



Número 165/2006

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS
PÓS-GRADUAÇÃO EM POLÍTICA CIENTÍFICA E
TECNOLÓGICA

MARIA ESTER SOARES DAL POZ

REDES DE INOVAÇÃO EM BIOTECNOLOGIA: GENÔMICA E
DIREITOS DE PROPRIEDADE INTELECTUAL

Tese apresentada ao Instituto de Geociências como
Parte dos requisitos para obtenção do título de
Doutor em Política Científica e Tecnológica.

Orientadora: Profª Drª Sandra de Negraes Brisolla

Co-orientador: Prof. Dr. Celso Luiz Salgueiro Lage

CAMPINAS - SÃO PAULO

AGOSTO

2006

Catálogo na Publicação elaborada pela Biblioteca do Instituto de
Geociências/UNICAMP

Dal Poz, Maria Ester Soares

D168r Redes de inovação em biotecnologia: genômica e direitos de
propriedade intelectual / Maria Ester Soares Dal Poz. –
Campinas, SP.: [s.n.], 2006.

Orientadores: Sandra de Negraes Brisolla, Celso Luiz Salgueiro Lage
Tese (doutorado) Universidade Estadual de Campinas, Instituto de
Geociências.

1. Biotecnologia. 2. Inovação tecnológica 3. Propriedade
Intelectual 4. TRIPS 5. Genômica I. Brisolla, Sandra de
Negraes. II. Lage, Celso Luiz Salgueiro. III. Universidade Estadual
de Campinas, Instituto de Geociências. IV. Título

CRS

Título em Inglês: Biotechnology innovation networks: genomics and intellectual
property rights.

Keywords: - Biotechnology;
- Technological innovation;
- Foresight;
- Innovation networks;
- TRIPS;
- Genomics.

Área de concentração:

Titulação: Doutor em Política Científica e Tecnológica

Banca Examinadora: - Sandra de Negraes Brisolla;
- José Maria Ferreira Jardim da Silveira;
- Wilson Suzigan;
- Leda Maria Caira Gitahy;
- Ana Célia Castro.

Data da defesa: 22/08/2006.



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE
CAMPINAS
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS
PÓS-GRADUAÇÃO EM POLÍTICA
CIENTÍFICA E
TECNOLOGICA

AUTORA: MARIA ESTER SOARES DAL POZ

**REDES DE INOVAÇÃO EM BIOTECNOLOGIA: GENÔMICA E
DIREITOS DE PROPRIEDADE INTELECTUAL**

ORIENTADORA: Prof^ª Dr^ª SANDRA DE NEGRAES BRISOLLA

CO-ORIENTADOR: Prof. Dr. CELSO LUIZ SALGUEIRO LAGE

Aprovada em : ____/____/____

EXAMINADORES:

Profa. Dra. Sandra de Negraes Brisolla _____Presidente

Prof. Dr. José Maria Ferreira Jardim da Silveira _____

Prof. Dr. Wilson Suzigan _____

Profa. Dra. Leda Maria Caira Gitahy _____

Profa. Dra. Ana Célia Castro _____

Campinas, 22 de agosto de 2006.

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE
CAMPINAS**

**INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS
PÓS-GRADUAÇÃO EM POLÍTICA
CIENTÍFICA E
TECNOLÓGICA**



REDES DE PESQUISA GENÔMICA E DIREITOS DE PROPRIEDADE INTELECTUAL

TESE DE DOUTORADO

MARIA ESTER SOARES DAL POZ

RESUMO

O objetivo deste trabalho, tomando como caso a pesquisa sobre biotecnologia e genes, é demonstrar que certos países, como o Brasil, produzem ciência, mas nem sempre são capazes de absorvê-la, transformando estes conhecimentos em inovação tecnológica. A hipótese central é que há uma economia política nos TRIPS - acordos *Trade Related Intellectual Property Rights*, da Organização Mundial do Comércio. O sistema internacional de Direitos de Propriedade Intelectual (DPI), no âmbito dos TRIPS, constitui fator de geração de assimetria da apropriação tecnológica, apresentando correlação com o nível de desenvolvimento econômico dos países. A diversidade das legislações nacionais em DPI, num cenário harmonizador dado pelos TRIPS, constitui fator de aprofundamento daquela assimetria, ainda que, por pressuposto, aqueles acordos tenham sido criados para a melhoria das condições de competitividade do comércio mundial. No ambiente regulatório dado por TRIPS, a apropriação de biotecnologias genômicas por países em desenvolvimento, como o Brasil, depende de um ambiente de inovação capaz de articular políticas de C&T e organização da pesquisa. Também depende da integração de dinâmicas próprias de certos Sistemas Nacionais de Inovação, de um conjunto de dispositivos políticos em Ciência e Tecnologia e de competências das instituições que realizam pesquisa e desenvolvimento. Estas capacidades se refletem no padrão de patenteamento, licenciamento e comercialização de biotecnologias genômicas e dependem dos marcos regulatórios legais. A aprendizagem para absorver conhecimentos gerados pelo próprio sistema de inovação, ou fora dele, é um dos pontos centrais da capacidade de apropriação. Está condicionada pela consciência da relação desigual entre os países na disputa pelos acordos TRIPS e pela possibilidade do traçado de uma estratégia capaz de superar essa disparidade. A supremacia econômica de alguns países serve como ferramenta de pressão para que se difundam novos padrões legais de DPI. Trata-se de entender o processo de fortalecimento dos DPI no âmbito da economia baseada em conhecimento, frente à assimetria do desenvolvimento dos países. Neste contexto, o trabalho mapeia e busca entender a dinâmica de geração de pesquisa científica e sua organização. Explora a base de apropriação de agrobiotecnologias genômicas (ABG) incorporadas em patentes da base do escritório norte-americano de patentes. O estudo de campo consiste no mapeamento das citações uma patente por outra ou por outras, das relações entre detentores de patentes de ABG, que formam uma rede de inovação. Tal rede é explorada como uma comunidade social em ciência, mostrando-se que a geografia da apropriação é relevante e que tem contornos definidos. Para tal, foram criados e aplicados indicadores de C&T e de dinâmica de rede. Este procedimento constitui uma metodologia de monitoramento de mercados de biotecnologias. Poucos atores da rede mostram-se capazes de absorver conhecimentos genômicos e transformá-los em inovação, apesar de estes estarem disponíveis em bancos internacionais de DNA alimentados pela comunidade científica internacional. Esta condição demonstra que há uma governança da inovação nestas redes, cuja base nem sempre são os sistemas de difusão de conhecimentos, mas os de apropriação diferencial. Tal diagnóstico é utilizado para a prescrição de ações que visam

melhorar o desempenho brasileiro em termos do fomento à pesquisa e suas relações com a apropriação biotecnológica.

Palavras-chave: redes de inovação, ciência e tecnologia, apropriação tecnológica, monitoramento, genômica.



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE
CAMPINAS
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS
PÓS-GRADUAÇÃO EM POLÍTICA
CIENTÍFICA E
TECNOLÓGICA

ABSTRACT
DOCTORATE THESIS

MARIA ESTER SOARES DAL POZ

The objective of this work, considering the research on biotechnology and genes, is to show that certain countries, such as Brazil, produce science, but few of them have absorptive capacity, transforming the knowledge into technological innovation. The main hypothesis is that there is a political economy on TRIPS - *Trade Related Intellectual Property Rights Agreements* of the World Trade Organization. The appropriation of the genomic biotechnologies in developing countries, such as Brazil, depends on an innovative environment that can shape S&T policies, as well as on the organization of research within the context of Intellectual Property Rights (IPR's). The IPR's international system, in the TRIPS domains, is a factor of asymmetry of technological appropriation, which presents a strong correlation with the level of economical development of the countries. The diversity of national legislations as regards IPR's, within a harmonizing scenario provided by the TRIPS, constitutes a factor that increases that asymmetry even though, by definition, those agreements are created to enhance the conditions of competitiveness of the world trade. The systemic appropriation of biotechnologies derived from genomics depends on the integration of characteristic dynamics of certain National Systems of Innovation, on a set of political devices regarding Science and Technology, and on the activity of institutions that carry out research and development. Those activities influence the standards of patenting, licensing and commercialization of genomic biotechnologies, and depend on legal regulatory landmarks in terms of the IPR's. Learning to acquire knowledge generated by the innovation system itself, or outside it, is one of the core points of appropriation. It is conditioned by the awareness of the uneven relation between the countries in the dispute of the TRIPS agreements, and by the possibility of devising a strategy which can overcome that disparity. The economic supremacy of some countries is used as a tool to press for new legal standards of IPR to be spread out. It is about understanding the strengthening process of the IPR's within the economy based on knowledge facing the asymmetry in the development of countries. Within this context, this work aims at clarifying the dynamics in the generation of scientific research as regards the organization of the genomic science. It explores the appropriation of genomic agrobiotechnologies (GAB) incorporated in patents of United States Patent and Trademark Office (USPTO). The field study consists of mapping citation patterns of one patent instead of other or others, and the relations between the GAB patent holders, who comprise an innovation network. Such net, from the perspective of the social community in science, is explored by showing that the appropriation geography matters and that the net has defined frontiers. In order to do so, we created and applied S&T and net dynamics indicators. This procedure concerns to be a foresight tool for biotechnology markets. Few actors in the net were able to acquire genomic knowledge and transform it into innovation, although it was available in international DNA databanks that receive input from the whole international scientific community. This condition shows that there is some sort of administration in the innovation of these nets whose basis is not always the system of information broadcast, but rather one of differential appropriation. Such diagnosis is used in the prescription of actions that aim at improving the Brazilian performance in terms of research development and its relations with biotechnological appropriation.

