvimento de plantas transgênicas depende, em grande parte, das principais tendências para inovações na área. Para garantir a competitividade e o desenvolvimento do país na área de biotecnologia agrícola é vital contar com recursos humanos capacitados para lidar com os desafios técnico-científicos do setor, que, conforme visto no Capítulo 1, evoluem em uma velocidade cada vez maior nos últimos tempos.

Os dados levantados durante a realização desta tese apontam algumas das principais tendências tecnológicas do Sistema de Inovação em Plantas Transgênicas, tais como:

- (i) Produtos na área de proteção vegetal: resistência a fungos, vírus e bactérias; resistência a insetos, resistência a nematóides; tolerância a herbicidas, com ênfase no desenvolvimento de produtos-plataforma, ou seja, produtos contendo

mais de uma solução ao mesmo tempo, como por exemplo, tolerância a herbicidas, resistência a insetos e alto valor de proteína em uma mesma cultivar;

- (ii) Produtos com características agronômicas superiores: produtos com qualidade alimentar superior (composição nutricional); tolerância a estresses abióticos; aumento da eficiência de processos fisiológicos; aumento de eficiência energética; aumento da produtividade;
- (iii) Biofábricas ou bioreatores: produtos expressando matérias-primas industriais (fármacos, fibras, substâncias terapêuticas e outros).

Estudo prospectivo realizado pelo Centro de Gestão e Estudos Estratégicos (CGEE) sobre visão de futuro na área estratégica de biotecnologia mostrou essas mesmas tendências no desenvolvimento tecnológico da área. Entretanto, este estudo enfatizou que, nas áreas de “Plantas resistentes a estresses bióticos e abióticos” e de “OGM” (produtos com qualidade alimentar superior, aumento de produtividade e outras características agronômicas superiores), o estabelecimento de políticas e estratégias para incentivar o seu desenvolvimento é avaliado como *aceitável*, uma vez que o conhecimento nestas áreas já tem detentores no mercado global. Nestes casos, o CGEE considera que seria mais estratégico que o desenvolvimento tecnológico nesta área ocorresse por meios do estabelecimento de parcerias com esses detentores do conhecimento. Estas tecnologias têm média sustentabilidade (em termos de criação de recompensas para o país) e requerem médio grau de esforço para seu desenvolvimento (CGEE, 2009).

Já o desenvolvimento de biotecnologias ligadas à área de “bioreatores” foi avaliado como *aposta* para o futuro, uma vez que, apesar de exigir um alto grau de esforço para o seu desenvolvimento, apresentam alto grau de sustentabilidade, podendo gerar grandes vantagens competitivas para o país. Nesse sentido, o estudo recomenda o estabelecimento de ações que visem incentivar o desenvolvimento destas tecnologias no Brasil. (CGEE, 2009). A Figura 4.1 mostra o mapa tecnológico de desenvolvimento destas tecnologias no Brasil, no período entre 2008-2025.

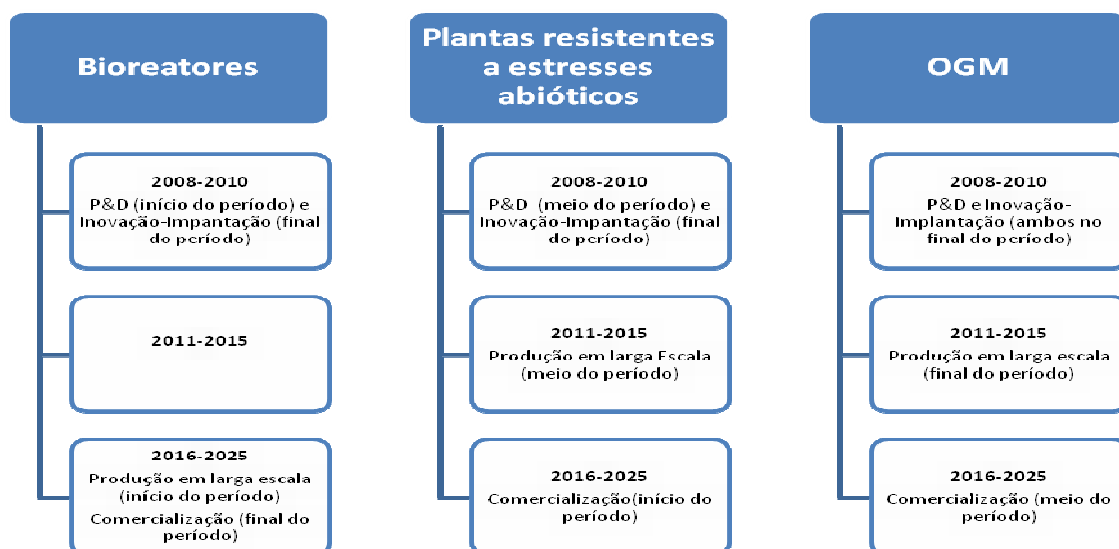


Figura 4.1: Mapa Tecnológico do desenvolvimento de bioreatores, plantas resistentes a estresses abióticos e OGM no Brasil (2008-2025)

Fonte: Adaptado de CGEE (2009)

Contudo, independente de ser uma aposta para o futuro ou uma tecnologia aceitável do ponto de vista de construção de políticas públicas de incentivo, o estudo é categórico no sentido da necessidade de formação de pessoal qualificado para lidar com estas áreas.

Isto porque, para viabilizar o desenvolvimento destes produtos, faz-se necessário contar com recursos humanos aptos a lidar com conhecimentos técnicos de diferentes áreas, tais como bioinformática; melhoramento genético; genética avançada; biologia molecular; genômica; proteômica; metabolômica; metagenômica; genotipagem/fenotipagem (análise massiva de dados), robótica, química combinatória, toxicologia, alergenicidade, impacto ambiental, entre outras.

Além disso, é essencial para a competitividade das organizações que atuam neste Sistema contar com profissionais qualificados para lidar com outras questões além das puramente ditas “técnicas”, como por exemplo, questões ligadas aos aspectos regulatórios da tecnologia (biossegurança, propriedade intelectual, acesso aos recursos genéticos), financiamento, empreendedorismo, desenvolvimento de bionegócios, comercialização de produtos biotecnológicos, bioética, jornalismo científico, entre outras.

Tendo em vista a importância estratégica da biotecnologia para o desenvolvimento tecnológico brasileiro, vários estudos já foram produzidos sobre a questão da qualificação dos recursos humanos para atuar nesta área (BATALHA et al, 2004; ROCHA, 2009; MENDONÇA; FREITAS, 2009; CGEE, 2009; CGEE, 2010; GUIMARAES, AVELAR,

2010). A maioria dos dados apresentados nestes estudos foi obtida em base de dados disponibilizadas pelo CNPq, CAPES e MCT. Trigueiro (2010) ressalta em seus estudos que a simples avaliação quantitativa destes dados não é suficiente para avaliar a adequação da oferta com a demanda de profissionais nesta área, conforme será melhor explorado na Seção 4.3 deste Capítulo.

Contudo, essa ainda é a forma encontrada para mostrar a situação da formação de recursos humanos no Brasil, sendo que aponta-se a seguir alguns dados extraídos destes estudos e/ou diretamente das bases de dados disponibilizadas pelo CNPq e CAPES.

O censo 2008 do Diretório de Grupos de Pesquisa, Plataforma Lattes, CNPq, revelou a existência de 2.871 grupos de pesquisas no Brasil que mencionavam trabalhar com biotecnologia em geral (áreas de saúde, meio ambiente e agrícola) (12,59% do total de grupos cadastrados nesta base de dados)⁹⁴. Em 2001 esse número era de 1.729 grupos de pesquisa nesta área (BATALHA et al, 2004), revelando um crescimento de 60,2% no período.

A Tabela 4.1 mostra o número de grupos de pesquisa trabalhando especificamente em biotecnologia vinculada à agricultura cadastrados no Diretório do CNPq, classificados segundo a área prioritária do curso vinculado ao grupo, em 2009. Ao todo são 297 grupos de pesquisa atuando nesta área, sendo que maior parte, como era de se esperar, concentrada nas áreas de agronomia, bioquímica, genética e microbiologia.

Tabela 4.1: Numero de grupos de pesquisa em biotecnologia vinculada à agricultura, cadastrado no Diretório do CNPq, classificados segundo a área prioritária do curso vinculado ao grupo, no Brasil (2009)

| Área | Subárea | N. de Grupos de Pesquisa |
|----------------------------------|--------------------------------------|--------------------------|
| Agricultura e Veterinária | Agronomia | 56 |
| | Ciências e Tecnologia de Alimentos | 28 |
| | Recursos Florestais e Eng. Florestal | 4 |
| Ciências | Biofísica | 2 |
| | Biologia Geral | 6 |
| | Bioquímica | 37 |
| | Botânica | 12 |
| | Ecologia | 16 |
| | Física | 4 |
| | Genética | 33 |

⁹⁴ É importante ressaltar que os dados apresentados nos Censos desta base de dados são fornecidos pelos líderes dos grupos de pesquisa existentes no Brasil, não sendo efetuada nenhuma verificação ou cruzamento com as atividades dos grupos no sentido de verificar a veracidade da informação, podendo existir casos em que as atividades realizadas não sejam exatamente ligadas ao desenvolvimento da biotecnologia.

| | | |
|--|-----------------------|------------|
| | Microbiologia | 37 |
| | Química | 29 |
| Engenharias, Produção e Construção | Engenharia Elétrica | 2 |
| | Engenharia Mecânica | 1 |
| | Engenharia Química | 19 |
| Humanidades, Economia e Ciência da Informação | Administração | 1 |
| | Ciência da Informação | 1 |
| | Direito | 4 |
| | Economia | 2 |
| | Sociologia | 1 |
| TOTAL | | 297 |

Fonte: Adaptado de Trigueiro (2010)

Nos dados apurados por Trigueiro (2010) já se verifica a presença de grupos de pesquisa em biotecnologia na área de Humanas e correlatas e não apenas em áreas ditas “técnicas”. A inclusão e ampliação da participação dessas áreas (Administração, Direito, Economia, Sociologia, Comunicação Social e Jornalismo, entre outras) na construção de novas agendas para a formação de recursos humanos é indispensável e estratégica, conforme mencionado acima.

Os dados aqui mostrados permitem afirmar que são pouquíssimos os grupos de pesquisa em biotecnologia provenientes da área de Humanas e correlatas. Há apenas 1 grupo de pesquisa nas áreas de Administração, Ciência da Informação e Sociologia, quatro na área do direito e dois na área de economia, dentro de um conjunto de quase 300 grupos de pesquisa ligados à biotecnologia agrícola no Diretório dos Grupos de Pesquisa do CNPq. Preocupante também o fato de não haver nenhum grupo de pesquisa em comunicação social, ou que vincule a problemática do jornalismo científico, tema de fundamental importância para facilitar a percepção positiva desta tecnologia junto à sociedade.

Os dados do Diretório de Grupos de Pesquisa do CNPq apurados por Trigueiro (2010) também revelam que a concentração regional destes grupos de pesquisa, assim como em outras áreas do desenvolvimento científico-tecnológico brasileiro também é um problema na área de biotecnologia vinculada à agricultura, conforme mostra o Gráfico 4.1.

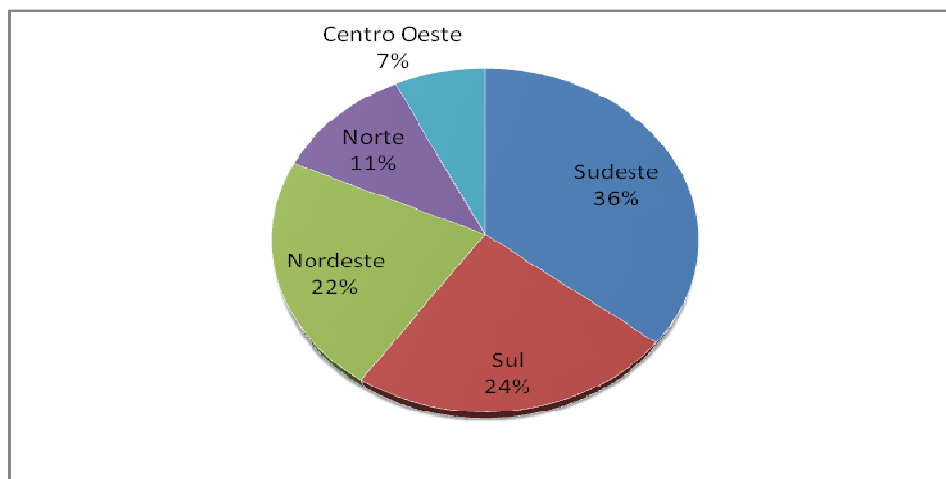


Gráfico 4.1 – Distribuição dos grupos de pesquisa no setor de biotecnologia vinculada à agricultura por Região (2009)

Fonte: Trigueiro, 2010

A maioria dos grupos de pesquisa está nas regiões Sudeste e Sul do Brasil (60% do total). No caso específico das plantas transgênicas, a baixa concentração de grupos de pesquisa na região Centro-Oeste (7%) é bastante preocupante, considerando ser esta uma das principais regiões produtoras agrícolas do país. O distanciamento físico entre os grupos de pesquisa e o setor produtivo pode gerar distorções no objetivo de gerar conhecimento em sintonia com aquilo que o mercado realmente deseja.

Quando a análise passa a ser feita em cima dos dados sobre a formação de recursos humanos pelos programas de pós-graduação brasileiros, outras importantes considerações também podem ser apontadas.

A Capes é o órgão responsável pelo Sistema de Avaliação da Pós-graduação, que foi implantado por ela em 1976 e compreende a realização do acompanhamento anual e da avaliação trienal do desempenho de todos os programas e cursos que integram o Sistema Nacional de Pós-graduação (SNPG)⁹⁵. Para realizar suas avaliações, a Capes divide os programas e cursos de pós-graduação em 9 grandes áreas do conhecimento⁹⁶, sendo que, a Grande Área *Multidisciplinar* tem como objetivo formar recursos humanos com ênfase em temas de pesquisa que envolvam intrinsecamente conhecimento e metodologia multi e

⁹⁵ Os resultados desse processo, expressos pela atribuição de uma nota na escala de "1" a "7" fundamentam a deliberação CNE/MEC sobre quais cursos obterão a renovação de "reconhecimento", a vigorar no triênio subsequente.

⁹⁶(i) Ciências Exatas e da Terra, (ii) Engenharias, (iii) Ciências Agrárias, (iv) Ciências Biológicas, (v) Ciências da Saúde, (vi) Ciências Humanas, (vii) Ciências Sociais Aplicadas, (viii) Linguística, Letras e Artes e (ix) Multidisciplinar.

interdisciplinar. Esta Grande Área foi criada em 2008 e a *Biotecnologia* é uma de suas subáreas (Portaria n 09, de 23 de junho de 2008).

Cabe ressaltar aqui que, conforme Trigueiro (2010), o fato da pesquisa biotecnológica não ser da alçada restrita da biologia ou de qualquer campo disciplinar, imbricando-se em vários outros campos do conhecimento e da pesquisa básica, como a físico-química, a biofísica, a química de proteínas e a informática, implica elevado grau de complexidade no enfrentamento da avaliação nessa área de pesquisa, conforme exposto na Seção 4.3.

Dentro da sistemática de avaliação adotada pela CAPES, Guimarães e Avellar (2010) apontam que a subárea *Biotecnologia* vem apresentando crescimento substancial e ocupando um espaço até recentemente inexplorado na pós-graduação (Tabela 4.2).