Key-words: networks of innovation, science and technology, absorptive capacity, foresight, genomics.

À minha família: Bueno, Thiago e Beatriz: meus amores

AGRADECIMENTOS

Mais do que agradecer, eu quero celebrar.

A amizade, competência acadêmica extrema e delicadeza com as coisas da vida que valem mesmo e que fazem a competência acadêmica – e todas as outras – valerem ainda mais. Por isto celebro minha orientadora, Sandra Brisolla, uma grande professora e sua família, nestes anos de convivência e alegria.

Quero celebrar o jeito e a capacidade do Celso Lage, meu co-orientador, que tanto me ajudou, chegando de mansinho e mostrando que a rede de “atores” fica melhor quando tem gente como ele. Isto ficou patente na exploração das patentes.

A real intenção de meus professores do DPCT em fazer a melhor ciência, em estudar até o limite, sem concessões, para fazer valer a idéia de *universidade*. Celebro minha instituição.

Celebro o Professor José Maria da Silveira, ele mesmo, instituição de capacidades e de generosidades: pessoa ímpar.

Meus colegas de pesquisa do Instituto de Geociências, todos pelos quais passei, celebração das vontades coletivas de fazer boas coisas. Diversão faz parte, no meio de muito estudo, ainda que eu tenha aproveitado menos do que desejaria, já que moro em São Paulo.

Minha mãe eu celebro, porque torce e vela por mim, sempre, mantendo uma luz acesa.

Maria das Dores, meu anjo da guarda, que celebra muito por mim, lá em sua quietude que trouxe das montanhas de Minas.

Bueno, Thi e Bia: espero que possamos continuar celebrando a nós mesmos e tudo o que nos diz respeito, mas que, talvez, por conta da “tese”, tenho falhado em celebrar.

I

Salomon saith: *There is no new thing upon the earth.* So that as Plato had an imagination, *that all knowledge was but remembrance;* so Salomon giveth his sentence, *that all novelty is but oblivion.*

Francis Bacon: Essays LVIII

II

DEL RIGOR DE LA CIENCIA

...En aquel Imperio, el Arte de la Cartografía logró tal Perfección que el mapa de una sola Provincia ocupava toda una Ciudad, y el mapa del Imperio, toda una Provincia. Con el tiempo, esos Mapas Desmesurados no satisfacieron y los colegios de Cartógrafos levantaram un Mapa del Imperio, que tenia el tamaño del Imperio y coincidía puntualmente con él. Menos Adictas al Estudio de la Cartografía, las Generaciones Siguietes entendieram que ese dilatado Mapa era Inútil y no sin Impiedad lo entregaron a las Inclemencias del Sol y de los Inviernos. En los desiertos del Oeste perduram despedazadas Ruinas del Mapa, habitadas por Animales y por Mendigos; en todo el País no hay otra reliquiade las Disciplinas Geográficas.

Suárez Miranda: Viajes de varones prudentes, Libro Cuarto, Cap. XLV, Lérída,
1658.

In: Jorge Luiz Borges, El hacedor.

SUMÁRIO

Introdução	1
Parte I - Contexto da Análise sobre Direitos de Propriedade Intelectual em genômica	13
Capítulo 1 – Instrumental Analítico	14
Introdução	14
Marco teórico e conceitual da análise	20
Teoria evolucionista	20
Conceitos que emergem das abordagens neo-schumpeterianas e institucionalistas	24
Conceitos relacionados aos Sistemas Nacionais de Inovação	33
Abordagem da Rede	46
Capítulo 2 - Instrumental Metodológico	62
Contribuição do referencial teórico e conceitual para a metodologia	62
Mapeamento de políticas de C&T em genômica e seus nexos com a legislação de propriedade intelectual .	62
Técnicas de análise de dados	66
Parte II - Relação Pesquisa-Inovação em Genomas no âmbito internacional: o cenário legal e o cenário inovativo	95
Introdução	95
Capítulo 3 - DPI: cenário legal da apropriação de inovações genômicas	96
Direitos de Propriedade Intelectual	99
ABG e Direitos de Propriedade Intelectual	104
Legislação de DPI e Acordos Internacionais	116
Capítulo 4: Cenário Inovativo	148
Inovação genômica e desenvolvimento dos países	148
Projetos Genoma no Brasil	153
Globalização, regimes tecnológicos e capacidade de apropriação de novas biotecnologias	165
DPI e mundialização do capital	167
DPI, América Latina e Desenvolvimento	172
Para quê Projetos Genoma?	181
A polêmica dos transgênicos – biodiversidade, regulação e percepção pública	190
A dinâmica típica da inovação em ABG	205
Parte III Estudo de Caso e Conclusões	217
Capítulo 5 – Estudo de Caso	218
Introdução	218
Recortes amostral e temporal	220
Indicadores de patenteamento e dinâmica de apropriação	221
Dimensão temática – categorias de biotecnologias	223
Dimensão geográfica - detentores por país e estados do país líder	240
Dimensão dinâmica – indicadores de rede	242
CONCLUSÕES	267
GLOSSÁRIO	290
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	297

LISTA DE SIGLAS

ABG – Agro-Biotecnologias Genômicas
ABRASEN – Associação Brasileira de Sementes.
BIO- *Biotechnology Industry Organization*
C&T – Ciência e Tecnologia
C&T&I - Ciência, Tecnologia e Inovação
CAPES – Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
CDB – Convenção de Diversidade Biológica
CEPAL - Comissão Econômica Para a América Latina
CGEN Conselho de Gestão do Patrimônio Genético
CIP – Classificação Internacional de Patentes (IPC – *International Patent Classification*)
CIPR - Comissão de Direitos de Propriedade Intelectual
CNPq – Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico
CTNBio - Comissão Nacional Técnica de Biossegurança
CUP - Convenção da União de Paris para a Proteção da Propriedade Industrial
DPI – Direitos de Propriedade Intelectual
EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
EPC – *European Patent Convention*
FAO: *Food and Agriculture Organization*
FAPESP – Fundação e Amparo à pesquisa do Estado de São Paulo
GATT - *General Agreements on Tariffs and Trade*
INPI – Instituto Nacional de Propriedade Industrial
LPC - Lei de Proteção aos Cultivares do Brasil.
LPI – Lei de Propriedade Industrial
NSF – *National Science Foundation*
OCDE Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico
OGM – *Organismo Geneticamente Modificado*
OMC – Organização Mundial do Comércio

ONU – Organização das Nações Unidas
P&D – Pesquisa & desenvolvimento
PCT – *Patent Cooperation Treaty*
PEA – População Economicamente Ativa
PNUD – Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento
SNI – Sistema Nacional de Inovação
SNPC Serviço Nacional de Proteção de Cultivares -
SPS - Acordo sobre Questões Sanitárias e Fitossanitárias da FAO
TBT Acordo sobre Barreiras Técnicas da FAO
TEN – *Techno-Economic Networks*, ou Redes Tecno-Econômicas
TRIPS – *Agreements on Trade Related Intellectual Property Rights/ Acordos Comerciais*
Relacionados a Direitos de Propriedade Intelectual
UE – União Européia
UNCTAD – *United Nations Conference on Trade and Development*
UPOV - União Para a Proteção aos Cultivares
USPTO – *United States Patent and Trade Office*
WIPO – *World Intellectual Property Organization/ OMPI – Organização Mundial de*
Propriedade Intelectual

LISTA DE TABELAS, QUADROS, GRÁFICOS E FIGURAS

Figura 1.1 - TEN - <i>Techno-Economic Network</i> ou Redes Tecno-Econômicas	52
Figura 2.2 – Exemplo de representação visual de uma Rede e das frequências de relacionamentos entre atores	76
Figura 2.3 – Gráfico de relacionamentos binários entre detentores, patentes e inventores e representação geodésica da rede de vínculos.	78
Figura 2.4 – Exemplos de densidade e centralidade de redes	85
Erro! Nenhuma entrada de índice de figuras foi encontrada.	
Quadro 3.1 - Rodadas do GATT	117
Gráfico 4.1 - Área Global com Cultivos Transgênicos, de 1996 a 2003 (em milhões de hectares).....	149
Gráfico 4.2 - Área Global com cultivos transgênicos, de 1996 a 2003: países industrializados e em desenvolvimento (em milhões de hectares).....	150
Gráfico 4.3 - Distribuição dos Cultivos GMs por produtos (em % da área plantada).....	151
Figura 4.1 - Fases da pesquisa e desenvolvimento de inovações em ABG.....	152
Quadro 4.1 – Projetos Genoma no Brasil: visão geral	153
Quadro 4.2 - Empresas de biotecnologia genômica criadas com o advento dos Projetos Genoma.....	156
Gráfico 4.4 - Dispendio em Projetos Genoma, FAPESP, 1997 a 2004 (US\$ milhões) ...	157
Quadro 4.3 - Grupos de genômica e de genética molecular, Plataforma Lattes, CNPq, 2005.	159
Gráfico 4.5 – Distribuição dos grupos de genômica por estado brasileiro.....	160
Gráfico 4.6 – Distribuição (%) das instituições que abrigam grupos de pesquisa genômica	161
Gráfico 4.7 – Porcentagem de pesquisadores atuantes em genômica, entre instituições do estado de São Paulo	162