Tabela 4.2 – Totais dos grupos de pesquisa, cursos de pós-graduação, doutores titulados e produção científica por subárea do conhecimento no Brasil (2009)

| Subárea de Conhecimento | Grupos de Pesquisa | Número de Cursos de Pós Graduação | Mestres e Doutores | Artigos Publicado (2005-2009) | % no mundo | Impacto* |
|--------------------------------------|--------------------|-----------------------------------|--------------------|-------------------------------|------------|----------|
| Biotecnologia | NC | 39 | 99 | 2189 | 2,2 | 3,3 |
| Agronomia | 841 | 212 | 676 | 6923 | 8,0 | 1,1 |
| Ciência e Tec. De Alimentos | 136 | 61 | 153 | 5773 | 3,5 | 2,3 |
| Recursos Florestais e Eng. Florestal | 150 | 32 | 74 | 772 | 4,6 | 1,5 |
| Biofísica | 66 | 6 | 37 | 893 | 1,5 | 4,2 |
| Biologia Geral | NC | 42 | 148 | 2581 | 7,2 | 1,9 |
| Bioquímica | 333 | 40 | 183 | 6133 | 1,9 | 4,3 |
| Botânica | 205 | 37 | 125 | 2838 | 3,4 | 2,7 |
| Ecologia | 405 | 59 | 113 | 4110 | 2,9 | 3,3 |
| Física | 637 | 84 | 264 | 10936 | 2,2 | 4,0 |
| Genética | 336 | 41 | 141 | 2488 | 3,1 | 3,9 |
| Microbiologia | 256 | 21 | 103 | 2827 | 3,2 | 1,4 |
| Química | 856 | 91 | 390 | 11465 | 1,9 | 3,6 |
| Engenharia Elétrica | 482 | 82 | 307 | 1855 | 1,1 | 1,6 |
| Engenharia Mecânica | 293 | 73 | 191 | 833 | 0,2 | 1,4 |
| Engenharia Química | 226 | 48 | 161 | 2069 | 2,3 | 2,9 |

| | | | | | | |
|-----------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Administração | 617 | 121 | 185 | 374 | 0,6 | 1,5 |
| Ciência da Informação | 136 | 18 | 37 | 201 | 1,7 | 0,9 |
| Direito | 562 | 90 | 252 | NC | | |
| Economia | 354 | 68 | 142 | 506 | 0,6 | 1,4 |
| Sociologia | 382 | 71 | 265 | 93 | 0,6 | 0,7 |

Fonte: Guimarães e Avellar (2010)

* O índice de impacto da produção científica com base nos dados obtidos da Base de Dados do *National Science Indicators* (NSI) 2009, em CD ROM, da *Thomson Reuters*, USA.

** Relação Dissertação/Tese.

Esse conjunto de dados permite visualizar o grau de desenvolvimento e maturidade de algumas das principais subáreas de conhecimento ligadas ao desenvolvimento de plantas transgênicas, bem como sua inserção quali-quantitativa na produção científica internacional

Importante ressaltar que os dados apresentados na Tabela 4.2 dizem respeito aos temas que tangenciam o desenvolvimento da biotecnologia agrícola, mas não estão necessariamente vinculados a este assunto, ou seja, são os dados gerais da subárea do conhecimento específico. Entretanto, a análise destes indicadores em geral permite que se chegue a importantes conclusões que podem ser extrapoladas para o setor específico de oferta de recursos humanos relacionados à inovação em plantas transgênicas.

Os dados da Tabela 4.2 mostram que a subárea *Agronomia* é uma das mais atuantes em termos de formação de recursos humanos com pósgraduação no Brasil, sendo ofertados 212 cursos que formaram, em 2009, 676 doutores. A longa tradição desta área na C&T brasileira se reflete na geração de tecnologias que foram essenciais para o sucesso do agronegócio no país. Entretanto, se quantitativamente os números dessa subárea do conhecimento são relevantes, o mesmo não se reflete na qualidade da produção científica da mesma: apesar de ser responsável por 8,0% da produção científica mundial, o nível de impacto desta área é muito baixo (1,1).

A qualidade da produção científica de áreas como Bioquímica, Biofísica, Física e Genética, já tradicionais no sistema de C&T brasileiro, é evidenciada pelo alto grau de impacto das publicações nestas áreas (4,3, 4,2, 4,0 e 3,9, respectivamente). Já o baixo impacto da produção científica de áreas como Ciência da Informação (0,9), Microbiologia (1,4) e Biologia Geral (1,9), ao lado da já comentada Agronomia (1,1), revela uma deficiência na qualidade da produção científica destes programas de pósgraduação. Este é outro dado preocupante, uma vez que são áreas de extrema relevância para o desenvolvimento de inovações em plantas transgênicas.

Já os dados relacionados à Subárea *Biotechnologia* revelam que ela apresenta ainda um grau de pouca maturidade, refletida no pequeno número de doutores titulados em 2009 (99 no total). Este número representa apenas 0,9% do universo de doutores titulados no restante dos programas de pósgraduação brasileiros em 2009 (11.368 doutores) (GUIMARÃES, AVELLAR, 2010). Entretanto, tal fato era esperado, tendo em vista que esta subárea do conhecimento foi reconhecida pela CAPES apenas recentemente (2008). Contudo, é importante destacar que a subárea *Biotechnologia* apresenta um número consistente de artigos publicados (2.189), com impacto substancial na produção científica mundial (3,3).

Dados da CAPES sobre a avaliação dos cursos nesta subárea em 2009 revelam que 30% dos seus cursos de pósgraduação receberam a Nota 05 na Avaliação desta Agência (nota máxima obtida por esta subárea), 40% receberam a Nota 04, sendo que 30% receberam a Nota 03 (nota mínima recebida), sendo que o corpo acadêmico de todos estes programas de pósgraduação publicou 629 em periódicos de classificação Qualis A1 e A2, revelando um nível de qualidade consistente da publicação científica nesta área.

Em 2010, segundo os dados disponibilizados no site da CAPES, existiam no país 29 instituições dedicadas a formação de recursos humanos na área de biotecnologia com cursos de mestrado ou doutorado em funcionamento no Brasil, além de uma instituição em processo de implantação do seu programa de pós-graduação na área⁹⁷. Deste total, 02 instituições se dedicam exclusivamente a pesquisas na área de biotecnologia médica⁹⁸ e 03 instituições oferecem mestrados profissionalizantes específicos⁹⁹, diretamente ligados aos anseios da cadeia produtiva. (CAPES, 2011).

Pois bem, quando se faz o cruzamento entre os dados apresentados na Tabela 4.1 e Tabela 4.2 sobre os grupos de pesquisa, é possível verificar que algumas áreas do conhecimento que são relevantes para o desenvolvimento de inovações em plantas transgênicas, apesar de apresentar um número considerável de grupos de pesquisa instalados, têm uma porcentagem muito pequena destes grupos vinculada diretamente à biotecnologia agrícola.

O caso mais emblemático é o da área de Agronomia, que apresenta 56 grupos de pesquisa vinculados à biotecnologia (Tabela 4.1), representando apenas 6,7% do total de grupos de pesquisa nesta área, em 2009 (841 no total). Esse dado permite afirmar que a oferta

⁹⁷ Universidade Federal do Ceará.

⁹⁸ Centro de Pesquisa Gonçalo Moniz-Fiocruz e Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho-Botucatu.

⁹⁹ Universidade de Caxias do Sul - RS (Biotechnologia e Gestão Vitivínicola); Universidade Positivo - PR (Biotechnologia Industrial) e UNESP-Botucatu (Biotechnologia Médica)

de recursos humanos posgraduados em Agronomia que estejam qualificados para atuar no setor de biotecnologia é muito baixa, o que é bastante preocupante, tendo em vista a importância desta tecnologia para o futuro da agricultura mundial.

Outras áreas que podem ser destacadas em relação ao baixo potencial de grupos de pesquisa dedicados à biotecnologia agrícola são a área de Economia (0,5%), Física (0,6%); Direito (0,6%); Ciência da Informação (0,7%), Biofísica (3%); Química (3,4%) e Ecologia (4,0%). O caso da Ciência da Informação é um dos mais graves, uma vez que a quantidade de dados gerados nas pesquisas biotecnológicas exigirá um esforço futuro muito grande em termos de análise massiva de dados. Os desenvolvimentos da área de bioinformática ajudarão nesta análise, mas é fundamental contar com profissionais qualificados na organização destas informações para garantir o melhor uso dos dados obtidos com a pesquisa.

Esta área também apresenta um número muito baixo de oferta de cursos de pós-graduação (18), bem como de doutores formados (apenas 37 em 2009). Este quadro deficitário na formação de recursos humanos qualificados alerta para a necessidade de adoção de políticas indutivas no fomento à pesquisa e formação de pessoal nesta área, aí incluída a priorização na concessão de bolsas de pós-graduação por meio de editais indutivos pelas agências de fomento.

Já áreas tradicionais de Ciência e Tecnologia vinculadas à biotecnologia apresentam níveis consideráveis de participação dentro do universo de grupos de pesquisa da área. É o caso das áreas de Microbiologia (14,5%), Bioquímica (11%), Genética 9,9% e Ciência e Tecnologia de Alimentos (9,5%).

4.3 – REFLEXOS DO ATUAL CENÁRIO DE FORMAÇÃO DE RECURSOS HUMANOS DENTRO DO SIPT

Conforme observado na Seção 4.2 deste Capítulo, os desafios a serem vencidos para garantir a adequada formação de pessoal qualificado para atuar no Sistema de Inovação em Plantas Transgênicas ainda são grandes. A superação destes desafios exige um esforço coordenado de todas as dimensões do Sistema de Educação e Formação Profissional ligado ao desenvolvimento de plantas transgênicas (política, estratégica e operacional) para serem superados e garantir a sustentabilidade do desenvolvimento tecnológico brasileiro nessa área.

Não é apenas uma questão de contrapor ou cotejar os dados quantitativos de produção, número de cursos e programas de pós-graduação e grupos de pesquisa atuando na área que foram aqui mostrados. Estes dados são de extrema importância para uma visualização do

sistema e tentativa de qualificação do mesmo. Entretanto, a dinâmica de produção do conhecimento nesta área demanda uma lógica multi e transdisciplinar, de forte interação com o mercado, assim como é importante avaliar as condições de infraestrutura dos órgãos de pesquisa. Somente a partir de um novo enfoque metodológico e conceitual amplo sobre essa área é que será possível garantir a necessária sinergia entre oferta e demanda por recursos humanos dentro do Sistema aqui estudado.

Um dos principais desafios a ser vencido em relação à formação de recursos humanos na área de plantas transgênicas é tornar possível a qualificação de profissionais aptos a realizar seu trabalho dentro de uma visão sistêmica do contexto onde se desenvolve a inovação nesta área.

Claro está que são necessárias ações estratégicas visando garantir a superação deste desafio, sendo que a atualização dos currículos das áreas disciplinares relacionadas ao desenvolvimento de plantas transgênicas, dentro de uma visão sistêmica do processo inovativo é extremamente relevante.

Também é preciso evitar a formação quantitativamente satisfatória de profissionais nas áreas ligadas ao desenvolvimento de plantas transgênicas, como agronomia, genética, ciência e tecnologia de alimentos e outras, mas com qualidade aquém do desejado, conforme vem ocorrendo atualmente (Tabela 4.2). Isso dificulta a absorção dos profissionais pelo mercado de trabalho, uma vez que os mesmos não estão preparados para lidar com as complexidades deste setor.

Para garantir a qualidade dos cursos de formação de recursos humanos, a formulação de novos critérios e indicadores de avaliação devem ser buscados, não se restringindo apenas aos requisitos estritamente acadêmicos, como a publicação de artigos científicos. Contudo, esse desafio requer uma mudança de cultura para ser vencido, que só ocorrerá dentro de um horizonte de médio e longo prazo. Cite-se como exemplo a recente criação pela CAPES da Grande Área Multidisciplinar e a colocação da Biotecnologia como uma de suas subáreas. Apesar de já representar um avanço, até a última avaliação desta área não se levava em conta indicadores importantes deste novo modo de produção do conhecimento, tais como o número de patentes gerados e interações com o setor produtivo, entre outros. Segundo informações obtidas com Grossi (Informação Verbal)¹⁰⁰, tais critérios já passaram a ser levados em conta nas próximas avaliações da área.

¹⁰⁰ Informação recebida de Maria de Fátima Grossi, coordenadora da área de biotecnologia da CAPES, em julho de 2011.

Além disso, é importante que os produtos gerados dentro das instituições de ciência e tecnologia no Brasil não reflitam apenas a visão do contexto universitário, mas busquem atender, também, a exigências do setor produtivo, tais como redução de custos, qualidade ambiental e maior acesso às inovações e informações provenientes dos ambientes de pesquisa.

Outro importante fator a ser considerado quando se discute a questão da formação de recursos humanos adequados para atuar no desenvolvimento de plantas transgênicas é o fato de que não apenas de pessoal altamente qualificado vive esse setor. Certo é que na pesquisa e no desenvolvimento de inovações em plantas transgênicas há uma forte demanda por recursos humanos de alto nível. A criação e manutenção de políticas de fomento à capacitação de profissionais para atuar nesta área estratégica para o país é sem dúvida um grande passo para garantir a competitividade do Sistema de Inovação em Plantas Transgênicas, sendo que os dados apurados revelam um esforço governamental na manutenção do potencial científico da pesquisa brasileira. Somente em 2009 foram concedidas cerca de 68,4 mil bolsas de estudo no Brasil e no exterior pelo CNPq e 68,6 mil pela Capes (GUIMARÃES; AVELLAR, 2010), sendo estas organizações, ao lado das Fundações Estaduais de Pesquisa como a Fapesp, as principais responsáveis pelo financiamento da formação de recursos humanos para atuar na área do desenvolvimento de plantas transgênicas no Brasil.

Contudo, nesta área é estratégico que o país forme recursos humanos, tanto quantitativa como qualitativamente, não apenas no nível da pósgraduação, mas em todos os níveis de formação, principalmente no nível técnico. Isto porque as empresas demandam um alto contingente de profissionais aptos a realizar as tarefas rotineiras relacionadas à produção destas tecnologias. Neste sentido, o oferecimento de cursos tecnológicos e cursos específicos dentro do Sistema S podem ter impactos maiores na formação de profissionais com perfil mais adequado à atender as demandas deste setor (CGEE, 2010).

Cabe aqui ressaltar a dificuldade enfrentada por organizações públicas como a Embrapa para a contratação de pessoal de nível técnico para atuar em seus laboratórios de pesquisa, dando suporte ao trabalho dos pesquisadores, conforme Aragão (informação pessoal)¹⁰¹. Tal fato reduz a capacidade criativa de seus pesquisadores, uma vez que os mesmos têm que dedicar grande parte de seu tempo de trabalho à realização de tarefas puramente rotineiras ao invés de trabalharem estrategicamente com os dados gerados nestas atividades. Esta situação a médio e longo prazo trará forte impacto negativo na

¹⁰¹ Informação fornecida por Francisco Aragão, pesquisador da Embrapa, em entrevista realizada em fevereiro de 2011.

competitividade destas organizações, devendo as políticas de contratação de pessoal por estes órgãos serem revistas.

Pois bem, outro grande desafio, e aí não só do Sistema de Inovação em Plantas Transgênicas, mas do Sistema Brasileiro de C&T, é viabilizar a transferência do conhecimento gerado pela comunidade científica para o setor produtivo, na forma de produtos e processos inovadores.

Certo é que as políticas de fomento ao desenvolvimento científico e tecnológico brasileiro que foram editadas ao longo dos últimos anos (Capítulo 2), do ponto de vista da qualificação de seus recursos humanos, garantiram ao Brasil um nível razoável de conhecimentos em várias das disciplinas relacionadas ao desenvolvimento da biotecnologia moderna. O seqüenciamento do DNA da bactéria *Xylella fastidiosa*, causadora de danos em toda a cadeia produtiva de citros no Brasil, feito por pesquisadores da Universidade de São Paulo em 2000, comprova tal assertiva, tendo colocado o país entre as principais nações do mundo em seqüenciamento genético à época (SIMPSON et al, 2000).

Contudo, a transformação do conhecimento gerado no Sistema Brasileiro de C&T em produtos e processos inovadores sempre foi um problema, não sendo diferente no caso das plantas transgênicas. Apesar do sucesso alcançado pelos programas de seqüenciamento genômico brasileiro no início dos anos 2000, até o momento, a maioria absoluta dos produtos transgênicos lançados no Brasil foram desenvolvidos fora do país (Capítulo 3).

É preciso lembrar que a dinâmica interna do desenvolvimento biotecnológico¹⁰² se caracteriza por um padrão específico em que a produção do conhecimento acontece em contextos de aplicação, ou seja, o próprio momento do conhecimento e da observação se confunde com o *design* de novos produtos, diferindo de outros ramos disciplinares, onde há uma nítida separação entre essas duas fases típicas da geração e da utilização prática dos novos conhecimentos. *Aqui pesquisa básica e a aplicada passam a fazer parte de um mesmo contexto de produção de conhecimentos, condicionando-se reciprocamente e articulando-se a soluções práticas concretas, mantidas as especificidades e a relativa independência de cada um desses tipos de pesquisa* (TRIGUEIRO, 2010)

Neste sentido, uma maior interação universidade-empresa se faz necessária, sendo que o Estado brasileiro tem se esforçado na edição de normas visando a criação de um contexto favorável para que essa situação se reverta, como foi o caso da edição das Leis de Inovação Tecnológica (Lei n ° 10.973/2004) e Lei do Bem (Lei n ° 11.196/2005).

¹⁰² Assim como em outros novos campos científicos, como o da nano tecnologia.

Infelizmente, ainda persistem inseguranças jurídicas no tocante à aplicação da Lei de Inovação Tecnológica no Brasil, principalmente em relação aos conflitos da mesma com outras legislações federais, como a Lei n ° 8.666/1993. Do mesmo modo, alguns importantes instrumentos previstos nesta Lei para facilitar a interação com o setor produtivo, como a subvenção econômica (art. 19) e os projetos por encomenda (art. 20) ainda não estão sendo utilizados corretamente. No caso da subvenção econômica, os editais editados até o momento pela Finep são complexos e de difícil entendimento para empresas que não estão habituadas às rígidas regras de controle deste órgão, o que tem gerado baixa aprovação de projetos nesta modalidade. Já o mecanismo de projetos por encomenda ainda não está sendo utilizado, uma vez que carece ainda de regulamentação.

Contudo, é importante destacar que a edição da Lei de Inovação representou um marco para o desenvolvimento tecnológico no Brasil, uma vez que tem sido instrumento extremamente relevante na criação de uma cultura de inovação junto ao ambiente acadêmico.

Já os instrumentos de incentivos fiscais para incentivar a inovação junto ao setor produtivo brasileiro criados pela Lei do Bem ainda não lograram os resultados esperados, o que pode ser atribuído ao desconhecimento desta legislação por grande parte de seus potenciais beneficiários, especialmente entre as micro e pequenas empresas brasileiras.

Do mesmo modo que é estratégico contar com ambientes de formação de recursos humanos dentro de uma visão integrada da tecnologia e de fortalecer a interação com o setor produtivo, também é importante observar que os profissionais formados para atuar com PD&I de plantas transgênicas, assim como em outras áreas do conhecimento, precisam contar com condições adequadas de infraestrutura de funcionamento.

Uma boa infra-estrutura de serviços e equipamentos para o desenvolvimento de inovações nesta área deve contar com laboratórios onde existam uma rede de pesquisa interdisciplinar, agilidade dos centros de informações e bioinformática, suprimentos constantes de drogas, reagentes e vidrarias, organização de protocolos e programas de análise e equipamentos de última geração, mantidos por técnicos altamente capacitados (COURI, 2004).

Infelizmente, como reflexo das crises econômicas enfrentadas pelo país ao longo de sua história recente, a infraestrutura de pesquisa do Brasil tornou-se inadequada para o desenvolvimento de tecnologias na fronteira do conhecimento como é o caso da biotecnologia, uma vez que investimentos para compra de equipamentos e outras estruturas necessárias não eram priorizados pelas agências de fomento à pesquisa. A infraestrutura

brasileira nesta área, com exceção de alguns centros de excelência como os da Universidade de São Paulo, estava completamente obsoleta no início dos anos 2000.

Entretanto, este quadro vem se revertendo ao longo dos últimos anos, principalmente com os recursos advindos dos Programas de Aceleração do Crescimento da Embrapa (PAC-Embrapa) do governo federal, que priorizou a contratação de recursos humanos para as instituições de pesquisa e investimentos em laboratórios, equipamentos e área de suporte à pesquisa em algumas áreas estratégicas do conhecimento, entre elas a biotecnologia. No período entre 2008-2011 foram investidos R\$ 210 milhões em obras e equipamentos para a pesquisa agrícola, tendo sido contempladas todas as Unidades de Pesquisa da Embrapa, além de 17 Organizações Estaduais de Pesquisa Agrícola (OEPAS), investimento este que permitiu a revitalização desta empresa nos últimos anos (Embrapa, 2011). Ações deste tipo devem ser fortalecidas dentro do Sistema Público de Inovação, especialmente naquelas áreas identificadas como estratégicas para o desenvolvimento do país, como é o caso da biotecnologia agrícola.

4.4 – BASE TÉCNICO-CIENTÍFICA NO SISTEMA DE INOVAÇÃO EM PLANTAS TRANSGÊNICAS: ANÁLISE SWOT.

PONTOS FORTES: fluxo contínuo de financiamento da capacitação de recursos humanos, garantido pelas agências nacionais de fomento à pesquisa e formação de nível superior (Capes, CNPq, Finep, fundações estaduais de apoio à pesquisa); esforços recentes para o estabelecimento de marco regulatório adequado para implementar ou aprimorar a interação dos docentes e discentes com o setor industrial, como por exemplo, a edição da Lei de Inovação (2004) e Lei do Bem (2005) e a criação dos Núcleos de Inovação Tecnológicas (NIT) junto às Instituições de Ciência e Tecnologia (ICT), reconhecimento da biotecnologia como área multidisciplinar do conhecimento para fins de avaliação pela CAPES.

PONTOS FRACOS: inadequação da grade curricular dos cursos de formação de pessoal, sem o necessário enfoque multidisciplinar desta área do conhecimento, principalmente pela falta de inclusão de disciplinas ligadas à biossegurança, propriedade intelectual, empreendedorismo e gestão de bionegócio; baixo número de grupos de pesquisa na área de humanas e correlatas atuando com o tema; fraca interação ainda existente com o setor produtivo, dificultando a transformação do conhecimento em produtos e processos inovadores; poucos investimentos privados de porte na formação de recursos humanos para a

área, predominando ações governamentais; atividades científicas extremamente concentradas nas regiões Sudeste e Sul; dificultando o desenvolvimento científico-tecnológico de outras regiões brasileiras, bem como o distanciamento físico da academia com o setor produtivo, dificuldades de contratação de pessoal de nível técnico de laboratório pelas organizações de pesquisa públicas.

OPORTUNIDADES: fortalecimento do ambiente favorável à interação público-privada, capaz de transformar conhecimento em desenvolvimento tecnológico e inovação, em especial com uso dos mecanismos já previstos na Lei de Inovação, como os projetos por encomenda; criação de cursos multidisciplinares para formação de recursos humanos com grades curriculares adequadas à visão sistêmica do contexto onde as inovações em plantas transgênicas ocorrem, fomentar o oferecimento de cursos tecnológicos, cursos específicos dentro do Sistema S e mestrados profissionais capazes de suprir a demanda das organizações.

AMEAÇAS: resistência a criação de uma cultura de avaliação da formação de recursos humanos baseada no novo modo de produção do conhecimento representado pelas tecnologias de fronteira como a biotecnologia, especialmente dentro do ambiente acadêmico; incapacidade do setor de formação técnica suprir as demandas do setor, entraves jurídicos à implementação de um ambiente favorável à interação universidade-empresa, dificuldade das instituições de ciência e tecnologia em atrair, reter e motivar talentos para atuar na área.

A avaliação dos dados apresentados neste Capítulo permite concluir que a formação de recursos humanos no Brasil ainda não é adequada para vencer os desafios técnico-científicos do SIPT, sendo necessária a adoção de ações estratégicas que levem, principalmente, ao desenvolvimento tecnológico do país.

Os desafios a serem superados são grandes e exigem forte interação e complementaridade entre as políticas de desenvolvimento científico-tecnológico e políticas industriais do governo, dentro de um contexto mais amplo do que apenas o Sistema de Inovação em Plantas Transgênicas. Algumas ações estratégicas que podem contribuir com a superação destes desafios já foram apontadas na Agenda INI-Biotecnologia, em consonância com estudo prospectivo realizado pelo CGEE em relação ao desenvolvimento futuro da biotecnologia no Brasil (CGEE, 2009). São elas:

- (i) analisar e adequar os programas de capacitação em gestão da inovação;
- (ii) criar programas de capacitação em inovação biotecnológica para empresários;

- (iii) reforçar cursos de formação de pessoal de nível técnico de laboratório para apoio do desenvolvimento da PD&I na área;
- (iv) adequar cursos de graduação, priorizando a interdisciplinaridade com foco na capacidade empreendedora e na dinâmica da economia baseada no conhecimento;
- (v) identificar gargalos que as empresas têm para fixar talentos em função das leis trabalhistas;
- (vi) valorizar a produção tecnológica de pesquisadores no país que fazem inovação e interação com empresas de base tecnológica;
- (vii) criar programas para estimular a contratação de mestres e doutores pelas empresas (Subvenção Econômica, Lei do Bem);
- (viii) aprimorar e divulgar novos indicadores de avaliação de produtividade tecnológica.

A adoção destas ações, sem dúvida, contribuirá para a garantia da competitividade nacional dentro do Sistema de Inovação em Plantas Transgênicas, sendo contribuições importantes dentro dos objetivos deste trabalho.

CAPÍTULO 5 – CENÁRIOS FUTUROS PARA O DESENVOLVIMENTO DE PLANTAS TRANSGÊNICAS NO BRASIL

5.1 - INTRODUÇÃO

Não restam dúvidas de que o desenvolvimento de plantas transgênicas será uma das principais formas de intervenção da pesquisa agrícola para modificar a eficiência dos sistemas produtivos de alimentos em todo o mundo, além de abrir a possibilidade de exploração de novos nichos de mercado, como o desenvolvimento de plantas funcionando como bioreatores para a produção de vacinas, proteínas ou insumos de interesse industrial. Para o Brasil, o desenvolvimento desta tecnologia tem trazido grandes retornos sociais e econômicos para o agronegócio brasileiro, tendo já o país se consolidado como segundo maior produtor mundial de transgênicos (JAMES, 2010).

Dentro deste contexto, este estudo visou uma reflexão mais aprofundada sobre o futuro da competitividade das organizações de pesquisa no Brasil, refletindo sobre a natureza e direção e impactos das mudanças neste setor tecnológico para viabilizar um reposicionamento estratégico das políticas e ações adotadas tanto pelo Estado em relação a estas organizações, como por elas em relação ao ambiente institucional.

Neste sentido, analisar este segmento como sistema de inovação permitiu uma perspectiva privilegiada no entendimento da dinâmica da inovação em plantas transgênicas seus elementos de trajetória, falhas e tendências. É a partir deste entendimento, provenientes das análises dos capítulos anteriores, que se elabora agora uma avaliação dos cenários e incertezas críticas neste Sistema.

Este capítulo estabelece, a partir de uma análise prospectiva, possíveis cenários e perspectivas para o Sistema de Inovação em Plantas Transgênicas no país, culminando na identificação de ações estratégicas, tanto institucionais como organizacionais, que possibilitarão ao país manter a competitividade de suas organizações de pesquisa neste setor. Para isto, ele foi dividido em 4 seções, incluindo esta introdução. A Seção 5.2 discorre sobre as técnicas de cenários, com destaque para a abordagem proposta por Michel Godet, que é um dos referenciais teóricos mais usados para este tipo de estudo. A Seção 5.3 discrimina as incertezas críticas identificadas em relação a este Sistema e elabora os cenários alternativos de futuro a partir do conjunto destas incertezas. A Seção 5.4 analisa e propõe ações estratégicas

institucionais e organizacionais a serem implementadas para fortalecer a competitividade nacional dentro do SIPT.

5.2 – ANÁLISE PROGNÓSTICA DO SISTEMA DE INOVAÇÃO EM PLANTAS TRANSGÊNICAS – CENÁRIOS ALTERNATIVOS

Para o estudo prospectivo do Sistema de Inovação em Plantas Transgênicas foi utilizado o Método Exploratório de Cenários Alternativos, indicados por Godet (1993) e Godet et al (2002). Estes autores definem prospecção como uma reflexão sistemática que visa orientar a ação presente à luz dos futuros possíveis.

Segundo Wilson (1998 apud VALLE, 2005, p.166), *“cenários são definidos como instrumentos para ordenar percepções sobre futuros alternativos, sobre as quais basear-se-ão as decisões atuais, e fundamentam-se na tentativa de ilações de tendências dominantes e possibilidades de ruptura no ambiente que circunscreve organizações e instituições”*. É importante ressaltar que o exercício da construção de cenários não consiste em uma representação precisa da realidade futura, até porque essa faculdade ainda não é possível aos seres humanos e seria mera especulação ou “futurologia”. Ele não é um fim em si mesmo, mas é, na verdade, uma forma de representação do futuro possível, constituindo a base para preparar a ação e tomada de decisão presente de indivíduos, grupos e organizações, conforme o caso, com vistas a atingir um futuro desejável (Godet, 1993).

A construção de cenários pode ser exploratória ou normativa (antecipatória). A construção normativa, segundo Marcial (1999 apud VALLE, 2005) se caracteriza pela configuração de um futuro desejado, exprimindo o compromisso de atores em relação à consecução de determinados objetivos, ou condições para que este possa se concretizar, expressando uma visão de futuro baseada na vontade de uma coletividade, que reflete seus anseios e expectativas e delinea suas aspirações em um dado horizonte temporal. São elaborados dentro da construção de indagações do tipo “como...”.

Já a construção de cenários exploratórios se distingue pelo arranjo de um conjunto de futuros possíveis em um determinado contexto, mediante a simulação e desenvolvimento de condições iniciais pré-determinadas a partir de tendências passadas, sobre as quais são construídos possíveis desdobramentos futuros. Neste tipo de construção de cenário prevalecem indagações do tipo “E se...”

Para Valle (2005), a utilização de cenários prospectivos apresenta como vantagens, entre outras: (i) preparar a empresa, organização ou sistema para as incertezas do futuro; (ii)

apoiar o processo de tomada de decisão e formulação de objetivos e estratégias institucionais; (iii) identificar oportunidades e riscos decorrentes de alterações no ambiente externo e (iv) prover um panorama holístico e sistêmico do futuro.

Para realizar este estudo prospectivo, primeiro foi feita a delimitação do Sistema de Inovação em Plantas Transgênicas, sendo que as categorias analíticas, definidas e pesquisadas nos capítulos anteriores: (i) ambiente institucional, (ii) estrutura concorrencial e (ii) base técnico-científica foram tomadas como dimensões de análise prospectiva. As análises SWOT destas dimensões, identificando seus pontos fortes, fracos, ameaças e oportunidades permitiram a elaboração das incertezas críticas em relação ao seu desempenho futuro. Em seguida, estas incertezas críticas foram analisadas e projetadas sob a perspectiva de três possibilidades de desdobramento futuro, configurando cenários alternativos para cada dimensão. Como resultado, foi elaborado um conjunto de ações estratégicas, tanto no nível institucional como organizacional, que, uma vez adotado, poderá garantir a competitividade brasileira dentro do Sistema de Inovação em Plantas Transgênicas. Estas etapas estão resumidas na Figura 5.1.