Gráfico 4.8 – Porcentagem de instituições que realizam genética molecular – por dependência administrativa.	163
Gráfico 4.9 - Porcentagem de Grupos de pesquisa em genômica – caráter das Instituições	163
Gráfico 4.10 - Porcentagem de Grupos de pesquisa em genética molecular - por caráter da instituição	164
Gráfico 4.11 – Curvas de custo médio e tamanho mínimo de mercado, para entrada de variedades localmente desenvolvidas, adaptadas e importadas.....	189
Tabela 4.1 - Recursos Humanos em Ciência e Tecnologia – pessoal titulado em nível superior e com ocupação em C&T (RHCTn) - Brasil e países selecionados da União Européia. 2004.	195
Quadro 4.4 - Conflitos Potenciais e diferenças de concepções sobre objetos de análise entre CDB e TRIPS	202
Gráfico 5.1 - Número de patentes C07h21 e C12N15 registradas no USPTO por ano (1973-1999).....	223
Gráfico 5.2 – Distribuição geral das patentes C07h21 por Categoria Biotecnológica	224
Gráfico 5.3 – Distribuição de patentes por tipo de detentor – Categoria 1	227
Gráfico 5.4 – Distribuição (%) das patentes da Categoria 1 - por Empresas Transnacionais.	227
Gráfico 5.5 – Distribuição de patentes por tipo de detentor – Categoria 3	229
Gráfico 5.6 - Distribuição (%) das patentes Categoria 3, por Empresas Transnacionais...	230
Gráfico 5.7 - Distribuição de patentes por tipo de detentor – Categoria 9	231
Gráfico 5.8 - Distribuição (%) das patentes da Categoria 9, por Empresas Transnacionais.	232
Gráfico 5.9 - Distribuição de tipos de cultivares transgênicos - Categoria 14.	233
Gráfico 5.10 - Distribuição (%) das patentes - Categoria 14, por Empresas Transnacionais.	234
Gráfico 5.11 - Distribuição (%) dos detentores de patentes da Categoria 6.....	236

Gráfico 5.12 – Distribuição das patentes - Categoria O, segundo a natureza da instituição	238
Gráfico 5.13 – Distribuição das patentes - Categoria O, segundo ET.....	238
Quadro 5.1 - Composição das Empresas - Categoria 0	239
Gráfico 5.14 – Patentes Citadas por país de residência do detentor.....	240
Gráfico 5.15 - Distribuição de Patentes Citadas por Estado dos EUA.....	241
Figura 5.1 – Visão geral da rede de citações – patentes C07h21	244
Figura 5.2 – Visão geral: <i>clusters</i> da rede de citações e conectores – patentes C07h21 ...	245
Tabela 5.1 - Distribuição das frequências das citações.	246
Tabela 5.2 - Índices de centralidade	247
Quadro 5.2 – Perfil dos <i>clusters</i> da rede.....	248
Figura 5.3 - Patente 5824790, altamente citada dentre as citadoras.....	251
Figura 5.4 – Visão geral: <i>clusters</i> e seus conectores da rede de citações – patentes C07h21	253
Tabela 5.3 - Distribuição das patentes conectoras de I x II.....	253
Figura 5.5 - <i>Clusters</i> I e II e seus conectores - rede de citações – patentes C07h21	254
Figura 5.6 – <i>Clusters</i> II e III e seus conectores - rede de citações – patentes C07h21	255
Figura 5.7 – <i>Clusters</i> III e VI e seus conectores - rede de citações – patentes C07h21	255
Figura 5.8 – <i>Clusters</i> III e IV e seus conectores da rede de citações – patentes C07h21...	256
Figura 5.9 – <i>Clusters</i> IV e V e seus conectores da rede de citações – patentes C07h21....	256

Figura 5.10 – <i>Clusters</i> VI e VII e seus conectores da rede de citações – patentes C07h21257	
Figura 5.11 – <i>Clusters</i> VII e VIII e seus conectores da rede de citações – patentes C07h21	258
Tabela 5.4 – Proporção de Categorias biotecnológicas	259
Figura 5.12 – <i>Clusters</i> VII e XI e seus conectores da rede de citações – patentes C07h21	260
Figura 5.13 – <i>Clusters</i> XI e XII e seus conectores da rede de citações – patentes C07h21	261
Figura 5.14 – <i>Clusters</i> XIII e XIV e seus conectores da rede de citações – patentes C07h21	262
Figura 5.15 – <i>Clusters</i> IX e X e seus conectores da rede de citações – patentes C07h21	263
Figura 5.16 – Representação da conectividade geral mínima 1,0 da rede	264
Tabela 5.5 - Distância geodésica entre patentes conectadas por, no mínimo, um vínculo	265

Introdução

Este trabalho tem como tema o fenômeno da apropriação de conhecimentos científicos incorporados a novas biotecnologias baseadas em estudos genômicos e proteômicos¹. Defende a idéia de que há uma divisão internacional do trabalho científico, na forma de uma assimetria de apropriação tecnológica no nível global. Apenas poucos atores sociais que produzem ciência – na área de genômica - são os detentores de Direitos de Propriedade Intelectual (DPI) sobre biotecnologias genômicas geradas a partir de pesquisa científica.

Optou-se por um recorte, focalizando as biotecnologias de aplicação agrícola, ou agrobiotecnologias genômicas, ora em diante chamadas ABG.

A apropriação de tecnologias é, em geral, um processo restrito a uma pequena parte dos atores que produzem ciência. Poucos são os que tiram proveito econômico da geração de conhecimentos. Discute-se como melhorar a capacidade em absorver tais conhecimentos, na forma de tecnologias apropriadas. Faz sentido que, sendo o Brasil um país biomegadiverso e que investe em pesquisa na área de genômica, aplique esforços para aumentar sua capacidade de absorção tecnológica.

O trabalho se dedica a melhorar a compreensão de como e porque alguns atores conseguem o patenteamento de biotecnologias – que é parte essencial do fenômeno da inovação - e outros não. Além disso, a patente é apenas um requisito necessário, mas não suficiente, para atingir o verdadeiro objetivo que é a inovação. Ou seja, a aplicação do conhecimento à elevação da produtividade ou criação de novo produto ou processo. Assim, o foco está colocado sobre o sistema internacional de propriedade intelectual e na economia política dele derivada.

¹ Os estudos sobre o material hereditário dos seres vivos são hoje conhecidos pelos termos “genômica” e “proteômica”. São possíveis graças a um conjunto de técnicas que permitem entender os processos celulares e moleculares nos níveis do DNA, RNA e da síntese de proteínas e outras vias metabólicas. Assim, o ideal seria considerar que a genômica e a proteômica são um só processo de investigação científica e tecnológica. Mas, para simplificar a leitura deste trabalho, optou-se por citar apenas a palavra *genômica*, uma vez que este termo representa os processos acima descritos de modo mais geral.

No contexto da difusão global dos parâmetros de DPI - dados pelos acordos TRIPS – *Agreements on Trade Related Intellectual Property Rights* da Organização Mundial do Comércio - OMC - está em curso um processo de harmonização do padrão de apropriação tecnológica, no bojo da internacionalização do capital e da difusão da economia baseada em conhecimento. Tal processo se evidencia de modo muito importante desde a criação da OMC, em 1994, que veio providenciar os instrumentos de garantia de vantagens econômicas das atividades baseadas em conhecimento.

Os acordos TRIPS vêm sendo eficientes em garantir, de modo assimétrico, os DPI. No caso da apropriação sistêmica de ABGs, no contexto internacional dado pelos TRIPS, é preciso levar em conta, também, certas dinâmicas próprias dos Sistemas Nacionais de Inovação (SNI) – que são comparáveis a uma *ambiente* no qual certo conjunto integrado de dispositivos políticos em C&T e competências institucionais em DPI, patenteamento, licenciamento e comercialização de tecnologias se mostram virtuosos para o desenvolvimento. A apropriação de biotecnologias genômicas também parece depender deste ambiente de inovação capaz de articular políticas de C&T e organização da pesquisa, mas, no caso em tela, mais um fator deve ser contemplado: as ABG constituem um regime tecnológico ímpar, no qual a geração de inovação depende muito fortemente da produção científica.

Neste contexto, o trabalho tem como pergunta:

Sob o pressuposto de que há uma economia políticas em TRIPS, quais seriam as condições do ambiente inovativo mais propício para a apropriação sistêmica de biotecnologias, no contexto da harmonização mundial dos DPI?

No caso brasileiro, investir em pesquisa genômica faz sentido, até porque que a ciência é um bem em si. Mas isto não significa que as políticas de C&T não devam contemplar os aspectos relativos à obtenção de ganhos econômicos e sociais derivados da produção de conhecimentos básicos. Por isto, a aprendizagem para absorver conhecimentos gerados pelo próprio sistema de produção de conhecimentos, ou fora dele, é vista pelo trabalho como um dos pontos centrais da capacidade de apropriação.