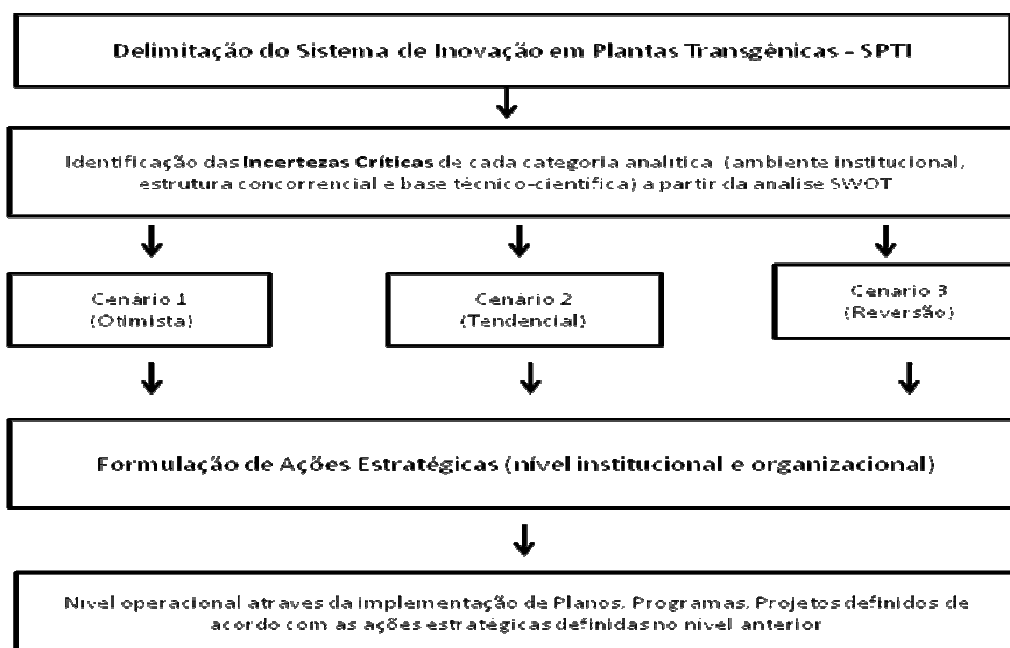


Figura 5.1 – Etapas da metodologia de Cenários Alternativos para formulação de estratégias institucionais e organizacionais dentro do Sistema de Inovação em Plantas Transgênicas

Fonte: elaboração própria a partir de Castro et al (2006)

5.3 – INCERTEZAS CRÍTICAS E CENÁRIOS PARA O SISTEMA DE INOVAÇÃO EM PLANTAS TRANSGÊNICAS NO BRASIL

Nas 3 dimensões de análise (ambiente institucional, estrutura concorrencial e base técnico-científica) foram levantadas 15 incertezas críticas, que foram projetadas em 3 cenários: (i) Otimista, (ii) Tendencial (Avanços e Retrocessos) e (iii) de Reversão. Segue a primeira etapa com a descrição das incertezas críticas, e seus possíveis desdobramentos e impactos no futuro do sistema, comparadas com uma breve descrição da situação atual, dentro de cada dimensão de análise.

5.3.1 – Incertezas Críticas por Dimensão de Análise

Ambiente Institucional

1 – Eficiência das políticas públicas para desenvolvimento do setor: diz respeito à capacidade das políticas públicas de saírem do plano estratégico (nível macro) para funcionarem no nível tático-operacional, de forma coordenada e articulada com o setor produtivo. Hoje, as políticas públicas para desenvolvimento do setor estão bem definidas e institucionalizadas no nível estratégico, com a definição clara de objetivos e metas a serem atingidos, mas ainda não estão transpostas no nível tático-operacional (nível micro). Entretanto, há falhas na visão estratégica de futuro usada para sua formulação, comprometendo a competitividade nacional dentro do SIPT, principalmente em relação à função de intervenção seletiva neste setor a ser desempenhada pelo Estado.

2 – Gestão estratégica dos recursos financeiros disponíveis para financiamento do processo inovativo: refere-se ao planejamento da alocação dos recursos disponíveis para o financiamento da PD&I de plantas transgênicas, que deve ser feito de maneira coordenada e articulada, em especial do ponto de vista do financiamento dos projetos de pesquisa e das políticas públicas de formação de recursos humanos, de modo a viabiliza a geração efetiva de produtos e processos inovadores relacionados ao Sistema de Inovação em Plantas Transgênicas.

3 – Aplicação do marco regulatório de biossegurança: diz respeito à forma como os diferentes agentes reguladores responsáveis pela aplicação do marco regulatório de biossegurança devem se articular, bem como ao fortalecimento do papel institucional a ser exercido pela CTNBio.

4 – Questões de *Stewardship*: refere-se à capacidade dos atores do Sistema para realizar o manejo responsável da tecnologia, cumprindo a legislação pertinente, criando condições de rastreabilidade e coexistência entre cadeias baseadas em cultivares convencionais e geneticamente modificadas e a longevidade das tecnologias disponibilizadas aos clientes do Sistema. Hoje essas questões ainda não estão incorporadas às rotinas de trabalho dos agentes que atuam no Sistema, com exceção das grandes empresas multinacionais.

5 – Garantia dos direitos de propriedade intelectual: não apenas a proteção dos direitos de propriedade intelectual é vital nessa área, como também a garantia que esses direitos serão observados, bem como oferecimento dos meios necessários para sua defesa. Hoje o marco regulatório de propriedade intelectual garante aos inovadores a correta proteção de seus direitos, contudo persistem falhas legais que se constituem em obstáculos à garantia destes direitos, como a questão do uso próprio entre as exceções dos direitos do melhorista, que dificulta o combate a pirataria de sementes melhoradas.

6 – Marco regulatório de acesso aos recursos genéticos e Sistema de Avaliação e Conformidade de Material Biológico: diz respeito ao estabelecimento de regras claras sobre acesso à biodiversidade brasileira, que se constitui em matéria-prima para a pesquisa neste setor. Hoje o marco regulatório de acesso aos recursos genéticos no Brasil é totalmente inadequado, gerando uma situação de insegurança jurídica para atuação das organizações de pesquisa que é um grande fator limitante para a bioprospecção de moléculas. Do mesmo modo, faz-se necessário ações mais robustas no sentido da implantação do Sistema de Avaliação e Conformidade de Material Biológico, criando o ambiente adequado para garantir a conformidade técnica deste insumo para a pesquisa com OGMs.

7 – Atuação do país nos fóruns de discussão internacional sobre a tecnologia: as discussões internacionais sobre assuntos relacionados às plantas transgênicas, principalmente sobre biossegurança de organismos geneticamente modificados, impactam diretamente na maneira como o assunto é tratado internamente, bem como podem gerar acordos e regras

internacionais que se constituem em barreiras não tarifárias ao comércio internacional de transgênicos, em especial no âmbito do Protocolo de Cartagena e do Protocolo de Nagoya-Kuala Lumpur sobre Responsabilidade e Compensação. Hoje o Brasil participa de todas as discussões internacionais sobre o assunto, mas sua atuação ainda é dúbia, ora prevalecendo interesses ambientalistas, ora prevalecendo interesses comerciais. Esta situação impede que o Brasil influencie nas discussões internacionais, podendo levar à adoção de acordos e regras que venham a prejudicar as exportações agrícolas brasileiras. É preciso a adoção de uma posição de Estado e não de Governo sobre o tema.

Estrutura Concorrencial

1 – Oligopolização do setor: diz respeito à concentração cada vez maior do mercado de plantas transgênicas em torno das grandes empresas multinacionais e criação de barreiras à entrada de novos concorrentes. Hoje, dos 7 atores estratégicos do Sistema de Inovação em Plantas Transgênicas, 6 são empresas multinacionais (Monsanto, Syngenta, Basf, Bayer, Dow e DuPont-Pioneer), havendo apenas uma empresa nacional com atuação estratégica neste setor (Embrapa).

2 – Competitividade da Embrapa: refere-se à capacidade deste ator estratégico em manter a sustentabilidade e competitividade necessária para atuar neste Sistema. Hoje, a Embrapa atua de maneira a se destacar nacional e internacionalmente dentro do cenário de inovações transgênicas, mas já há sinais claros de perda desta competitividade no médio e longo prazo, principalmente devido às amarras jurídico-financeiras a que a empresa está sujeita e à insatisfatória interação com o setor privado nacional de pesquisa agrícola.

3 – Percepção Pública da sociedade em relação à tecnologia: apesar da diminuição da resistência à tecnologia por parte da sociedade já ser detectada nas pesquisas de opinião pública realizadas, o assunto ainda é polêmico e só pode ser resolvido com uma eficiente comunicação capaz de fazer com que os benefícios da tecnologia sejam percebidos em uma escala que se aceite os riscos inerentes à mesma.

4 – Cadeia de Produção de Sementes: diz respeito ao controle da cadeia de produção de sementes pelas grandes empresas multinacionais, elemento este que é um importante ativo complementar (TEECE, 1986), uma vez que a cadeia de produção de sementes é o elo que

liga as duas pontas do Sistema (geração da inovação e consumo). Hoje, este mercado é concentrado, sendo cada vez menor o número de empresas produtoras de semente, muito embora as empresas nacionais ainda resistam na forma de associações de produtores de semente, o que fortalece as ações coletivas em defesa de seus interesses.

Base técnico-científica

1 – Formação de Recursos Humanos: refere-se à disponibilidade e formação de Recursos Humanos qualificados e capacitados para dar sustentação à pesquisa em áreas estratégicas. O número de mestre e doutores formados em algumas áreas estratégicas para o desenvolvimento das plantas transgênicas, tais como bioinformática e ciência da informação ainda é muito pequeno, bem como há carência na formação de profissionais para atuar com os outros aspectos do desenvolvimento da tecnologia que não os técnicos, como advogados, economistas, jornalistas científicos e outros. Tudo isso compromete a sustentabilidade do Sistema, apesar de todo o esforço para manter a excelência das pesquisas científicas e tecnológicas brasileiras nesta área.

2 – Critérios de avaliação da capacitação de Recursos Humanos: refere-se à necessária adaptação dos critérios de avaliação sobre formação e capacitação de recursos humanos para atuar na área dentro de um enfoque multi e transdisciplinar e com maior interação entre academia-setor produtivo. Hoje os critérios existentes de avaliação são todos baseados em enfoques estritamente acadêmicos, o que não coaduna com a natureza desta área do conhecimento.

3 – Atração e Motivação de talentos: diz respeito à capacidade das organizações em atrair e manter talentos em níveis de motivação capazes de proporcionar alto desempenho, havendo sérios riscos de fuga de cérebros e competências para atuar nas empresas multinacionais, com melhores salários e perspectivas futuras. Apesar dos incentivos legais para viabilizar a contratação de cientistas pelas organizações (por exemplo, Lei do Bem), estes instrumentos ainda não são utilizados pelas empresas nacionais de maneira geral.

4 – Infraestrutura adequada e pessoal técnico: refere-se à criação de uma infraestrutura adequada que ofereça aos pesquisadores o ambiente adequado para o desenvolvimento de seus projetos de pesquisa, bem como aumento da oferta de pessoal técnico qualificado para

atuar na área. O esforço governamental de adequação da infraestrutura científico-tecnológica no país apresentou alguns resultados positivos, como, por exemplo, o PAC Embrapa, mas ainda há grandes disparidades regionais em relação a isso, bem como há enorme carência de cursos técnicos de formação para atividades rotineiras de laboratório dentro do Sistema de Educação do Brasil.

5.3.2 – Cenários Alternativos

Este item apresenta uma descrição não exaustiva dos cenários identificados a partir da evolução das incertezas críticas acima apontadas em três perspectivas: (i) otimista, onde as incertezas críticas são trabalhadas positivamente no sentido de obter o melhor futuro possível para o fortalecimento da competitividade nacional dentro do Sistema de Inovação em Plantas Transgênicas; (ii) tendencial, onde ocorrem avanços em algumas das incertezas críticas acima identificadas e retrocessos em outras e (iii) pessimista, que coloca em risco a defesa dos interesses nacionais. É importante destacar que, dada a natureza temporal intrínseca aos estudos prospectivos, conforme apontado na introdução desta tese, adota-se para a construção destes cenários o horizonte de 12 anos, quando a Embrapa, ator estratégico aqui identificado, completará 50 anos de existência.

Cenário Otimista

Este Cenário coloca para o Sistema de Inovação em Plantas Transgênicas um quadro de desenvolvimento muito favorável ao fortalecimento da competitividade das organizações de pesquisa nacionais. Nele são superadas as falhas e dificuldades de implementação das políticas públicas para o desenvolvimento da tecnologia no nível tático-operacional, o tema da biossegurança deixa de ser tratado sob o viés de um Ministério em particular para ser aplicado de maneira complementar e não mais excludente pelos órgãos reguladores, as falhas do marco regulatório de propriedade intelectual são resolvidas, com a Lei de Proteção de Cultivares sendo revista para garantir que os direitos do melhoristas não sejam infringidos e dando melhores condições processuais para sua defesa, bem como o marco regulatório de acesso aos recursos genéticos sendo finalmente revisto e editada uma nova legislação sobre o assunto. Estas ações fortalecem a segurança jurídica do Sistema de Inovação, ampliando investimentos na PD&I de novas plantas transgênicas, tanto público como privados. A posição brasileira no

contexto das discussões internacionais é clara no sentido de evitar que barreiras comerciais não tarifárias sejam colocadas nos textos de acordos internacionais sobre o assunto.

Políticas efetivas de proteção dos interesses nacionais através da criação de linhas específicas de financiamento à pesquisa de plantas transgênicas com características consideradas estratégicas para o Brasil, cuja concessão ocorre de maneira coordenada entre os órgãos financiadores (FINEP, CAPES, CNPq, FAPs e bancos de desenvolvimento), são adotadas ações claras para o fortalecimento da ação da Embrapa dentro do SIPT, dando a ela maior agilidade e flexibilidade para atuar na defesa dos interesses nacionais. Isto faz com que esta empresa continue a ter relevância estratégica dentro do SIPT e evita que o mesmo fique exclusivamente submetido aos interesses e estratégias competitivas das empresas multinacionais. São adotadas políticas específicas de formação de recursos humanos para garantir a oferta de profissionais adequados e capacitados de acordo com os interesses da demanda. Profissionais tanto das áreas técnicas (bioinformática, genômica, proteômica, metabolômica, melhoramento vegetal, ciência da informação, entre outros) como das áreas ditas não técnicas (advogados, economistas, administradores, jornalistas, entre outros) são capacitados para atuar com o tema do desenvolvimento desta tecnologia dentro de uma visão multi e transdisciplinar, respondendo com eficiência e pertinência aos problemas colocados pelos desafios técnico-científicos desta área na fronteira do conhecimento. A percepção pública da sociedade em relação a tecnologia passa a ser positiva na medida em que aumenta a eficiência da comunicação com o público sobre os benefícios da tecnologia, bem como produtos transgênicos da segunda e terceira geração começam a chegar ao mercado, facilitando a percepção dos benefícios gerados para o consumidor final e não apenas para o setor agrícola. Há uma atuação coordenada para gestão da pesquisa pré-competitiva realizadas nas instituições de pesquisa nacionais públicas e privadas, gerando insumos para o desenvolvimento da inovação por uma organização produtiva estratégica. Também é fortalecida a formação de pessoal técnico adequado, através da criação de cursos tecnológicos e dentro do Sistema S adequados para a realização de tarefas de rotina dentro dos laboratórios de pesquisa e na realização de ensaios de campo. Neste cenário, o Sistema de Inovação em Plantas Transgênicas se desenvolve de maneira sustentável e adequada aos interesses da sociedade brasileira.

Cenário Tendencial de Avanços e Retrocessos

Neste cenário, alguns avanços em relação à aplicação da legislação de biossegurança pelos órgãos regulatórios: alteração da Lei de Proteção de Cultivares e reformulação do marco regulatório de acesso aos recursos genéticos são conseguidos. Porém, não há transposição das políticas públicas de apoio ao desenvolvimento da biotecnologia agrícola do nível estratégico para o nível tático-operacional. Não ocorre uma gestão eficiente dos recursos pelos órgãos de financiamento da pesquisa no Brasil, gerando a dispersão na aplicação dos mesmos e dificultando a obtenção de resultados positivos pelos projetos de pesquisa. A consolidação do Brasil como um dos maiores produtores mundiais de transgênicos, do mesmo modo que a aceitação cada vez maior da tecnologia pelos países da União Européia fortalece a posição do país no contexto internacional das discussões sobre o tema, passando a ter uma posição de grande influência nesta arena. Contudo, o país não adota medidas no sentido de evitar a submissão do SIPT aos interesses e estratégias competitivas das empresas multinacionais. A adoção da estratégia de incentivo à parceria com estas empresas para desenvolvimento de inovações em áreas onde as mesmas já detém conhecimento e apostar no desenvolvimento apenas de inovações em novas oportunidades, como plantas bioreatores se mostra errônea, uma vez que, no médio e longo prazo, as empresas multinacionais não enxergam mais nenhuma vantagem competitiva com a associação com empresas nacionais, passando a dominar sozinhas este mercado. A Embrapa perde sua capacidade de competir nesta área, mas o Brasil continua a ser um grande produtor de transgênicos, só que com as organizações nacionais atuando apenas na adaptação edafo-climática das tecnologias geradas pela pesquisa *in house* das multinacionais. Há avanços na formação de recursos humanos adequados para esta área, que passam a ser absorvidos pelas multinacionais.