Esta capacidade está também condicionada pela consciência da relação desigual entre os países na disputa pelos acordos TRIPS e no traçado de uma estratégia capaz de superar essa disparidade. O grau de desenvolvimento dos países importa para a eficiência da apropriação, de forma que a supremacia de alguns pode servir como ferramenta de pressão para que se difundam novos padrões legais de DPI. Trata-se, desta forma, *de entender como se dá o processo de fortalecimento dos DPI no âmbito da economia baseada em conhecimento*, frente à assimetria do desenvolvimento dos países.

O *objetivo específico* do estudo foi obter uma ferramenta de análise do conjunto de aspectos relativos à lógica da formulação e implementação de DPI, que levasse em conta as especificidades da organização da pesquisa genômica mundial.

As biotecnologias são, segundo Silveira, Dal Poz e Assad (2002):

“(...) um bloco robusto que combina diferentes protocolos de pesquisa já existentes com novos procedimentos científicos derivados de diferentes disciplinas, tais como bioquímica e biologia molecular. Isso permite um grande potencial para novas combinações com paradigmas existentes, como o da ciência da computação. Isso está relacionado ao processo de inovação, que é a combinação de diferentes peças do conhecimento, onde cada ação é um building block”.

Levando em conta o *modus operandi* da organização da pesquisa em biotecnologia, que requer aproximação de atores de diferentes áreas, o estudo foi calcado na utilização de um grupo de indicadores de C&T&I que incluem, além dos tradicionais indicadores em cientometria e bibliometria, aqui chamados de “estruturais”, aqueles de *apropriação de conhecimentos*.

Estes últimos indicadores pretendem iluminar como se dá a dinâmica e o *fluxo de conhecimentos científicos e tecnológicos entre atores das redes de pesquisa*. O foco está no processo de absorção tecnológica de agro-biotecnologias derivadas de pesquisa em genômica e proteômica, ciências da fronteira do conhecimento. Mas, dadas as características gerais do processo de internacionalização do capital, bastante vinculado à economia baseada em conhecimento, suas conclusões poderão ser úteis para entender o fenômeno da apropriação de tecnologias em outras áreas da economia intensiva em ciência.

O trabalho demonstra que o *padrão de apropriação do sistema internacional de DPI* é, no momento, mais favorável para alguns atores da rede do que para outros. Também que o processo de apropriação é dinâmico, porque a base técnica está em constante mudança, provocando novas demandas de negociação por DPI. Isto implica em abandonar a idéia de que a base legal seja um arcabouço fixo de idéias a serem cumpridas por partes interessadas nos ganhos econômicos derivados da P&D. Sem dúvida, as bases normativas, legais e regulatórias dos processos de inovação mudam mais lentamente do que a base técnica. Mas, em termos da capacidade de apropriação de tecnologias, devem ser alvo de constante análise e remodelação, de modo a que as competências científicas geradas no âmbito dos sistemas de C&T dos países possam ser transformadas em capacidade de absorção tecnológica e melhoria da competitividade industrial e agrícola.

Não basta achar que os TRIPS têm efeito negativo ou positivo *per si*: o arcabouço do sistema de regulação deve ser pensado e repensado, à luz das capacidades científicas e tecnológicas de um país, para que este venha a se inserir da melhor maneira na economia baseada em conhecimento. Cada vez que adquirimos maior competência em genômica, precisaremos repensar de que forma a legislação nacional, frente ao contexto internacional dado por TRIPS e pelo conjunto de dispositivos de apropriação e regulação de mercados, poderia favorecer o desenvolvimento da indústria de biotecnologia no Brasil. E proceder às negociações que venham a modificar as legislações pertinentes, caso isto se mostre necessário.

Assim, este trabalho se dedica conseguir insumos para a formulação de políticas de C&T e inovação em biotecnologia.

Concebidos como guias para o livre comércio, os acordos OMC/TRIPs, firmados em 1995 por grande parte da comunidade mundial de países, coram a tendência ao alinhamento da legislação de comércio internacional. Definem um patamar mínimo de proteção aos DPI no nível da OMC, deixando a definição do teto de proteção aos DPI e de seus regimes de regulação a critério das nações.

Esta condição, de “assimetria institucional” dos acordos TRIPS, resultou, na área das ABG, numa dinâmica de apropriação de DPI desfavorável para o conjunto de países em desenvolvimento, já que a legislação dos países desenvolvidos é muito mais afeita à proteção

máxima de inovações, na forma de patentes. As ABG geradas num contexto nacional podem ser patenteadas nestes países e sua difusão comercial nem sempre se dá no território no qual a pesquisa básica foi produzida. A economia atual não é apenas “baseada em conhecimento”, mas também é “global”: produtos inovativos de conteúdo tecnológico baseado em conhecimentos genômicos podem ser desenvolvidos a partir de genes presentes em organismos de certo bolsão de biodiversidade, que apresenta fronteiras nacionais, mas a aceitação de proteção aos DPI, em outras esferas nacionais, pode ser permitida. Isto favorece a comercialização destes produtos fora dos limites geográficos que delimitam a “biodiversidade”.

Os TRIPS, deixando a critério dos países a decisão de qual teto² de proteção patentária podem adotar, reforçam esta assimetria. Esta condição, em princípio bem intencionada, baseia-se no fato de que as questões de DPI são de tratamento nacional, e, portanto, cada nação é soberana para decidir sobre o escopo e extensão da proteção a estes direitos. Tal disposição realmente é necessária para que cada país se mantenha soberano e não aceite, caso não julgue pertinente, a proteção patentária de invenções derivadas de pesquisa sobre o material hereditário dos seres vivos. Assim, como em qualquer outra área dos DPI, existe uma alta diversidade legal nos níveis nacionais.

Mas, no contexto da mundialização do capital, tal diversidade funciona, na prática, como assimetria institucional, mais vantajosa para os países desenvolvidos e para empresas transnacionais. Países menos desenvolvidos têm a prerrogativa de não aceitar patenteamento de genes, mas o que se percebe é que muitos deles vêm aceitando, no bojo de acordos bilaterais de comércio internacional, tetos de proteção aos DPI mais altos, comparáveis aos dos países desenvolvidos. Assim, fazer parte da comunidade internacional, em termos econômicos, pode pressupor dar em troca ações de fortalecimento nacional dos DPI, facilitando a harmonização destes direitos no nível de TRIPS. Também é verdade que, mesmo que as legislações nacionais – como no caso brasileiro – continuem não aceitando patentes de genes, estas continuam sendo solicitadas e concedidas nos países desenvolvidos. Geram inovação e deslocam mercados

² Oferecem apenas o piso mínimo de proteção. Tecnologias que envolvem seres vivos são passíveis de serem excluídas da proteção patentária, segundo os TRIPS (artigo 27.3 b), com exceção de microrganismos geneticamente modificados.

internacionais. Assim, no nível do comércio mundial, a supremacia econômica faz com que tais produtos, de fato, se difundam.

Uma análise da cadeia inovativa das ABG pode iluminar esta idéia: genes podem ser estudados por meio de atividades científicas, o que não quer dizer, necessariamente, que tais conhecimentos se transformarão em tecnologias, nem que estas serão comercializadas. Assim, um país que não tenha competências inovativas, pode e deve, de fato, deixar de aceitar patenteamento de genes. Mas isto não impede que a P&D internacional avance, estudando organismos vivos e seus genomas e proteomas, nem que gere inovações baseadas em genética molecular. Some-se a isto o fato de que a legislação sobre DPI, nos países desenvolvidos, é extremamente alinhada aos TRIPS, cuja norma é a proteção aos DPI sobre inovações genômicas (Artigo 27.3[b]).

Além disto, aqueles acordos apresentam força normativa mais geral, já que envolvem não apenas a questão da genômica, ou outras deste tipo, específicas, mas outras, amplamente vinculadas à dinâmica do comércio internacional.

Países desenvolvidos vêm perpetrando esforços para que os países em desenvolvimento se alinhem aos TRIPS. Mesmo sendo a OMC a instância de discussão deste tipo de salvaguarda aos DPI, os EUA, por exemplo, vem estabelecendo inúmeros acordos bilaterais de comércio internacional. No bojo destes acordos, que podem ser para vender sapatos ou soja, estabelecem-se cláusulas que, para vender sapatos ou soja no mercado internacional, o país menos desenvolvido se compromete a estabelecer legislação nacional que proteja mais fortemente os DPI, nos moldes de TRIPS, ou até mesmo de modo mais rígido do que o previsto por aqueles acordos. Assim, de modo sistemático *e de fato*, o padrão TRIPS de apropriação vai sendo difundido.

No caso brasileiro, no qual a legislação sobre DPI é pouco alinhada aos TRIPS, dois outros motivos dificultam a apropriação de resultados de pesquisa em ABG: *a)* o descompasso entre as estruturas legais nos âmbitos nacional e internacional e, *b)* a forma como se organizam a C&T&I em ABG.

Através de intensos esforços de fomento governamental em C&T, as redes de pesquisa em ABG vêm crescendo no Brasil, estabelecendo nexos com a pesquisa científica e com a P&D internacional. O *modus operandi* destas redes e as formas como são organizadas favorecem a internacionalização das atividades de C&T: os resultados de sequenciamento e anotação de genes são depositados em bancos internacionais genômicos, permitindo o livre acesso aos dados científicos básicos pelos setores de P&D.

Esta é, aliás, a forma como se difunde o conhecimento científico, em geral. O que há de novo no caso das ABG é que estas são derivadas de conhecimento muito próximo da aplicação tecnológica, portanto de difícil apropriação de resultados de pesquisa.

A conjunção destes fatores favorece duplamente as empresas insumidoras de ABG, que se favorecem da estrutura diferencial de proteção aos DPI no âmbito internacional. É possível absorver conhecimentos científicos disponíveis nos bancos internacionais de dados de genômica, protegendo as ABG deles derivadas nos contextos nacionais mais afáveis ao patenteamento de genes. Assim, as disputas proprietárias sobre estas biotecnologias deverão se dar no âmbito da legislação sobre comércio internacional.

Os países-sede destas empresas podem também adquirir *expertise* para negociar inovação e acumular evidência empírica utilizável como peça de argumentação no nível de jurisprudência internacional sobre DPI no âmbito da OMC.

Esta organização das capacidades tecnológicas com o poder de apropriação parece depender claramente do avanço do processo de harmonização das condições regulatórias do comércio internacional. Os DPI teriam, neste contexto, papel normativo das relações econômicas no nível global. É necessário lembrar que os países economicamente desenvolvidos possuem, no âmbito da OMC, vantagens associadas justamente pelo fato de poder barganhar questões comerciais com maior conforto, o que se torna uma ferramenta de pressão para que os sistemas de regulação de DPI, no nível nacional, ganhem alinhamento aos TRIPS.

Já os países em desenvolvimento, cujas legislações são menos afeitas à proteção patentária de tecnologias que envolvem seres vivos, nem sempre aceitam patentes biotecnológicas. Soma-se

a isto o fato de que seus sistemas nacionais de inovação não se apresentam fortemente estruturados.

Assim, num contexto de outro tipo de assimetria - do poder econômico entre os países - estar ou não em aderência com os instrumentos de harmonização comercial baseados em proteção de ativos intelectuais se mostra muito mais vantajoso, em termos da apropriação de tecnologias, para os países desenvolvidos.

Justifica-se, neste contexto, que as políticas nacionais brasileiras de ABG contemplem, de forma integrada, as dinâmicas inovativas e o padrão legal sobre DPI do setor, dadas as vantagens diferenciais da competitividade entre países desenvolvidos e não-desenvolvidos no âmbito dos TRIPS.

O desafio metodológico deste trabalho foi, então, a construção de indicadores sobre os fatores que contribuem para a apropriação de ABG. Entender o estado-da-arte relativo aos DPI no âmbito da OMC fez parte dele, o que resultou numa discussão sobre o papel destes direitos nos contextos nos quais os mecanismos inovativos se mostram eficientes, como é o caso de países como os EUA. Este método, empírico e indutivo, permitiu avançar no reconhecimento das proposições sobre as formas de DPI atualmente mais utilizadas, revelando o papel destes direitos nas redes de pesquisa em ABG.

A apropriação de ABG se dá, na prática, sob a forma de *jogos*, envolvendo argumentações bastante polarizadas acerca de como entender ou interpretar os genes: a partir do conceito de “entidade tecnológica” ou como “entidade natural”? Atores imersos em sistemas representativos da economia baseada em conhecimento defendem a idéia de que genes são entidades tecnológicas, apenas reveláveis por meio do intelecto humano, e, como tal, devem ser vistos como passíveis de proteção aos DPI. Atores cujas economias são menos baseadas em conhecimento argumentam que os genes são entidades naturais, partes indissociáveis dos seres vivos, não sendo assim passíveis de proteção formal de DPI, por meio de patentes ou outros mecanismos similares.

Para entender o sistema de apropriação biotecnológica, o trabalho se pautou em quatro objetivos secundários:

- ✓ Identificar os mecanismos de organização da C&T e P&D de ABG que vêm garantindo eficiência das redes de geração de ABG no nível internacional;
- ✓ Entender o papel dos DPI nos contextos nos quais os mecanismos inovativos se mostram eficientes;
- ✓ Construir um corpo de evidências sobre as atividades de negociação de DPI, em casos que envolvam inovação de processo ou produtos derivados de material hereditário;
- ✓ Analisar o padrão no qual se dá o trâmite e a execução de processos de DPI e suas relações com outros aspectos do comércio internacional.

Estes procedimentos se justificaram, à luz das assimetrias que os mecanismos inovativos podem apresentar em diferentes contextos nacionais. A capacidade de apropriação, num país desenvolvido, como esta tese demonstra, parece ser o resultado da integração de legislação sobre DPI, do conjunto de políticas de C&T e das competências institucionais em manter suas rotinas tecnológicas, ao mesmo tempo em que monitoram os mercados, na forma em que novas tecnologias podem ser cruciais para a manutenção da competitividade. Não se pode esquecer do contexto global em que essas tecnologias são geradas e principalmente aplicadas: e ambientes propícios ao investimento em P&D e à inovação.

Buscaram-se evidências empíricas sobre a forma como a comunidade internacional – *ou rede social de atores em ciência* - envolvida com pesquisa genômica, se apropria de DPI. Para isto, o Estudo de Caso analisou patentes do subgrupo C07h21, de produtos e processos baseados em DNA e RNA, segundo a Classificação Internacional de Patentes, na base do USPTO.

O estudo baseou-se na leitura prévia e categorização de patentes do subgrupo citado anteriormente. Das mais de 13 mil patentes encontradas, 725 continham a palavra “*plant*” no quadro reivindicatório, o que permitiu filtrar a população em uma amostra adaptada para o caso que a tese focaliza, ou seja, patentes de importância agrícola. Duas novas categorias tiveram de ser criadas, ambas no campo de saúde humana, já que muitas patentes apresentam potenciais aplicações tanto para os mercados agrícolas, quanto os de saúde animal e humana.

Construindo-se uma matriz de *n atores* - detentores e inventores que compõem o núcleo proprietário das patentes - que se citam mutuamente, foi possível construir a rede de relações que pauta a análise sobre a apropriação de ABG. A análise do fluxo de conhecimentos foi feita

de modo a relacionar os contextos jurídicos e inovativos - podem ou não ser mais ou menos virtuosos - em termos da apropriação de ABG, dado o advento dos acordos TRIPS da OMC. A história e o grau de desenvolvimento dos países será considerado sempre como fator central desta capacidade de apropriação.

Assim, o trabalho está assim estruturado: na Parte I são apresentados e discutidos, à luz do problema de pesquisa que a tese focaliza, os conceitos e pressupostos que foram utilizados no detalhamento das hipóteses (Capítulo 1) e a metodologia da tese (Capítulo 2), dando apoio analítico ao estudo de caso. Descrevem-se, em especial, os indicadores de *rede* que servirão para analisar o fenômeno de apropriação de biotecnologias e referencia-se a base conceitual e o instrumento de informática (software “PAJEK”) que é utilizado.

A Parte II analisa, de modo integrado, o cenário jurídico (Capítulo 3) e o cenário inovativo (Capítulo 4) nos quais são geradas as ABG. Mantém-se como objetivo focalizar a relação entre a produção de conhecimentos desta área do conhecimento e a capacidade de apropriação tecnológica. Tudo isto, levando em conta o contexto de desenvolvimento dos países.

A Parte III apresenta o Estudo de Caso e as Conclusões. Nela, buscou-se entender a dinâmica e o fluxo de conhecimentos científicos e tecnológicos nas redes de inventores e detentores de patentes em ABG, segundo a base do escritório norte-americano de patentes (USPTO).

A rede foi construída baseando-se nas citações, co-citações e autocitações de cada patente do subgrupo C07h21, relativo à Classificação Internacional de Patentes, por outra(s) patente(s) concedida(s) em data(s) posterior(es) à da primeira. Os resultados do Estudo de Caso foram obtidos segundo: *i*) a dimensão temática – por grupo de biotecnologias de interesse comercial, *ii*) a dimensão geográfica, mostrando a importância do local onde a pesquisa é realizada, onde reside o detentor da patente e *iii*) a dimensão dinâmica, na qual os atores da rede de pesquisa genômica são analisados, por meio das citações ou autocitações de patentes ulteriores.

O instrumental de rede permitiu complementar os indicadores estruturais de C&T utilizados no trabalho – de residência do inventor e detentor de patentes, data da patente, etc. A representação visual da rede é, em si, muito esclarecedora, pois demonstra como os grupos e

subgrupos que se apropriam de ABG estão organizados e se a dimensão geográfica da geração de inovação importa.

Uma vez que os atores centrais da rede de apropriação são os envolvidos em jogos de apropriação no qual se defende os DPI sobre genes e seus derivados, fica claro que a manutenção da governança da inovação de ABG depende de uma base legal mais alinhada a TRIPS. Mais que isto, que o Artigo 27.3 (b) destes acordos, que permitem aos países membros da OMC excluírem o patenteamento de genes em suas legislações nacionais, deve ser eliminado de TRIPS, o que forçaria todos os países a aceitar a proteção máxima sobre genes. Para forçar o alinhamento legal a esta condição, quaisquer acordos comerciais bilaterais entre países que aceitam o patenteamento de genes (em geral, os desenvolvidos) e outros, que não o aceitam, vêm incluindo a aceitação – por parte dos países em desenvolvimento - do patenteamento de genes em suas legislações.