Cenário de Retrocesso

Este cenário aponta para uma inércia institucional na avaliação de suas políticas de apoio ao desenvolvimento da biotecnologia, o que não permite a correção de rumos em relação a estratégias de ação erroneamente adotadas. Não é possível solucionar o impasse entre os órgãos reguladores da biossegurança, que continuam a atuar de maneira excludente. As leis de propriedade intelectual não são revistas, assim como permanece o impasse em relação ao marco regulatório de acesso aos recursos genéticos, com a questão se arrastando no âmbito do Executivo e, posteriormente, no Legislativo. Nesta trajetória, a posição brasileira no contexto das discussões internacionais continua dúbia, o que compromete a credibilidade do país e o desqualifica para assumir uma posição de liderança dentro deste contexto. Também não são

desenvolvidas nenhuma forma de ação ou política pública para evitar a submissão do Sistema de Inovação em Plantas Transgênicas aos interesses e vontades das empresas multinacionais, os recursos financeiros continuam a ser aplicados de maneira descoordenada e sem planejamento pelos órgãos financiadores, as instituições de pesquisa não conseguem manter a qualidade do trabalho na área da pesquisa pré-competitiva, devido aos altos custos envolvidos e rápidos avanços tecnológicos do setor. A Embrapa perde sua competitividade na área, passando a atuar em nichos de mercado que não são de interesse das grandes corporações e com menor impacto econômico, perde apoio político e social e problemas e culturas de interesse específico da agricultura brasileira são negligenciados por não fazerem parte do portfólio de pesquisas das grandes corporações. Neste cenário, os interesses brasileiros não estão protegidos, deixando vulnerável um setor estratégico da economia nacional e repetindo-se o quadro de exclusão tecnológica já vivenciado pelo país em outras áreas do conhecimento.

5.4 – DIRETRIZES E AÇÕES ESTRATÉGICAS INSTITUCIONAIS PARA FORTALECIMENTO DA COMPETITIVIDADE DO SISTEMA DE INOVAÇÃO EM PLANTAS TRANSGÊNICAS NO BRASIL

Como foi observado ao longo deste estudo, há problemas importantes em relação à competitividade das organizações de pesquisa nacionais dentro do Sistema de Inovação em Plantas Transgênicas, principalmente tendo em vista as características intrínsecas deste setor, que, aliadas às estratégias competitivas agressivas adotadas pelas empresas multinacionais, tornam este mercado cada vez mais concentrado.

Mas também há problemas a serem corrigidos do ponto de vista do ambiente institucional, tais como o fato das políticas para o setor não conseguirem atingir resultados satisfatórios no nível tático-operacional, a existência de problemas na aplicação do marco regulatório de biossegurança pelos diferentes órgãos regulatórios, problemas na garantia dos direitos de melhoristas dentro da atual Lei de Proteção de Cultivares, inadequação completa do marco regulatório de acesso aos recursos genéticos ao desenvolvimento de atividades de bioprospecção de novas moléculas, dispersão dos recursos financeiros aplicados por diferentes órgãos públicos (FINEP, CAPES, CNPq, FAPs, bancos de desenvolvimento), além da existência de problemas na formação, capacitação, retenção e motivação de recursos humanos adequados para atuar neste Sistema de Inovação de maneira a superar seus desafios técnico-científicos.

A manutenção do cenário atual pode minar o desenvolvimento e competitividade da pesquisa nacional, criando as condições adequadas para a repetição do quadro de exclusão tecnológica tão conhecido dos países menos desenvolvidos. Pior ainda, a inércia institucional no sentido de fortalecer a competitividade das organizações nacionais de pesquisa nesta área, sejam elas públicas ou privadas, ou adoção de estratégias errôneas nas políticas de apoio ao desenvolvimento da tecnologia pode viabilizar a submissão do Sistema Brasileiro de Inovação em Plantas Transgênicas aos interesses econômicos das grandes corporações que já dominam o mercado, colocando em risco a defesa dos interesses nacionais.

Esta situação se torna gravíssima quando se tem em mente a importância desta tecnologia e do agronegócio brasileiro como um todo para o desenvolvimento sócio-econômico brasileiro, bem como as questões de segurança alimentar do país.

Para evitar a configuração deste cenário pessimista e ameaçador para o desenvolvimento nacional, identifica-se a seguir um conjunto de diretrizes estratégicas capazes de criar as melhores condições e oportunidades para o fortalecimento da competitividade das organizações nacionais de pesquisa dentro do SIPT.

Neste sentido, foram elaboradas diretrizes estratégicas no âmbito institucional para cada uma das incertezas críticas identificadas para o Sistema de Inovação em Plantas Transgênicas, mostradas no Quadro 5.2.

Quadro 5.2: Diretrizes Institucionais Estratégicas de acordo com as incertezas críticas do Sistema de Inovação em Plantas Transgênicas

| Incerteza Crítica | Diretriz Estratégica |
|--|--|
| Eficiência das políticas públicas para desenvolvimento do setor | Melhora da coordenação de atuação entre os atores e dos instrumentos de avaliação dos resultados obtidos com as políticas públicas editadas, criando critérios e metas no plano tático-operacional dentro da visão de intervenção seletiva do Estado para fortalecer a competitividade das organizações nacionais na pesquisa pré-competitiva e competitiva. |
| Gestão estratégica dos recursos disponíveis para financiamento das pesquisas | Atuação coordenada dos órgãos financiadores (FINEP, CAPES, CNPq, FAPs, Bancos de Desenvolvimento) visando focar em financiamento por indução de inovações específicas, identificadas como estratégicas para o país através de estudos prospectivos |
| Aplicação do marco regulatório de biossegurança | Atuação coordenada dos órgãos reguladores, dentro de uma visão de governo e não de interesse de um ou outro Ministério |
| Questões de <i>Stewardship</i> : | Incorporação das questões de manejo responsável da tecnologia às ações rotineiras desenvolvidas pelas instituições de pesquisa brasileiras e criação do ambiente institucional adequado ao monitoramento destas questões |

| | |
|--|---|
| Garantia dos direitos de propriedade intelectual | Adequação do marco regulatório de propriedade intelectual para fortalecer a garantia dos direitos dos melhoristas e a apropriabilidade efetiva dos resultados da pesquisa. |
| Marco regulatório de acesso aos recursos genéticos e Sistema de Avaliação e Conformidade de Material Biológico | Edição de novo marco regulatório de acesso aos recursos genéticos, com regras claras sobre o assunto de acordo com a finalidade de cada pedido de acesso, criando um ambiente de segurança jurídica incentivador da bioprospecção de novas moléculas para a geração de inovações em plantas transgênicas. Ações efetivas e concretas para viabilizar o funcionamento do Sistema de Avaliação e Conformidade de Material Biológico já previsto pelo MCT. |
| Contexto Internacional sobre a tecnologia | Posição clara do Brasil no âmbito das discussões internacionais sobre o tema no sentido de evitar que sejam impostas barreiras não-tarifárias ao comércio mundial de transgênicos. |
| Oligopolização do setor | Intervenção seletiva do Estado neste mercado para fortalecer a atuação de organizações nacionais na pesquisa pré-competitiva e competitiva, visando atender os objetivos preconizados no art. 218 da CF, bem como neutralizando possíveis riscos de captura do sistema pelos interesses econômicas das multinacionais |
| Competitividade da Embrapa | Adoção de estratégias capazes de garantir a sustentabilidade da competitividade da Embrapa, enquanto ator estratégico do SIPT e coordenadora do SNPA, principalmente com a adoção de mecanismos de flexibilização da sua gestão jurídico-financeira e fortalecimento das alianças estratégicas com empresas nacionais do setor. |
| Percepção Pública da sociedade em relação à tecnologia | Fortalecimento de ações no sentido de aumentar a credibilidade da sociedade em relação à atuação dos órgãos competentes responsáveis pela segurança desta tecnologia, bem como na qualificação da comunicação com o público sobre os benefícios e importância do desenvolvimento desta tecnologia para o país. |
| Cadeia de Produção de Sementes | Criação de mecanismos de suporte à atuação das empresas nacionais produtoras de semente, evitando o domínio deste elo da cadeia produtiva pelas grandes corporações |
| Formação de Recursos Humanos | Estabelecimento de plano setorial de formação de recursos humanos com as habilidades técnico-científicas necessárias para superar os desafios do avanço do conhecimento nesta área, não só na área técnica, mas também na denominada área não técnica do desenvolvimento da inovação, com o fortalecimento da interação entre a academia e o setor produtivo |
| Critérios de avaliação da capacitação de Recursos Humanos | Estabelecimento de critérios de avaliação dos programas de graduação e pós-graduação ligados a esta área de conhecimento dentro de uma visão multidisciplinar e sistêmica do ambiente inovativo e não apenas os critérios estritamente acadêmicos hoje utilizados. |
| Atração e Motivação de talentos | Adoção de mecanismos como planos de carreira, salários competitivos, jornada de trabalho flexível, prêmios financeiros, reconhecimento de resultados e outros dentro das organizações de pesquisa nacionais para viabilizar não só a atração, mas a retenção destes talentos de maneira motivada dentro destas organizações, evitando a perda de cérebros e competências para as empresas multinacionais. |

| | |
|--|--|
| Infraestrutura adequada e pessoal técnico: | Continuação das políticas de adequação da infraestrutura nacional ao desenvolvimento desta área da fronteira do conhecimento, criando ambientes adequados aos trabalhos de pesquisa pré-competitividade e competitiva no âmbito das instituições de ciência e tecnologia públicas e privadas, bem como ampliação da oferta de pessoal técnico para realizar as atividades rotineiras de laboratório e campo envolvidas no desenvolvimento de inovações nesta área através de oferecimento de cursos tecnológicos e uso do Sistema S. |
|--|--|

Fonte: Elaboração Própria

Como afirmado anteriormente, uma intervenção seletiva do Estado dentro deste segmento deve ser considerada estratégica para que os objetivos estabelecidos no art. 218 da CF sobre o desenvolvimento científico e tecnológico brasileiro sejam realmente atingidos.

Ora, a dinâmica do processo de inovação em plantas transgênicas, assim como outros setores de alta tecnologia, se realiza num ambiente concorrencial de crescente imperfeição, que elimina a possibilidade de livre concorrência no mercado e abre espaço para uma conduta anticompetitiva dos agentes. Esta situação torna imperiosa a intervenção estatal através de políticas econômicas eficientes que visem à consecução dos objetivos constitucionalmente estabelecidos para a ordem econômica nacional (art. 170 e seguintes da Constituição Federal).

O modelo liberal, baseado na doutrina “mão invisível” estabelecida pelo economista inglês Adam Smith, caracteriza-se pelo afastamento do Estado do domínio econômico. Entretanto, conforme ensina Venâncio Filho (1986), é inconcebível a idéia de um regime de governo sem um mínimo de intervenção no domínio econômico, *“uma vez que a coletividade não pode se desinteressar das relações econômicas que, de um lado, podem comportar certos abusos e de outro propiciar a riqueza e o desenvolvimento do país.”*

No Brasil, a intervenção estatal desordenada ao longo do seu processo de desenvolvimento econômico levou o Estado a assumir funções que não lhe pertenciam, com uma espécie de onipresença estatal em todos os setores da economia. Isto acabou por gerar um movimento contrário no sentido de evitar-se ao máximo a intervenção do Estado no domínio econômico, consubstanciado na política neo-liberal dos anos noventa.

Ocorre que, muito embora se deva evitar que o Estado assuma funções que não lhe pertencem, as quais devem ser desempenhadas pela iniciativa privada, a intervenção estatal não pode ser suprimida totalmente. O Estado deve cumprir sua função de zelar pela realização do bem comum no âmbito da sociedade em razão da qual existe e a intervenção estatal no domínio econômico é fator primordial para tanto.

Esta intervenção pode se dar de variadas formas, sendo que a Constituição do Brasil de 1988 e suas posteriores emendas estabeleceram, entre outros, os seguintes instrumentos de

intervenção do Estado na economia: planejamento econômico, fomento público, repressão ao abuso do poder econômico (intervenção indireta) e exploração direta de atividade econômica pelo Estado (intervenção direta),

Segundo Nusdeo (2000), o Estado atua no mercado econômico através de duas “ordens de motivações”. A primeira delas seria a colocação de objetivos a serem assumidos ou produzidos pelo sistema econômico no seu desempenho. O Estado passa não apenas a complementar o sistema econômico como também a direcioná-lo para a consecução de fins específicos. Tal forma de intervenção se operacionaliza através da adoção de políticas dirigidas racionalmente para a obtenção de determinados resultados de natureza econômica, sendo a base da ação governamental.

A outra ordem de motivação para intervenção do Estado no domínio econômico é a correção de falhas no funcionamento normal do mercado, como, por exemplo, o surgimento de grandes monopólios e a existência de setores da economia que são insuscetíveis de equacionamento por si próprios, devendo necessariamente ser atendidos pela ação coletiva.

São situações nas quais faltam alguns dos pressupostos do mercado competitivo e servem de justificativa para a existências de ações de intervenção estatal na tentativa de saná-las ou mitigá-las. Quanto mais relevantes são as falhas de mercado, menos se manifesta a concorrência e, conseqüentemente, os resultados socialmente desejáveis que dela decorrem, tais como melhoria da qualidade do produto, redução de preços, melhorias técnicas e outros. A existência de setores da economia nos quais a concorrência não se manifesta ou pode ser suprimida exige a atuação do Estado visando proteger os interesses da sociedade em geral.

As características estruturais próprias do Sistema de Inovação em Plantas Transgênicas e as estratégias que vem sendo adotadas pelas empresas multinacionais do setor favorecem o surgimento de grandes monopólios, que exigem a intervenção seletiva do Estado, visando corrigir estas falhas. Aliado a este fenômeno econômico, não se pode esquecer de que este mercado se relaciona com a produção de bens que são essenciais estratégicos para o desenvolvimento econômico brasileiro, ao mesmo tempo que relacionados à segurança alimentar do país

O Brasil conta com duas vantagens estratégicas para realizar esta intervenção seletiva no mercado: um Sistema Nacional de Ciência & Tecnológica bem estruturado e a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), que tem a função de coordenar o SNPA. Conforme visto no Capítulo 3 deste estudo, esta organização de pesquisa pública tem conseguido se manter competitiva dentro do SIPT, mesmo não contando com todos os recursos à disposição dos outros atores estratégicos aqui identificados. Contudo, a

manutenção desta competitividade a médio e longo prazo é improvável, tendo em vista as estratégias competitivas dos outros competidores, às dificuldades de gestão da inovação neste setor pela Embrapa, submetida aos rígidos controles do Estado, bem como ao insatisfatório desempenho da mesma na sua função de coordenação da pesquisa agrícola nacional nesta área.

O estabelecimento de um novo arranjo institucional capaz de conjugar estas duas vantagens estratégicas é o que se propõe com o desdobramento das diretrizes estratégicas apontadas neste Capítulo em um conjunto de ações integradoras das dimensões e níveis do Sistema de Inovação em Plantas Transgênicas, visando garantir a competitividade nacional dentro deste Sistema.

I. Ações Estratégicas no nível institucional

(i) Definição pelo Conselho Nacional de Biotecnologia de um plano estratégico para inovação em plantas transgênicas, com a identificação de áreas estratégicas de pesquisa, tanto pré-competitiva (Etapa 1 do ciclo de inovação em plantas transgênicas: identificação e caracterização de gene(s) de interesse), como competitiva (Etapas 2 a 4 do ciclo de inovação apresentado na Figura 1.2). Estas áreas estratégicas deverão ser identificadas através de estudos prospectivos, visando balizar e focar os investimentos na direção de fortalecer uso dos recursos disponíveis e aproveitar as oportunidades do setor dentro da visão de fortalecimento da competitividade nacional no SIPT.