De modo mais específico, a análise dos indicadores de densidade da rede, de centralidade de atores relevantes e da distância entre certos grupos – como no caso dos inventores brasileiros presentes na rede – demonstraram que o ambiente legal alinhado aos acordos TRIPS é um fator central para a apropriação. Isto se revelou pelo perfil dos atores mais relevantes na rede, que são empresas e instituições de P&D públicas ou privadas.

Os resultados mostram que a apropriação se dá no âmbito de um seletivo grupo de instituições – na sua maioria empresas transnacionais – seguidas por um grupo de instituições norte-americanas de C&T e de P&D. Pelo menos até o momento, atores brasileiros não fazem parte, de modo numericamente significativo, da rede mundial de inovação em ABG; apesar disto, sua inserção se dá no núcleo de maior importância daquela rede.

As conclusões apontam que apropriação de ABG é um negócio para grandes atores institucionalizados dos mercados agrícolas mundializados, para os quais o processo de fortalecimento e harmonização dos DPI se torna cada vez mais relevante para o fenômeno da inovação, em tempos de mundialização do capital.

Por isto, oferece-se, ao final, um *menu* de considerações sobre:

- I) as condições a serem enfrentadas para que o dilema brasileiro de investir em pesquisa de fronteira do conhecimento, apropriar-se dos resultados de pesquisa e ainda se manter soberano sobre a biodiversidade comece a ser superado, e

- II)* as estratégias que possam vir a delinear a tomada decisões acerca dos investimentos públicos em ABG, no que tange o impacto dos DPI para a apropriação das inovações geradas a partir das redes de genômica brasileiras, ou “Projetos Genoma”.

**Parte I - Contexto da Análise sobre Direitos de Propriedade Intelectual
em genômica**

Capítulo 1 – Instrumental Analítico

Introdução

Este capítulo tem como objetivo situar os marcos teóricos e conceituais que subsidiam as discussões e o trabalho empírico sobre a apropriação de agrobiotecnologias genômicas, de agora em diante ABG.

Reafirma-se, neste sentido, que o objetivo da tese é demonstrar que a apropriação sistêmica de ABGs, para oferecer impactos positivos sobre a economia de um país, no contexto internacional dado pelos acordos TRIPS – *Agreements on Trade Related Intellectual Property Rights* da Organização Mundial do Comércio - OMC, depende da conjunção de dois grupos de fatores:

- a) da eficiência dos Sistemas Nacionais de Inovação – SNI - em integrar um conjunto de dispositivos políticos em Ciência, Tecnologia e Inovação, ou C&T&I;
- b) das competências institucionais em Direitos de Propriedade Intelectual, o que envolve todo o ciclo de apropriação: pesquisa, desenvolvimento, segredo industrial, patenteamento, licenciamento e comercialização de biotecnologias genômicas.

Os acordos TRIPS, marco regulatório de uma economia em franca globalização, representam o cenário normativo para as atividades de comércio internacional, estabelecendo patamares mínimos de harmonização de direitos de propriedade intelectual – de agora em diante DPI.

A adesão a qualquer acordo internacional de comércio, como os TRIPS, pressupõe a existência de simetria entre vantagens e desvantagens para o país, sendo necessário, não apenas no momento em que os acordos são assinados, mas ao longo das inevitáveis negociações sobre sua re-estruturação, que se evidenciem seus reflexos para o desenvolvimento.

Esta tese refuta tanto a idéia de que os DPI são um tipo de solução total para os problemas de assimetria de desenvolvimento quanto que eles apenas aprofundam as diferenças entre países ricos e países pobres.

Este trabalho recusa estas duas disposições, defendendo a concepção de que há uma economia política dos TRIPS que pode ser compreendida e contemplada a favor dos países em

desenvolvimento que, como no caso brasileiro, investem em Ciência, Tecnologia e Inovação - C&T&I - baseadas em genômica. Sistemas de regulação podem, sem dúvida, favorecer uma ou outra parte interessada na apropriação tecnológica.

Mas, partindo do princípio de que não há corpo legal e normativo perfeito em si mesmo, como conjugar, de modo exitoso, fatores relativos às políticas de C&T e à apropriação biotecnológica com demandas de manutenção da soberania sobre biodiversidade?

Os TRIPS parecem ser eficientes em garantir ganhos sistêmicos somente em casos – de países desenvolvidos - nos quais as redes de biotecnologias genômicas forem capazes de integrar muitos e diferentes tipos de capacidades científicas, tecnológicas e de coordenação de desempenho de mercados. A estrutura interna daqueles acordos, como a tese pretende demonstrar, favorece a apropriação de ABG nestes contextos, em especial aqueles dados por conjuntos de políticas de C&T&I capazes de sustentar o tipo de regime tecnológico típico das biotecnologias: em rede e baseado em conhecimentos na fronteira da ciência.

A idéia subjacente é a de que é preciso reconhecer que os TRIPS foram estabelecidos de forma a assegurar principalmente os interesses dos países centrais, cujo peso político é maior na OMC. Mas não se recusa a possibilidade de, na evolução dos processos de negociação sobre DPI, tornar a base legal mais favorável para os países em desenvolvimento. Neste caso, é necessário, por exemplo, integrar providências que assegurem a apropriação de ABG e que os resultados econômicos delas resultantes possam beneficiar - quando houver uso de biodiversidade - as populações das regiões das quais os ativos genéticos foram extraídos.

A base legal específica de DPI, que é de tratamento nacional, pode estar em maior ou menor conjunção com os acordos TRIPS. Na medida em que a base técnica muda, a base legal deve ser re-negociada, o que resulta em permanentes jogos de apropriação. Tais jogos revelam que não é mais possível ver a base legal em DPI como um corpo imutável de regras e normas acerca da propriedade de ativos gerados a partir do intelecto humano. Como dispositivos legais, os DPI realmente não poderiam mudar na mesma velocidade que a base técnico-inovativa. Mas devem, ainda que seja natural apresentarem um descompasso com as alterações provocadas pelas inovações, movere-se de acordo com estas, no sentido de garantir a apropriação tecnológica em contextos permanentemente mutáveis. Este é um pressuposto central da tese.

Neste ambiente de mudança de trajetórias tecnológicas provocada pela geração de conhecimentos novos em genômica e das inovações dela derivadas, a apropriação deve ser vista como um fenômeno dinâmico: certos SNI têm capacidade de absorver constantemente novos conhecimentos, sejam eles gerados interna ou externamente ao sistema. Também de adaptar a base normativa nacional, redesenhando o núcleo do regime de regulação na medida em que novas trajetórias tecnológicas se apresentem. Este re-desenho é identificado na tese por meio da análise de documentos que objetivam a mudança da base normativa, constituindo assim uma análise de discurso que visa entender os jogos de apropriação.

Uma vez que o comércio internacional se intensifica, faz sentido para aqueles que investem em C&T&I e em pesquisa e desenvolvimento, tentar harmonizar o padrão de apropriação numa esfera global. Os TRIPS são uma forma de garantir a apropriação tecnológica em contextos que extravasam o âmbito nacional. Assim, faz sentido ver os TRIPS como a expansão de um regime regulatório que garanta à economia global baseada em conhecimento o mesmo que o conjunto de políticas e a legislação em DPI no nível nacional são também capazes de garantir.

A legislação sobre DPI é de tratamento nacional, significando que os estados nacionais são soberanos para aceitar ou não a proteção de DPI sobre genes ou outras moléculas pertencentes aos seres vivos ou às suas células. Mas, uma vez que os acordos TRIPS deixam a definição do teto de proteção aos DPI a cargo das legislações nacionais, certos países e/ou blocos político-econômicos com maior capacidade inovativa, adotam o teto máximo para tal proteção. Permitem que quaisquer *entidades* genéticas, entre as quais genes ou os processos tecnológicos baseados em atividade intelectual científica, que levem à sua identificação e manipulação, recebam proteção por meio de DPI.

Esta disposição está em consonância com a chamada economia baseada em conhecimento, típica de países desenvolvidos, cujos governos investem intensamente em C&T&I e que são sede de empresas que atuam em mercados cuja competitividade depende de esforços intensivos em P&D. Tal disposição, como esta tese demonstra, é coroada pelos TRIPS, que vêm harmonizar os sistemas de regulação econômica no nível mundial.

Os TRIPS, assinados em Marrakech em 1994, constituem o resultado, ao mesmo tempo, do reconhecimento da relevância dos ativos de conhecimento para os bens transacionados no comércio internacional e da pressão dos países centrais – principalmente dos EUA - durante a

Rodada Uruguaí do GATT para harmonização das normas relativas a DPI. Os países signatários devem adequar sua legislação relativa a DPI àqueles acordos. Embora um período de adaptação legal para os países de menor desenvolvimento esteja previsto (10 anos, completados no ano de 2004), o estabelecimento de normas compatíveis com o TRIPS tem causado discussões e conflitos sobre seu impacto no desenvolvimento desses países (Mascarenhas, 2004:396/7). Também se refletem no nível micro-institucional, no qual estão atores envolvidos com pesquisa e desenvolvimento de novos produtos e processos.