(ii) Criação da Rede Nacional de Pesquisa Pré-competitiva em Plantas Transgênicas, integrada pelas universidades e institutos de pesquisa agrícola nacionais, tanto públicos como privados, que deverá focar seus projetos nas áreas estratégicas de pesquisa definidas pelo Conselho Nacional de Biotecnologia, agregando competências e otimizando recursos. Esta Rede deverá ser coordenada pelo Ministério da Ciência e Tecnologia, enquanto coordenador do SNC&T, e estruturada de forma a viabilizar a formação de arranjos cooperativos para o desenvolvimento das pesquisas dentro de uma visão de economia de escala e escopo;

(iii) Implantação de modelo de governança, pela Embrapa, da pesquisa competitiva a ser realizada pelas organizações nacionais de pesquisa agrícola, de modo a viabilizar a continuidade dos trabalhos de desenvolvimento de plantas transgênicas iniciados com a Rede Nacional de Pesquisa Pré-competitiva.

(iv) Edição da Política Nacional de Biossegurança pelo CNBS, estabelecendo diretrizes que possam por fim às divergências existentes entre os diferentes órgãos reguladores responsáveis pela aplicação do marco regulatório de biossegurança e fortalecimento institucional da CTNBio;

(v) Modificação da Lei de Proteção de Cultivares para evitar o uso do mecanismo de uso próprio (exceção aos direitos dos melhoristas) para disfarçar a pirataria de sementes, bem como adequações processuais necessárias para viabilizar a defesa dos direitos dos melhoristas. Paralelamente, a modificação da Lei de Propriedade Industrial para incluir a possibilidade de patenteamento de resultados da pesquisa na área genômica é desejável, embora não essencial;

(vi) Aprovação de novo marco regulatório de acesso aos recursos genéticos para viabilizar a realização de atividades de bioprospecção da biodiversidade brasileira de maneira sustentável e coerente e implantação consistente do Sistema de Avaliação e Conformidade de Material Biológico;

(vii) Consolidação de ambiente institucional propício ao manejo responsável da tecnologia (*stewardship*) pelos agentes inovadores, dedicando esforços para estabelecer normas e procedimentos específicos para controle de qualidade e certificação em todas as etapas do ciclo de inovação e adequando a infraestrutura de serviços tecnológicos disponíveis nas áreas de detecção de eventos transgênicos;

(viii) Definição clara da posição de Estado a ser defendida no âmbito das discussões internacionais que afetarão diretamente o desenvolvimento de inovações em plantas geneticamente modificadas apoiada em critérios de proteção dos interesses nacionais;

(ix) □ Acompanhamento da percepção pública em relação à tecnologia, tanto interna como externa, avaliando possíveis impactos e estabelecendo estratégias eficazes de comunicação com o público a respeito desta tecnologia;

(x) Adoção de plano de formação de recursos humanos e de capacitação de competências nesta área estratégica junto à CAPES, ao CNPq e às FAPs, indicando parâmetros para criação

de grades curriculares com enfoque multi e transdisciplinar necessário para entender a dinâmica desta inovação, bem como garantindo a formação de profissionais capacitados em competências ditas não técnicas, mas essenciais ao desenvolvimento das inovações em plantas transgênicas (advogados, economistas, administradores, e outros) ;

(xi) Alteração dos critérios de avaliação dos programas de graduação e pósgraduação vinculados a esta área do conhecimento tecnológico para incluir parâmetros que incentivem a aproximação da academia com o setor produtivo, tais como número de patentes geradas, projetos de pesquisa colaborativos e em rede, tanto com o setor produtivo, como com outras instituições de pesquisa, estágios profissionais junto à cadeia produtiva, entre outros;

(xii) Adotar mecanismos para viabilizar a atração e motivação de talentos para atuar no sistema público de pesquisa pré-competitiva e competitiva, como melhores salários, planos de carreira e participação nos lucros obtidos com a inovação;

(xiii) Harmonização jurídica para viabilizar a aplicação integral da Lei de Inovação pelas instituições de ciência e tecnologia, superando os entraves legais ainda existentes, principalmente no que concerne à constituição de empresas de propósitos específicos (EPE), e os mecanismos de projetos por encomenda previstos no art. 20 desta Lei;

(xiv) Elaboração de estudo sobre estratégias alternativas para viabilizar a flexibilização jurídico-financeira das organizações públicas de pesquisa agrícola que atuam com o desenvolvimento de inovações em plantas transgênicas, visando conferir a elas as condições necessárias para atuar de forma ágil e eficaz dentro do processo de inovação desta área do conhecimento tecnológico, bem como adoção de medidas capazes de implementar as estratégias identificadas neste estudo.

II – Ações Estratégicas no nível organizacional

Um novo arranjo organizacional deve ser adotado entre as organizações de pesquisa nacionais que atuam no SIPT. Para tanto, as universidades e institutos de pesquisa devem realizar um trabalho de investigação focado na pesquisa pré-competitiva (Etapa 1 – Figura 1.2), dentro da Rede Nacional de Pesquisa Pré-competitiva, de acordo com as áreas estratégicas definidas pelo Conselho Nacional de Biotecnologia.

O resultado destas pesquisas deve ser transferido para as empresas nacionais de pesquisa agrícola com atuação estratégica dentro do SIPT, como a Embrapa, Coodetec, Tropical Melhoramento Genético, entre outras, em uma ação que deverá coordenada pela Embrapa. Esta coordenação será feita dentro do estabelecimento de alianças estratégicas entre estas empresas para efetuar as demais etapas do ciclo de inovação em plantas transgênicas.

Este novo arranjo tem como proposta sistematizar novos métodos de organização e de gestão da inovação em plantas transgênicas de maneira a possibilitar que as organizações nacionais de pesquisa agrícola atuem dentro de uma perspectiva de economias de escala e de escopo, viabilizando a geração de novos produtos orientados para atendimento dos interesses do país. Preconiza-se aqui um modelo de gestão de pesquisa participativo, com coordenação nacional centralizada e execução descentralizada.

Para que este novo arranjo institucional funcione, faz-se necessário que algumas ações estratégicas sejam tomadas também no âmbito organizacional:

- (i) Promoção da cultura da inovação e uso estratégico da propriedade intelectual nesta área, viabilizando a incorporação de atividades ligadas à informação tecnológica e transferência tecnológica (como a realização de estudos de monitoramento tecnológico e *Freedom to Operate*) à rotina dos pesquisadores, a fim de assegurar o desenvolvimento de tecnologias e empreendimentos economicamente viáveis;
- (ii) Implementação, pelas empresas nacionais interessadas em atuar com o desenvolvimento das plantas transgênicas, de programa de manejo responsável da tecnologia (*stewardship*), em todas as fases do desenvolvimento de inovações nesta área, principalmente em relação ao cumprimento das regras de biossegurança;
- (iii) Execução de todas as etapas do ciclo de inovação em plantas transgênicas dentro das regras de Boas Práticas Laboratoriais (BPL);
- (iv) Viabilizar, enquanto não houver a necessária flexibilização jurídico-financeira para atuação das organizações públicas de pesquisa nesta área, a maior agilidade possível no processo de tomada de decisão das organizações, principalmente no que concerne à formação de parcerias estratégicas na área, licenciamento de tecnologias e aquisição de insumos, usando as alternativas legais existentes.

CONCLUSÕES FINAIS

Este estudo prospectivo foi elaborado no sentido de responder a pergunta “*quais as estratégias necessárias para alavancar a competitividade nacional dentro do Sistema Setorial de Inovação em Plantas Transgênicas nos próximos 12 anos?*” Para tanto, o trabalho foi estruturado em etapas, apresentadas ao longo de seus Capítulos.

A revisão da literatura teórica sobre conceitos e categorias de análise de sistemas de inovação, dentro de uma abordagem neoschumpeteriana, bem como a análise das características intrínsecas ao processo inovativo em plantas transgênicas permitiu a construção do marco conceitual desta pesquisa, dentro da perspectiva do Sistema Setorial de Inovação em Plantas Transgênicas (SIPT) (Capítulo 1).

Conforme visto ao longo deste estudo, o ciclo de inovação de um produto transgênico é um processo complexo que envolve a participação de diferentes *stakeholders* na cadeia inovativa (universidades, institutos de pesquisa, empresas privadas de biotecnologia, agricultores, agroindústria, redes de varejo, consumidor final), podendo ser sumarizado nas 5 etapas principais apresentadas na Figura 1.2.

A dinâmica do processo inovativo em plantas transgênicas é complexa e com características intrínsecas às suas trajetórias de desenvolvimento e difusão, tais como os altos investimentos necessários, marcos regulatórios complexos e exigentes, conhecimento fragmentado entre diversos atores do sistema, grandes desafios técnico-científicos a serem superados, entre outros. Tais características favorecem ao surgimento de um mercado oligopolizado, sendo que a perspectiva da entrada indiscriminada de novos atores neste Sistema não é factível, principalmente para pequenas e médias empresas, que só conseguem atuar em etapas específicas do ciclo de desenvolvimento do produto, mas não em todo o processo inovativo.

A análise da trajetória institucional normativa deste setor (Capítulo 2) permitiu concluir que, se no nível macroinstitucional o país conta com políticas públicas bem estabelecidas e com metas claramente definidas, há ainda uma grande dificuldade em fazer com estas políticas saiam do plano estratégico para alcançar o plano tático-operacional (nível microinstitucional). Além disto, não há hoje uma política coordenada de financiamento a inovação através da indução de projetos de interesse da administração pública. Ao contrário, os projetos são financiados por demanda dos pesquisadores, que apresentam suas propostas

em diferentes editais dos órgãos financiadores, havendo uma pulverização dos recursos, com pouca probabilidade de sucesso efetivo na obtenção de um produto comercial. Tendo em vista ser este setor altamente especializado, com altos custos envolvidos no desenvolvimento da inovação e com grande grau de incerteza em relação aos resultados obtidos, a falta de uma atuação coordenada dos órgãos financiadores públicos (Finep, Capes, CNPq, Faps) coloca em risco a sustentabilidade do sistema.

Também foi possível constatar que, apesar do país contar com um marco regulatório bem estabelecido em relação à biossegurança e propriedade intelectual, estes carecem ainda de aperfeiçoamentos. Situação mais grave é a do marco regulatório de acesso aos recursos genéticos, que na forma como está hoje estruturado se constitui em verdadeiro obstáculo à bioprospecção de novas moléculas, uma das vantagens institucionais do país para desenvolver esta tecnologia. Outro fator importante diz respeito à maior atenção que deve ser dada à questão do manejo responsável da tecnologia, criando-se uma estrutura adequada para isso tanto no nível institucional como organizacional.

Já em relação ao ambiente concorrencial deste Sistema (Capítulo 3), os dados coletados e analisados só comprovaram a já esperada oligopolização do setor. Dos 7 atores estratégicos identificados com real capacidade para competir neste mercado, 6 são empresas multinacionais (Monsanto, Syngenta, Bayer, Dow Agroquímicos, Basf, Bayer e DuPont-Pioneer). O país apresenta sérias dificuldades em finalizar o processo inovativo, sendo que as inovações que estão sendo comercializadas hoje no mercado brasileiro foram todas geradas pela empresas multinacionais.

Os direcionamentos das inovações biotecnológicas em plantas transgênicas estão intimamente relacionados com as estratégias das grandes corporações mundiais do setor, que concentram seu processo de PD&I cada vez mais no desenvolvimento de produtos com forte apelo comercial e que conjugam características agronômicas com a venda de outros produtos destas mesmas empresas. Os dados mostram que o portfólio de pesquisas destas grandes empresas visa à solução de problemas globais (maior retorno econômico), sendo que dificilmente serão deslocados para a solução de problemas locais específicos dos países onde estão atuando.

No Brasil, a estratégia competitiva adotada inicialmente pelas multinacionais foi a formação de alianças estratégicas com empresas locais. Isto abriu espaço para que as empresas multinacionais ganhassem informação de mercado e acesso a materiais genéticos para adaptação tecnológica de seus produtos. Agora, em um segundo momento, estas mesmas empresas iniciam um movimento de alianças estratégicas entre elas mesmas e de fusões e

aquisições de empresas estratégicas (por exemplo, a aquisição da Alellyx pela Monsanto) para ganhar posição e levantar barreiras à entrada de novos concorrentes no setor, o que pode representar um sério risco para o agronegócio nacional. Aliado a isto, há o forte controle dos ativos complementares relacionados à tecnologia por estas grandes corporações, em especial da cadeia de produção de sementes.

O fato da percepção pública, apesar de avanços em alguns pontos, continuar, em geral, negativa em relação ao uso da tecnologia, especialmente para alimentação humana, não favorece a alteração deste quadro, uma vez que as empresas multinacionais permanecem em uma “zona de conforto” em relação ao desenvolvimento de novos produtos apenas visando o atendimento das necessidades dos médios e grandes agricultores (*commodities*), já que pressupõe-se que o desenvolvimento de outros produtos com características mais benéficas aos consumidores (por exemplo, com elevado valor nutricional) não encontrará mercado a curto prazo.

Dentro do SIPT, a Embrapa é o único ator nacional que ainda consegue se destacar como estratégico. Alguns dos resultados alcançados pela empresa na área de plantas transgênicas nos últimos anos, tais como o lançamento da soja geneticamente modificada com tolerância a herbicidas da família das imidazolinonas (resultado da parceria com a Basf) e o lançamento do feijão GM resistente ao vírus do mosaico dourado (que foi totalmente desenvolvido pela pesquisa *in house* da Embrapa) comprovam a competitividade da mesma dentro do Sistema. Contudo, esta situação não parece sustentável a longo prazo, principalmente devido às amarras de gestão jurídico-financeira da empresa, que são incompatíveis com a velocidade exigida no processo de tomada de decisão para atuar nesta área da fronteira do conhecimento.

Já a análise dos dados sobre a base técnico-científica do SIPT (Capítulo 4) mostrou que o principal desafio a ser vencido nesta área é a qualificação de profissionais aptos a realizar seu trabalho dentro de uma visão sistêmica do contexto onde se desenvolve a inovação nesta área. A maioria absoluta dos profissionais que saem hoje dos programas de formação educacional para atuar com a biotecnologia agrícola não possuem uma visão do complexo ambiente onde esta inovação se processa, estando capacitados apenas para lidar com os problemas específicos de sua área de conhecimento, o que não é compatível com o enfoque multidisciplinar desta tecnologia.

Mudar esse quadro é essencial, sendo que a revisão dos critérios de avaliação desta área pelos órgãos do Sistema de Educação Profissional e Tecnológica brasileiro é um primeiro passo. Tais critérios devem levar em conta a dinâmica deste novo modo de produção

do conhecimento, dentro de um enfoque multi e transdisciplinar e não apenas indicadores estritamente acadêmicos. É preciso que as avaliações sejam elaboradas dentro de uma visão de interação universidade-empresa, buscando outros critérios de qualidade não restritos ao contexto universitário, tais como redução de custos e maior qualidade ambiental. Este desafio exigirá uma mudança de cultura dentro do Sistema de Educação Profissional e Tecnológica no Brasil, o que certamente só ocorrerá dentro de um horizonte de médio e longo prazo.

Maior oferta de profissionais para atuar na área técnica, executando as tarefas rotineiras do trabalho em laboratório e testes de campo, assim como a existência de uma boa infra-estrutura de serviços e equipamentos para o desenvolvimento de inovações em plantas transgênicas também são fatores identificados como tendo impacto direto na competitividade das organizações de pesquisa.

Pois bem, a prospecção de futuro deste Sistema aqui realizada levou à identificação de 15 incertezas críticas (Capítulo 5) que podem gerar vantagens e desvantagens para as organizações de pesquisa agrícola nacionais, principalmente do ponto de vista da competitividade das mesmas diante dos outros atores estratégicos do Sistema. Os cenários elaborados no Capítulo 5 apontam para situações futuras prováveis de ocorrer de acordo com o comportamento destas incertezas críticas.