A compreensão deste processo pode ser alcançada analisando-se as formas pelas quais as redes de pesquisa e desenvolvimento estão organizadas e os mecanismos que lhes permitem aprender continuamente a se apropriar dos conhecimentos gerados endógena e exogenamente, em contextos virtuosos, como parece ser o caso do SNI norte-americano, que esta tese toma como referência.

Alguns SNI, que integram competências científicas, tecnológicas, organização de negócios e as tendências de mercado, estão apoiados por um conjunto determinado de políticas de C&T&I que cobre todo o ciclo da inovação, que não é linear, mas apresenta componentes específicos, tais como o financiamento e a apropriação. Esta tese trabalha com a idéia de que o sistema de DPI pode concorrer para a apropriação tecnológica e os ganhos positivos dela derivados, como também ser um processo que orienta os atores da C&T&I e os agentes de mercado – papéis que podem ser exercidos por uma mesma instituição ou componente das redes de ABG. O regime de regulação e a garantia de obtenção de ganhos relativos à adoção de novas tecnologias parecem trazer em seu bojo uma estrutura que apóia a aprendizagem para a apropriação tecnológica. Essa aprendizagem é parte substancial da negociação que os países periféricos devem manter para que as normas dos TRIPS lhes sejam comercialmente mais favoráveis.

Isto significa dizer que DPI não representam, no SNI, apenas um instrumento de coleta *ex post* de vantagens competitivas, mas que podem ser elementos de sustentação da malha de pesquisa e desenvolvimento de um país.

Este fenômeno, a aprendizagem sobre a negociação de DPI, é o tema central da tese, cuja análise esta estrutura teórico conceitual vem apoiar.

O objeto de análise é o processo de apropriação de tecnologia que envolve atores de C&T em genômica, proteômica, genoma funcional, bioinformática – que desempenham diferentes

papéis na cadeia inovativa e produtiva, como instituições públicas ou privadas, políticas, programas de pesquisa e desenvolvimento, mercados, etc.

A intenção de entender a dinâmica inovativa, da qual todo o conjunto de atores e suas interações são protagonistas, faz com que a unidade de análise da tese sejam as redes de ABG. A escala da análise é internacional, uma vez que o marco regulatório central, os acordos TRIPS, também o são. Esta disposição não alija os Projetos Genoma brasileiros da análise desta tese. Ao contrário, a disposição em estudar dinâmicas globais, fundada no fato de que o processo de globalização é aquele que organiza a produção e a geração de inovação em escalas mundiais, considera justamente que tais Projetos são parte indissociável destas redes, cuja compreensão se busca neste trabalho.

A definição do papel de tais Projetos nas cadeias e teias inovativas nas redes de ABG internacionalizadas, no cenário de apropriação dos TRIPS, não é o objetivo principal do trabalho. Este é, outrossim, entender a dinâmica tecnológica das redes, por meio dos modos pelos quais os resultados de pesquisa são internalizados na forma de tecnologias patenteadas³, passíveis de comercialização.

Entender a dinâmica de apropriação é certamente uma iniciativa útil para a definição daquele papel, uma vez que a unidade de análise, o padrão de apropriabilidade, pode revelar muito de como as políticas de C&T em genômica se articulam ao sistema de regulação e ao comércio internacional. Desta forma, mesmo sem ser um objetivo explícito, a discussão sobre a função dos Projetos Genoma brasileiros no sistema internacional de produção agrícola é um resultado esperado deste estudo. Isto deve se dar a partir da questão de como tornar mais virtuosos os SNI.

Neste sentido, a tese procura, através da análise da dinâmica de redes de ABG, revelar alguns princípios e algumas generalidades que definem a capacidade das redes aprenderem a ser apropriar dos resultados da P&D, ao que se chamará de *indicadores de rede*, que revelam a

³ Patentes não consubstanciam todo o fenômeno da inovação. São mecanismos que permitem avaliar apenas parcialmente a proteção e a apropriação de tecnologias, que dependem de outros mecanismos de garantia dos ganhos da inovação: a exploração do *lead time* do desenvolvimento da tecnologia, o segredo e a prestação de serviços. No entanto, a solicitação de uma patente é um evento significativo na curva de aprendizagem, o que torna a concessão patentária um interessante balizador da acumulação de competências científicas e tecnológicas para a apropriação, pressuposto assumido por esta tese.

fluxo de informações e de conhecimentos por um conjunto de atores que são capazes de patentear biotecnologias. Estratégias de apropriação também são afetadas e afetam competências institucionais. Instituições, para se manterem relevantes no bojo dos sistemas sociais que as financiam, devem apresentar certas capacidades inovativas. A ciência é um bem em si mesma, mas, de qualquer modo, mesmo instituições públicas de pesquisa devem garantir que os conhecimentos por ela gerados sejam apropriados no contexto do SNI, na forma de avanço do conhecimento científico e tecnológico e de melhores condições para o desenvolvimento de um país.

Esta abordagem coloca a inovação no contexto do sistema social do qual ela emerge e torna pertinente a utilização de conceitos advindos dos estudos dos campos da economia da inovação e da sociologia da inovação, entre eles os de “Sistema Nacional de Inovação” e de “Redes Tecno-econômicas”, numa abordagem evolucionista, conceitos centrais para a análise que a tese se propõe a fazer.

Assim, está em jogo a compreensão das propriedades do processo inovativo e da dinâmica de apropriação das ABG, cuja natureza e caráter organizacional são ímpares. Entender a relação entre apropriação tecnológica, base de políticas de C&T&I e organização da pesquisa revela-se então essencial para alcançar ganhos sistêmicos dos investimentos em pesquisa genômica que, no Brasil, são realizados em especial pelo setor público.

Aponta-se que o trabalho tem, também, caráter prospectivo, já que as análises sobre as redes foram restritas ao escopo de uma tese de doutorado. Os indicadores de rede foram utilizados de modo bastante focalizado no caso das ABG. Mas isto não esgotaria, de qualquer forma, nem seria pretensão esgotar, a agenda de pesquisa sobre o fluxo de conhecimentos através de redes de atores sociais em ciência. Foi estruturado de modo a revelar alguns dos principais fatores envolvidos na apropriação tecnológica, no âmbito da elaboração de políticas de C&T&I.

Neste contexto, a base teórica e conceitual apresentada neste capítulo visa subsidiar as discussões que relacionam a base normativa (*como fazer*), com a maneira pela qual o conjunto de atores de uma rede pode aprender a se apropriar e internalizar as ABG que produzem (*o que fazer*) e o conjunto de políticas de fomento à inovação genômica que consubstanciem os mecanismos de apropriação para o desenvolvimento (*porque fazer*).

Marco teórico e conceitual da análise

Teoria evolucionista

Este trabalho estabelece um diálogo conceitual com as disposições teóricas da literatura evolucionista, campo de pesquisa que apresenta pelo menos quatro vertentes históricas⁴. Em especial, considera-se como pertinente a abordagem desenvolvida por Schumpeter, que trata de explicar como o desenvolvimento econômico está relacionado à atividade inovativa. Baseia-se em seus desdobramentos teórico-conceituais, as vertentes “neo-schumpeterianas”, “evolucionistas” e “institucionalistas”.

A idéia neo-schumpeteriana dos nexos entre inovação e empreendedorismo originou, mais tarde, a vertente *institucionalista*, com a qual esta tese também conversa, acreditando-se que as competências institucionais são essenciais, no que se refere à capacidade dos países em utilizar a inovação para alcançar patamares sustentáveis de desenvolvimento.

Contudo, a análise, baseada em conceitos evolucionistas e institucionalistas, não poderia dar conta da compreensão da economia política dos TRIPS, no bojo e no curso da mundialização do capital, já que este processo envolve também os inúmeros outros aspectos de concorrência capitalista, no atual contexto das economias globalizadas.

Colocar a inovação no centro da discussão, significa considerar toda a gama de aspectos envolvidos nos processos de desenvolvimento, tais como as questões macroeconômicas e geopolíticas, relativas ao fluxo de capitais internacionais, e outros fatores que podem tanto afetar quanto serem afetados pela dinâmica própria da economia baseada em conhecimento.

A questão do financiamento à pesquisa genômica, na fronteira do conhecimento, pendula sempre entre o setor público e o setor privado. Insere-se nas discussões sobre custos e benefícios em investir em inovação, sobre o papel e a responsabilidade pública de criar mecanismos de financiamento e investimento em inovação.

⁴ Tais vertentes podem ser amplamente reunidas em: *a*) marxista, à qual todas as outras rendem origem conceitual; *b*) “austríaca”, inspirada em analogias com a física, tomando a mecânica do interesse econômico como objeto de análise, que tem como alguns de seus protagonistas Walras e Jevons; *c*) institucionalista, que focam os padrões da mudança dos comportamentos institucionais, cujos autores de importância vão de Veblen a North e Hodgson e *d*) a de tradição schumpeteriana, cujos seguidores (Dosi, Winter, Nelson, etc) assumem a empresa e o desenvolvimento industrial como cenários da inovação. A vertente “austríaca” é conhecida como corrente neoclássica, ou marginalista (porque otimiza a receita marginal). A vertente marxista e a schumpeteriana são bastante compatíveis, partindo de premissas opostas às neoclássicas.