A situação futura mais desfavorável aponta no sentido do domínio absoluto do SIPT pelas empresas multinacionais, que vêm adotando estratégias competitivas cada vez mais agressivas para inviabilizar o aparecimento de novos concorrentes. Tal situação cria o contexto ideal para que se repita também nesta vertente tecnológica o modelo de exclusão do mercado de inovação hoje conhecido, onde a tecnologia é concentrada em pequeno número de países, com domínio de limitado número de processos e produtos, colocando o país em uma situação futura vulnerável à defesa dos interesses nacionais. Isto porque as empresas multinacionais dificilmente levarão em conta aspectos sociais ou de interesse local ou regional no momento de estabelecer suas estratégias inovativas, focando suas pesquisas em produtos capazes de garantir retorno econômico global. Há aqui o grave risco de captura e submissão do Sistema de Inovação em Plantas Transgênicas por estas empresas.

O fortalecimento da competitividade nacional dentro deste Sistema pode, sem dúvida, minimizar estes riscos, o que, contudo, só pode ser alcançado mediante uma intervenção forte e seletiva do Estado neste setor. São necessárias ações estratégicas que corrijam as fraquezas e afastem as ameaças identificadas ao longo deste estudo prospectivo, criando um ambiente propício não só ao desenvolvimento da inovação, mas também que este seja realizado do ponto de vista do atendimento dos interesses nacionais. Tais ações devem ser estabelecidas no

nível institucional e integradas a um conjunto de ações organizacionais que precisarão ser adotadas para o alcance dos objetivos propostos, sendo este o mote das ações estratégicas propostas no Capítulo 5 desta tese.

A definição de um plano estratégico de inovação em plantas transgênicas pelo Conselho Nacional de Biotecnologia, identificando-se, segundo os pressupostos estabelecidos no art. 218 da Constituição Federal, as áreas prioritárias que deverão ter o apoio estatal para o desenvolvimento de novos produtos é o primeiro passo. Uma vez definida as áreas prioritárias, o desenvolvimento de novos produtos deve ser feito de forma induzida, mediante uso de mecanismos de financiamento das pesquisas e apoiado por estratégias de formação de recursos humanos consonantes entre si. A pesquisa deve ser dividida em dois momentos: pesquisa pré-competitiva (Etapa 1 do ciclo de inovação apresentado no Capítulo 1) e pesquisa competitiva (etapas seguintes do ciclo de inovação). A criação da Rede Nacional de Pesquisa Pré-competitiva, integrada pelas universidades e institutos de pesquisa nacionais (públicos e privados) que atuam dentro do Sistema Nacional de Ciência & Tecnologia, será responsável pela realização das pesquisas na fase pré-competitiva, agregando competências e otimizando recursos. Esta Rede será coordenada pelo Ministério da Ciência e Tecnologia.

Devido à complexa estrutura organizacional necessária para executar a pesquisa competitiva, a melhor opção estratégica será focar ações no estabelecimento de alianças estratégicas entre as organizações nacionais de pesquisa agrícola que detêm competência para atuar neste mercado, em um processo que deve ser coordenado pela Embrapa, que já possui a *expertise* necessária para tanto e também tem a função institucional de coordenar o Sistema Nacional de Pesquisa Agropecuária (SNPA). Os resultados de sucesso obtidos no âmbito da Rede Nacional de Pesquisa Pré-competitiva devem ser incorporados pelas organizações nacionais de pesquisa agrícola com competência para atuar na pesquisa competitiva, como a Embrapa, Coodetec, Tropical Melhoramento Genético, entre outras. A realização da pesquisa competitiva deve ser coordenada dentro de um modelo de governança a ser estabelecido pela Embrapa e que priorize o estabelecimento de parcerias estratégicas entre esses atores, dentro de uma lógica de fortalecimento da competitividade nacional neste mercado.

Este novo arranjo institucional para a pesquisa em plantas transgênicas representa uma ruptura com as práticas de pesquisa até o momento adotadas pelas organizações nacionais, exigindo de todos os atores envolvidos a correta compreensão do alcance estratégico deste arranjo para o desenvolvimento econômico do país, bem como um alto grau de comprometimento, capaz de superar eventuais conflitos e divergências de gestão que certamente ocorrerão em um primeiro momento. A Embrapa, na qualidade de coordenadora

destas ações, deve rever seus modelos de parcerias de modo a incentivar a formação de alianças entre a mesma e outros parceiros, principalmente do setor privado. Através do estabelecimento de parcerias estratégicas com outras organizações nacionais de pesquisa a Embrapa viabilizará a disseminação dos conhecimentos da empresa para atuar no desenvolvimento de produtos transgênicos com estes parceiros.

Caso estes entraves sejam superados, as ações estratégicas aqui propostas representam uma excelente oportunidade para garantir não só a competitividade das organizações nacionais de pesquisa agrícola dentro do SIPT, como também a correta preservação dos interesses nacionais como um todo.

Entretanto, é importante aqui ressaltar que não se imagina a possibilidade de exclusão da atuação das empresas multinacionais deste Sistema. Ao contrário, ações de sinergia, mediante a realização de parcerias estratégicas com as mesmas devem continuar a ocorrer, especialmente em áreas onde tais empresas já dominam totalmente o conhecimento necessário para produzir as inovações (por exemplo, desenvolvimento de cultivares resistentes a insetos ou tolerantes a herbicidas). A experiência da Embrapa neste tipo de parceria só comprova o fato de que o estabelecimento de alianças estratégicas com as empresas multinacionais pode gerar importantes benefícios para o país, como a possibilidade do *catch-up* tecnológico das organizações nacionais e o aumento dos investimentos em pesquisa no Brasil. O substancial aumento dos recursos investidos em pesquisa no Brasil pela Monsanto (passou de US\$27 milhões em 2006 para US\$132 milhões em 2009) e pela Basf (aumento de 40% do orçamento de 2011 em relação ao de 2010) são bons indícios neste sentido. Isto só fortalece o SIPT, criando empregos e atraindo novos talentos para a área, entre outros benefícios.

Não se deve buscar a exclusão da atuação das multinacionais no mercado brasileiro, mas sim aumentar a competitividade nacional para interagir com estas empresas em igualdade de condições, gerando uma competição sadia e equilíbrio de mercado que só trará benefícios para a sociedade brasileira.

Não obstante, claro está que o interesse das empresas multinacionais na formação de alianças estratégicas com empresas nacionais está atrelado à capacidade destas empresas agregarem valor à sua atuação, seja em que nível for. A persistir o cenário atual, as organizações de pesquisa nacionais não terão condições de manter sua competitividade dentro do SIPT no médio e longo prazo, desviando seu foco de atuação apenas para nichos de mercado específicos (por exemplo, a produção de bioreatores ou inovações em culturas negligenciadas). Tal atuação, muito embora extremamente relevante e que, obviamente, deve também ser considerada dentro de um plano estratégico de inovação em plantas transgênicas,

infelizmente, não é capaz de atender completamente os interesses nacionais quando analisamos o agronegócio brasileiro como um todo.

A implantação das ações estratégicas aqui elencadas visando à criação de novo arranjo institucional para a pesquisa em plantas transgênicas obviamente exige uma intervenção mais efetiva do Estado neste setor. Contudo, tal intervenção se faz necessária para que os interesses nacionais estejam protegidos contra eventuais mudanças futuras de cenário. A importância estratégica da biotecnologia agrícola para o desenvolvimento econômico nacional e para a garantia da segurança alimentar do país justificam plenamente a adoção destas medidas.

Certo é que é fundamental para o país a adoção de medidas para garantir a competitividade de suas organizações de pesquisa agrícola dentro do Sistema de Inovação em Plantas Transgênicas, sendo este trabalho de tese uma contribuição inicial para viabilizar a consecução deste objetivo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGÊNCIA BRASILEIRA DE DESENVOLVIMENTO INDUSTRIAL (ABDI). **Relatório da Biotecnologia 2010**. Disponível no site http://www.mdic.gov.br/arquivos/dwnl_1291895534.pdf (acesso em: 15jan2011)
- AMANCIO, M. C.; CALDAS, R.A.. **Biotecnologia no contexto da Convenção de Diversidade Biológica: análise da implementação do Art. 19 deste Acordo**. Revista Desenvolvimento e Meio Ambiente, n. 22, p. 125-140, jul./dez. Editora UFPR. 2010.
- ARAGÃO, F. J. L.. **Organismos transgênicos: explicando e discutindo a tecnologia**. Barueri-SP: Manole, 2003.
- ARAGÃO, F. J. L.; FARIA, J. C., **First transgenic geminivirus-resistant plant in the field**. Nature Biotechnology. Número 27, 1086 – 1088. 2009
- ASSAD, A.L; AUCÉLIO, J.G., **Biotecnologia no Brasil – Recentes esforços**. In Biotecnologia e Recursos Genéticos: desafios e oportunidades para o Brasil. Org. Silveira, J. M. F. J., Dal Poz, M. E., Assad, A. L. Campinas: Instituto de Economia/FINEP, 2004.
- AUCÉLIO, J.G.; SANT'ANA, P.J.P., **Trinta anos de políticas públicas no Brasil para a área de biotecnologia**. Parcerias Estratégicas – Número 23 – Dezembro, p 251-267, 2006.
- BATALHA, M. O., BONACELLI, M. B., SILVA, V. M. M, BORRAS, M. A. **Pósgraduação e Biotecnologia: Formação e Capacitação de Recursos Humanos no Brasil**. In Biotecnologia e Recursos Genéticos: desafios e oportunidades para o Brasil. Org. Silveira, J. M. F. J., Dal Poz, M. E., Assad, A. L. Campinas: Instituto de Economia/FINEP, 2004.
- BIN, A.; SALLES-FILHO, S. **Science, technology and innovation management: specificities and conceptual premises** In: International Joseph A. Schumpeter Society Conference - the southern conference, 2008, Rio de Janeiro. Anais do International Joseph A. Schumpeter Society Conference - the southern conference, 2008.
- BRASIL. **Decreto nº 6.041, de _____ de _____ de 2007**. Institui a Política de Desenvolvimento da Biotecnologia e dá outras providências.
- _____ **Lei nº 11.105, de 24 de março de 2005**.
- BROOKES, G, BARFOOT, P. **GM crops: global socio-economic and environmental impacts 1996-2007**. PG Economics Ltda. UK, May, 2009. Disponível em: <http://www.pgeconomics.co.uk/pdf/2009globalimpactstudy.pdf>. Acesso em: 05 out 2010.
- BUSH, V. **Science, the endless frontier: a report to the President on a Program for Postwar Scientific Research**. Washington: United States Government Printing Office, 1945.

CALDAS, R. A.. **A Construção de um Modelo de Arcabouço Legal para Ciência, Tecnologia e Inovação.** In: Ciência, Tecnologia e Inovação: Visões Estratégicas. Revista Parcerias Estratégicas, CGEE. Jun/2001.

CAPES. **Relação de Cursos Reconhecidos e Recomendados na área de Biotecnologia.** <http://conteudoweb.capes.gov.br/conteudoweb/ProjetoRelacaoCursosServlet?acao=pesquisarLes&codigoArea=90400003&descricaoArea=MULTIDISCIPLINAR+&descricaoAreaConhecimento=BIOTECNOLOGIA&descricaoAreaAvaliacao=BIOTECNOLOGIA>
Acesso em 10maio2011.

CARVALHO, S. M. P. **Propriedade Intelectual na Agricultura.** – Campinas, SP: (s.n.), Tese de doutorado, 2003.

CARVALHO, S. M. P., SALLES-FILHO, S. L. M., PAULINO, S. R. **Propriedade Intelectual e Dinâmica de Inovação na Agricultura.** Revista Brasileira de Inovação, volume 5, número 2: 2006.

CASTRO, A. M. G, LIMA, S. M., LOPES, M. A., MACHADO, M. S., MARTINS, M. A. G. **O futuro do Melhoramento Genético Vegetal no Brasil: impactos da biotecnologia e das leis de proteção de conhecimento.** Embrapa Informação Tecnológica, Brasília, 2006.

CASTRO, A. B. **No espelho da China.** 2009

CENTRO DE GESTÃO E ESTUDOS ESTRATÉGICOS (CGEE). **Biotecnologia: Visão de Futuro e Agenda INI - Biotecnologia: 2008-2025.** Brasília: ABDI, Estudo prospectivo. 2009.

_____. **Formação de recursos humanos em áreas estratégicas de ciência, tecnologia e inovação** - Brasília, DF: Centro de Gestão e Estudos Estratégicos, 2010.

COMISSÃO TÉCNICA NACIONAL DE BIOSSEGURANÇA - CTNBIO. < <http://www.ctnbio.gov.br> >. Acesso em: 18fev2011

COMISSÃO EUROPÉIA (a). **Europeans and Biotechnology in 2010 - Winds of change?.** http://ec.europa.eu/public_opinion/archives/ebs/ebs_341_winds_en.pdf Acesso em 06 mai2011

_____(b). **A decade of EU-funded GMO research (2001 – 2010).** http://ec.europa.eu/research/biosociety/pdf/a_decade_of_eu-funded_gmo_research.pdf
Acesso em 28mai2011.

_____(c). **Questions and Answers on the EU's new approach to the cultivation of GMOs.** http://europa.eu/rapid/pressReleasesAction.do?reference=MEMO/10/325_2010.
Acesso em 28maio2011.

CONSELHO DE GESTÃO DO PATRIMÔNIO GENÉTICO – CGEN http://www.mma.gov.br/estruturas/222/publicacao/222_publicacao28072009014743.pdf
Acesso em: 8 mar2011

- CHANDLER A. D. **Organizational Capabilities and the Economic History of the Industrial Enterprise**, *Journal of Economic Perspectives*, Volume 6, Nº3.1992.
- CHESBROUGH, H. **Open Innovation: The New Imperative for Creating and Profiting from Technology**. Boston: Harvard Business School Press. 2003
- CHESBROUGH, H., BIRKINSHAW, J., TEUBAL, M. **Introdução à edição especial dos 20 anos do artigo “Profiting from Innovation”**- *Research Policy* v. 35, n 8, 2006.
- COOKE, R.D. **Investing in agricultural research and agricultural biotechnologies**. In: *Agricultural Biotechnologies in Developing Countries: Options and Opportunities to Face the Challenges of Food Insecurity and Climate Change (Abdc-10)*. FAO. Guadalajara, México. 2010.
- CORIAT, B.; WEINSTEIN, O. **Organizations, firms and institutions in the generation of innovation**. *Research Policy* 31, p. 273-290. 2002
- CORIAT, B.; ORSI, F.; WEINTSTEIN, O.. **Does Biotech reflect a new science-based innovation regime?** *Industry and Innovation*, Volume 10, Number 3, 231–253, 2003.
- COURI, S. **Infra-Estrutura de Serviços e equipamentos em biotecnologia no Brasil**. In *Biotecnologia e Recursos Genéticos: desafios e oportunidades para o Brasil*. Org. Silveira, J. M. F. J., Dal Poz, M. E., Assad, A. L. Campinas: Instituto de Economia/FINEP, 2004.
- DAL POZ, Maria Ester Soares. **Redes de inovação em biotecnologia: genômica e direitos de propriedade intelectual** / Maria Ester Soares Dal Poz. – Campinas, SP: [s.n.], Tese de Doutorado, 2006.
- DINIZ, E. **A Busca de um novo modelo econômico: padrões alternativos de articulação público-privado**. *Revista de Sociologia Política*, Curitiba, 14 p. 7-28, jun/2000.
- DINIZ, E.; BOSCHI, R. **Empresários, Interesses e Mercado**. Belo Horizonte/Rio de Janeiro: UFMG/IUPERJ. 2004.
- DIRETÓRIO DE GRUPOS DE PESQUISA, PLATAFORMA LATTES, CNPq. <http://lattes.cnpq.br/> Acesso em 10.05.2011
- DOSI, G. (1984) **Mudança técnica e transformação industrial. A teoria e uma aplicação à indústria dos semicondutores**. Campinas, SP. Editora da Unicamp. Clássicos da Inovação. 2006.
- EDILSON DA SILVA, P. **Estratégias para a organização da pesquisa em cana-de-açúcar: uma análise de governança em sistemas de inovação**. Campinas,SP.: [s.n.], Tese de Doutorado. 2008.
- EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Sugestões para a Formulação de um Sistema Nacional de Pesquisa Agropecuária**. Brasília-DF. Embrapa Informação Tecnológica. Edição espacial do documento original “Livro Preto”. 2006.

- _____**V Plano Diretor Estratégico – 2008-2011-2023.** Embrapa Informação Tecnológica, Brasília, 2008.
- _____**Recursos obtidos com royalties da soja geram novas soluções agrícolas.** <http://www.embrapa.br/imprensa/noticias/2007/outubro/5-semana/recursos-obtidos-com-royalties-da-soja-geram-novas-solucoes-agricolas/?searchterm=acordo%20monsanto> Publicado em 30.10.2007.
- _____**Syngenta e Embrapa anunciam ampla parceria em tecnologia.** <http://www.embrapa.br/imprensa/noticias/2010/abril/4a-semana/syngenta-e-embrapa-anunciam-ampla-parceria-em-tecnologia/> Publicado em 28/04/2010.
- _____**Portfólio PAC Embrapa.** Embrapa Informação Tecnológica, Brasília, 2011.
- EVANS P. **Instituciones y Desarrollo em La Era de La Globalización.** Bogotá: ILSA. Cap. 7 (Evans & Chang. El papel de las instituciones en el cambio económico). 2007.
- FIGUEIREDO, L.H.M.; Macedo, M.F.G.; Penteadó, M. I. de O, **Noções de Propriedade Intelectual - Patenteamento na Embrapa:** Conceitos e Procedimentos, 130 p. Documento 01/Assessoria de Inovação Tecnológica,2008.
- FILHO, M. O. M. **A Biodiversidade brasileira como fonte de medicamentos inovadores.** Revista Parcerias Estratégicas Ed. Esp. Brasília – DF. V. 15. n. 31 p 221-234 – jul-dez. 2010.
- FOLHA ONLINE. **Ibama multa Natura em R\$ 21 milhões por uso ilegal da flora.** Publicado em 13.11.2010. Disponível em <http://www1.folha.uol.com.br/ciencia/830226-ibama-multa-natura-em-r-21-milhoes-por-uso-ilegal-da-flora.shtml> Acesso em 05maio2011.
- FONSECA, M. G. D., DAL POZ, M. E., SILVEIRA, J. M. F. J. **Biotecnologia vegetal e produtos afins: sementes, mudas e inoculantes.** In Biotecnologia e Recursos Genéticos: desafios e oportunidades para o Brasil. Org. Silveira, J. M. F. J., Dal Poz, M. E., Assad, A. L. Campinas: Instituto de Economia/FINEP, 2004
- FREITAS, M.N.S.; HANAI, M. **Articulação institucional: por que e para que?** Embrapa - Secretaria de Apoio aos Sistemas Estaduais. Documento Institucional Interno. 1997. 9p.
- FURNIVAL, A., PINHEIRO, S. **A percepção pública da informação sobre os potenciais riscos dos transgênicos na cadeia alimentar.** História, Ciências, Saúde, 15:277-291. 2008
- FURTADO, A; FREITAS, A.G. **The Cath-up Strategy of Petrobrás Through Cooperative R&D.** In Journal of Technology Transfer, Vol. 25, N. 1, March. 2000.
- GALVÃO. A. **The economic benefits from crop biotechnology in Brazil: 1996 – 2009.** Céleres. Uberlândia, 2010.

- GODET, M.. **Manual de prospectiva estratégica: da antecipação a ação**. Lisboa. Publicações Dom Quichote, 1993.
- GODET, M. et al, **Scenarios and Strategies – a Toolbox for Scenario Planning**. Cahiers du LIPSOR, France, 2002.
- GONZALEZ, C.;GARCIA, J. ;JOHNSON, N. **Stakeholder positions toward GM food: the case of vitamin A biofortified cassava in Brazil**. AgBioForum 12 (3&4):382-393. 2009.
- GRAFF, Gregory D, et al. . **The public-private structure of intellectual property ownership in agricultural biotechnology**. Nature Biotechnology. Volume 21 Number 9, September 2003
- GRINDLE, M., S.; THOMAS, J., W. **Public Choices and Policy Change**, Baltimore and London: The John Hopkins University press. 1991.
- GUIMARÃES, J. A., AVELLAR, S. O. C., **CT&I no Brasil. Um balanço da capacitação e desempenho atual do sistema de pós-graduação e de pesquisa**. Revista Parceria Estratégicas. Ed. Esp. Brasília-DF v. 15 n. 31 p. 53-84 • jul-dez 2010.
- GUIVANT, J. **Transgênicos e percepção pública da ciência no Brasil**. Ambiente & Sociedade IX(1): 81-103. 2006.
- INÁCIO, A. **Bayer e Syngenta anunciam acordo**. Jornal Valor Econômico. São Paulo. 08/04/2011.
- JAMES, Clive. **Global Status of Commercialized Biotech/GM Crops: 2010**. ISAAA Brief No. 42. ISAAA: Ithaca, NY. 2010.
- HELLER, L.. **Monsanto, Dow join forces for new GM corn**. <http://www.foodnavigator-usa.com/Financial-Industry/Monsanto-Dow-join-forces-for-new-GM-corn> 17-Sep-2007.
- KLINER, S.; ROSENBERG, N. **An Overview of Innovation**. In: LANDAU, R; ROSENBERG, N. (Orgs.). The Positive Sum Strategy. Washington: National Academy of Press, 1986.
- KRYDER D, SP Kowalski; KRATTIGER. A.F. **The Intellectual and Technical Property Components of pro-Vitamin A Rice (Golden Rice): A preliminary Freedom-to-Operate Review**. ISAAA Briefs No20. ISAAA: Ithaca, NY, 2000.
- KUHN, T. S. **A estrutura das revoluções científicas**. Editora Perspectiva. São Paulo. 2000. Título Original: The Structure of Scientific Revolutions. 1962
- LAJOLO, F. M., NUTTI, M. R., **Transgênicos: bases científicas da sua segurança**. 2 Edição. São Paulo: SBAN, 2011
- LIMA, S. M. V et al. . **Projeto QUO VADIS: o futuro da pesquisa agropecuária brasileira**. Embrapa Informação Tecnológica. Brasília, DF. 2005

- LUNDEVALL, B-A.. **Innovation as an Interactive Process:** from user-producer interaction to the national system of innovation. In Dosi *et al.*, *Technical Change and Economic Theory*, Londres: Pinter Publisher Limited, 1988.
- McEROY, D. **Valuing the product development cycle in agricultural biotechnology – what is in a name.** *Nature Biotechnology*. Volume 22, Number 7. p. 817-822
- MACHADO, J. **Tendências Futuras da Biotecnologia: perspectivas para o setor do agronegócio e industrial.** In: *Biotecnologia e Recursos Genéticos: desafios e oportunidades para o Brasil*. Org. Silveira, J. M. F. J., Dal Poz, M. E., Assad, A. L. Campinas: Instituto de Economia/FINEP, 2004
- MACHADO, Paulo Affonso Leme. **Direito Ambiental Brasileiro.** 11^a ed. São Paulo: Malheiros. 2003.
- MALERBA, F. **Sectoral systems of innovation and production.** In: Elsevier, *Research Policy* - 31/2002, p. 247 – 264. 2002.
- MASSARANI, L.; MOREIRA, I.C. **Attitudes towards genetics: a case study among Brazilian high school students.** *Public understanding of Science*, 14:201-212. 2005
- MATTOS, Zilda Paes de Barros. **Transgênicos e fluxos de genes:** efeitos sobre o meio ambiente. SBPC. *Jornal da Ciência*, de 31 de outubro de 2003.
- MCT (2002) - Documento Sistema de Avaliação da Conformidade de Material Biológico. Disponível em www.mct.gov.br. Acesso em 9set2011.
- MILLER, J.K., BRADFORD, K. **The regulatory bottle neck for biotech specialty crops.** *Nature Biotechnology*. Volume 28, Number 10. October 2010
- MILLS, Ann E et al. **The CREATE Act: increasing costs associated with the biotech industry?** *Nature Biotechnology*, Volume 24, Number 7, July 2006.
- MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO -MAPA. www.agricultura.gov.br Acesso em 05fev2011.
- MELLO, M. T. L., **Idéias Fundadoras.** *RBI*, 6 (2) – 253-279 – Rio de Janeiro – RJ, 2007.
- MENDES, P. J. V. **Organização da P&D Agrícola no Brasil: evolução, experiências e perspectivas de um sistema de inovação para a agricultura.** Campinas, SP:s/n. Tese de doutorado. 2009.
- MENDONÇA, M.; FREITAS, R. **Panorama da Biotecnologia.** In: INICIATIVA NACIONAL DE INOVAÇÃO, 2009.
- MONSANTO COMPANY. www.monsanto.com Acesso 15mar2011
- _____
Monsanto and Syngenta Reach Royalty-Bearing Licensing Agreement on Roundup Ready 2 Yield Soybean Technology.

<http://monsanto.mediaroom.com/index.php?s=43&item=604>
23maio2008.

Publicado em

MOONEY, H. A; RISSER, P. G. **The release of genetically engineered organisms: a perspective from the Ecological Society of América.** Ecology, nº 70, vol. 2, 1989.

MULLER, A. C. A. **Patenteamento em Biotecnologia: abrangência e interpretação de reivindicações.** Tese de doutorado da Escola de Química da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), 229p, 2003.

NELSON, R.; WINTER, S. **Uma teoria evolucionária da mudança econômica.** Tradução: Cláudia Heller. Campinas: Editora da Unicamp, 2005. Título Original: Na evolutionary theory of economic change. 1982.

NORTH D. C.. **Institutions, Institutional Change and Economic performance.** Cambridge and New York, Cambridge University Press. 1990.

NUSDEO, Fábio. **Curso de Economia: introdução ao direito econômico.** 2. ed. rev. São Paulo: Revista dos Tribunais, 2000.

OMC/FAO. **Foods derived from modern biotechnology.** Second Edition. 2009. Disponível: ftp://ftp.fao.org/codex/Publications/Booklets/Biotech/Biotech_2009e.pdf Acesso em 06/05/2011

ORGANISATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT (OECD). **Managing National Innovation Systems.** OECD, Paris, 1999.

_____. **Frascati Manual 2002: Proposed Standard Practice for Surveys on Research and Experimental Development,** OECD, 6th Ed., 2002.

_____. **Oslo Manual. Guidelines for collecting and interpreting innovation data.** OECD. Paris, 2005.

_____. **The Bioeconomy to 2030: Designing a Policy Agenda.** 2009. Disponível em: <http://www.oecd.org/futures/bioeconomy/2030> . Acesso em: 10 out 2010.

_____. **Biotechnology Statistic 2009.** Disponível em: <http://www.oecd.org/dataoecd/4/23/42833898.pdf> . Acesso em: 10 out 2010.

PAVITT, K., **Sectoral Patterns of Technical Change: towards a Taxonomy and a Theory,** *Research Policy*, v.13, 1984.

PENG, W. **GM crop cultivation surges, but novel traits languish.** Nature Biotechnology. Volume 29. Número 4. Abril 2011.

PORTAL DO AGRONEGÓCIO.
<http://www.portaldoagronegocio.com.br/conteudo.php?id=41095> Acesso em 07jul2010

- POSSAS, M.L; SALLES-FILHO, S. L.; SILVEIRA, J. M.. **An Evolutionary Approach to Technological Innovation in Agriculture: some preliminary remarks.** *Research Policy* 25, 933-945, 1996.
- RECH, E. **Tecnologia do DNA recombinante e biologia sintética: opção viável para a intensificação sustentável da produção agrícola e da biodiversidade.** *Revista Parcerias Estratégicas Ed. Esp. Brasília – DF. V. 15. n. 31 p 221-234 – jul-dez.2010.*
- ROCHA, I. **Estudo da demanda de pessoal nos setores e áreas estratégicas de ciência, tecnologia e inovação.** Brasília: CGEE, 2009.
- SABALZA, M., MIRALPEIX, B., TWYMAN, R. M., CAPELL, T., CHRISTOU, P. **EU legitimizes GM crop exclusion zones.** *Nature Biotechnology.* Volume 29. Number 4. April 2011.
- SANTOS, D. M., QUIRINO, B. F., CALDAS, R. A. **Evolução da Biotecnologia.** In Quirino, Betânia F. *Revolução dos Transgênicos – Rio de Janeiro: Interciência, 2008 p. 1-18*
- SALLES FILHO, S. L. M. **A Dinâmica Tecnológica da Agricultura: Perspectivas da Biotecnologia.** Tese de doutorado. DPCT/IGE. Campinas, 1993
- SALLES-FILHO, S. L. M.; BONACELLI, M.B.M; MELLO, D.L; ZACKIEWICZ, M. **Instrumentos de apoio à definição de políticas em biotecnologia.** In *Biotecnologia e Recursos Genéticos: desafios e oportunidades para o Brasil.* Org. Silveira, J. M. F. J., Dal Poz, M. E., Assad, A. L. Campinas: Instituto de Economia/FINEP, 2004.
- SALLES-FILHO, S.L.M; BONACELLI, M. B. M. . **Em busca de um novo modelo para as organizações públicas de pesquisa no Brasil.** *Ciência e Cultura (SBPC), v. 59, p. 28-32. 2007*
- SCHUMPETER, J.A. **Capitalismo, socialismo e democracia.** Rio de Janeiro: Zahar Editores S.A., 1984. Título Original: *Capitalism, Socialism, and Democracy.* 1942.
- SILVEIRA, J. M.; OLIVEIRA; A. **Biotecnologia agrícola: impactos da segregação de grãos na competitividade brasileira.** <http://www.cib.org.br/pdf/ArtigoJoseMariaSilveira110415.pdf>. Acesso em 06 de maio de 2011.
- SIMPSON, A. J. G. et al. **The genome sequence of the plant pathogen Xylella fastidiosa** *Nature* 406, 151-157 (13 July 2000)
- SLOVIC, P. **Perception of risk.** *Science* 236: 280-285. 1987.
- STEIN, A.J.; RODRIGUES-CEREZO, E. **International trade and the global pipeline of new GM crops.** *Nature Biotechnology.* Volume 28, Number 1. p. 23-25. 2010
- SUZIGAN, W.; FURTADO, J. **Política Industrial e Desenvolvimento.** *Revista de Economia Política*, vol 26, n 2(102), abril-junho. 2006

TEECE, D. **Profiting from technology innovation:** implications for integration, collaboration, licencing and public policy. *Research Policy*, 15/6:285-305, 1986

_____. **The Knowledge Economy and Intellectual Capital Management.** In Teece, D. *Managing Intellectual Capital*. New York: Oxford University Press Incorp., 2000.

TRIGUEIRO, M. **Uma proposta teórico-metodológica para abordagem integrada de estudos prospectivos em novas biotecnologias e organismos geneticamente modificados.** In *Atividades Prospectivas em Organismos Geneticamente Modificados*. 686p. Campinas: GEOPI, 2005.

_____. **Formação de recursos humanos em áreas estratégicas de inovação no Brasil: contribuição para a construção de uma agenda.** In *Formação de recursos humanos em áreas estratégicas de ciência, tecnologia e inovação - Brasília, DF: Centro de Gestão e Estudos Estratégicos*, 2010.

VALLE, Marcelo Gonçalves do. **O sistema nacional de inovação em biotecnologia no Brasil: possíveis cenários** /Marcelo Gonçalves do Valle.-- Campinas,SP.: [s.n.], 2005.

VAZ, Isabel. **Direito Econômico da Concorrência;** prefácio de Carlos Mário da Silva Velloso. 1ª edição. Rio de Janeiro: Forense, 1993.

VENÂNCIO FILHO, Alberto . **A Intervenção do Estado no Domínio Econômico: o direito público econômico o Brasil.** Rio de Janeiro: Fundação Getúlio Vargas, 1968.

WILKINSON, J. **Da ditadura da oferta à democracia da demanda: transgênicos, orgânicos e a dinâmica da demanda no sistema agroalimentar.** Simpósio “Tecnologia Agrícola, Sociedade e Ciências da Vida”. *Anais do X Congresso Mundial de Sociologia Rural*. Rio de Janeiro, 2000.

ZACKIEWICZ, M.; BONACELLI, M.B.; SALLES FILHO, S. L. M. **Estudos Prospectivos e a Organização de Sistemas de Inovação no Brasil.** *São Paulo em Perspectiva*, V. 19. n 1., p. 115-121, jan/mar.2005.