A geração e a apropriação de novas tecnologias dependem de capacidades dinâmicas, no âmbito de instituições que geram conhecimentos genômicos. A fonte de assimetrias concorrenciais, segundo esta tese está em saber incorporar conhecimentos exógenos e novas tecnologias, gerados ou não nos próprios *loci* institucionais.

Neste trabalho o comportamento inovador e a organização da inovação⁵ nas empresas de biotecnologia genômica⁶ são descritos e analisados, levando em conta a rede da qual fazem parte instituições públicas e privadas, inseridas no contexto das políticas de C&T típicas de cada país, incluindo o sistema de financiamento e o regime de regulação⁷ que favorece, ou não, a apropriação tecnológica. Tal análise segue a visão evolucionista, que parece muito útil enquanto instrumento analítico da organização da pesquisa e do regime tecnológico típico das ABG.

Evidências oriundas da análise da estrutura do mercado agrícola mundial mostram que as ondas de fusões e aquisições de empresas do setor agroindustrial corporativo vêm aumentando a concentração destes mercados. Os portfólios de P&D de empresas agroquímicas vêm migrando para a área da biologia molecular e da genética; os chamados setores “agrícola” e “de saúde” vêm se aproximando, compartilhando negócios, ativos, estratégias de mercado e organização da pesquisa. Compartilham também a base legal em DPI, mantendo esforços comuns de harmonização destes direitos no nível internacional.

O fenômeno da apropriação, conseqüência natural dos investimentos em inovação, pressupõem formas de proteger a invenção, por meio de segredo ou patente, que são o alvo do estudo empírico desta tese, sobre redes de ABG e sua produção patentária, discutidos no Capítulo 5, estudo de caso.

⁵ Que inclui, como demonstrado no Capítulo 4, a formação de redes de P&D, o que parece reduzir custos de transação e os próprios altos custos da P&D e da pesquisa pública em genômica agrícola, inclusive da proteção dos DPI e aos ganhos auferidos pelo licenciamento de tecnologias.

⁶ Cujo detalhamento pode ser encontrado na dissertação de mestrado da autora desta tese, “Da Dupla à Tripla Hélice, o Projeto Genoma *Xylella*”, DPCT-Unicamp, Campinas, 2000.

⁷ *Lato sensu*, “regulação” é vista como intervenção do Estado – em geral via autoridades ou instituições públicas - para introduzir “regras” e “constrangimentos” no mercado ou na ação social.

Inserem-se aí as discussões sobre a questão da apropriação – partindo-se da difundida idéia de que, devido às falhas de mercado⁸, seja difícil para a empresa recuperar os gastos em P&D, o que ocasiona um menor esforço privado neste tipo de atividade, e sobre o papel do Estado no financiamento à inovação para a competitividade.

As redes de ABG analisadas demonstram que a inovação genômica é um tema dificilmente analisável fora deste contexto dinâmico no qual novas trajetórias tecnológicas emergem, mas para a qual há alto teor de incerteza e risco. O estudo de caso da tese, exposto no Capítulo 5, mostra que, considerando a base biológica dos seres vivos, grande parte dos conhecimentos relativos à base genômica e proteômica ligados aos processos de controle gênico e metabólico já se encontra em estado bastante adiantado. As trajetórias tecnológicas que já estão protegidas na forma de patentes, ainda que a apropriação tecnológica não se dê apenas desta forma, cobrem praticamente todas as esferas da base de conhecimentos científicos que podem ser futuramente utilizadas para melhorar a produtividade agrícola. Conhecimentos sobre as funções gênicas e a proteômica de seres vivos estão bem consolidados em tais patentes, ainda que a maior parte delas não represente inovações de mercado. Esta condição justifica os esforços que as grandes corporações do mercado agroindustrial – que agora são também as dos mercados de saúde humana e animal, aplicaram em pesquisa de risco com investimentos em P&D.

Tomando-se a dinâmica das redes de biotecnologia genômica nos EUA, por exemplo, é possível compreender que tais ganhos são esperados como o resultado de longos ciclos de capital que, apesar do alto custo da pesquisa, vem gerando um tipo especialmente novo de regime tecnológico, no qual a pesquisa básica – seja ela financiada pelo setor público ou não - vem sendo apropriada pelo setor privado.

Por um lado, o caso das ABG mostra a aproximação do setor privado com a pesquisa básica genômica, gerando um novo tipo de regime tecnológico, que pressupõe uma nova dinâmica de apropriação.

⁸ Falhas de mercado: vista como o preço estabelecido no mercado que não é igual ao benefício social marginal de um bem e do custo social marginal de sua produção. O mercado regula a atividade privada, portanto, a falha de mercado ocorre quando custos e benefícios privados e sociais não são equalizados.

Mas é preciso lembrar que os atores centrais da pesquisa básica e da P&D formam redes de indústrias do mercado agrícola, que hoje se imiscui com o mercado de fármacos. O caráter das redes de ABG demonstra que o empreendedorismo não é, necessariamente, uma atividade solitária. Se, ao invés de um empreendedor, tivermos redes deles, investindo em conjunto, mantendo uma base legal e normativa consistente com seus objetivos, compartilhando ativos e ainda agindo no sentido de garantir a apropriação tecnológica, então o risco e a incerteza poderão ser minimizados. Ainda assim, a incerteza continua sendo uma característica essencial da P&D em genômica.

A organização das redes de ABG, pelo menos nos contextos dos sistemas nacionais de inovação onde se mostram mais eficientes, como no caso dos EUA, que é focalizado nesta tese, apontam para a idéia de que o empreendedor deve ser capaz de levar a cabo novas combinações de atividades. No caso em tela, tais atividades só se mostram eficientes se desempenhadas por um conjunto de empresas.

A busca pelo prêmio, nas redes de ABG não é somente baseada nos investimentos diretos, próprios da empresa, em P&D. De acordo com os esquemas teóricos tradicionais, o empreendedor estabelece um empreendimento em P&D com base no crédito de risco – seja ele ou não a fonte do financiamento. As inovações introduzidas no mercado permitem auferir ganhos que lhe permitem repor seus gastos com a geração da inovação. Como os investimentos em pesquisa não poderiam feitos de modo pontual, as tarefas de pesquisa em biologia molecular e genômica e proteômica, bioinformática e todo o conjunto de tecnologias afins que devem ser integradas para que se obtenha uma nova tecnologia não seriam executáveis por uma única “unidade” empreendedora.

As redes de pesquisa em ABG só se mostram eficientes se conseguirem aliar as vantagens dadas pelo cenário legal, baseado em DPI nos níveis nacionais e internacionais, com uma complexidade organizacional da P&D.

Os acordos TRIPS são a última fronteira de expansão dos mercados, que dependem da eficiência em se apropriar de quaisquer conhecimentos, sejam eles gerados ou não no âmbito da pesquisa nacional. A genômica, não podendo ser realizada apenas no contexto interno da empresa, por meio de organização de um departamento de P&D, ou de uma unidade empresarial, extravasa os limites da firma. Isto acontece porque um só agente não seria capaz

de executar todas as tarefas, nem de obter informações sobre todos os conhecimentos necessários para produzir novas biotecnologias. A complexidade organizacional que as inovações em ABG demandam provocam a necessidade de organização da pesquisa científica e da P&D na forma de redes.

Resta ainda abordar, no âmbito do marco geral da teoria evolucionista, a questão acerca da institucionalidade da biotecnologia, em especial nas formas organizacionais da pesquisa em genômica.

Conceitos que emergem das abordagens neo-schumpeterianas e institucionalistas

Nota-se na bibliografia sobre inovação uma crescente influência de autores institucionalistas, que colocam ênfase no papel das instituições como um dos determinantes da inovação. O desenvolvimento econômico tem, em especial, como *locus*, as instituições, atentando-se para o fato de que há contextos mais ou menos próximos e atuantes sobre a instituição que produz conhecimento, o transfere e o comercializa, como já foi apontado no início deste capítulo. Também é preciso lembrar a importância dos fatores não diretamente relacionados ao fenômeno da inovação, como os fluxos internacionais de capital, por exemplo.

Assumir este foco é especialmente pertinente para o caso das biotecnologias genômicas, uma vez que a manutenção de DPI como perspectiva é entendida não só como mecanismo de proteção do conhecimento, mas também como mecanismo de articulação entre os agentes envolvidos no processo de inovação. No campo da C&T, tais agentes se situam em instituições.

Esta abordagem parece especialmente útil e necessária, se bem que não suficiente, para a análise do caso das ABG, *vis-a-vis* a análise que é apresentada no Capítulo 2, sobre o cenário e a dinâmica inovativa, a organização e o regime tecnológico característicos das redes de biotecnologia. Necessária porque os arranjos de empresas de biotecnologia, em especial os de empresas de ABG, mudam constantemente sua configuração, em termos de sua composição, posição relativa no mercado, natureza e caráter. Insuficiente porque não se propõe a analisar as questões relativas aos contextos de governança dos sistemas de produção globalizada que, nesta tese, estão representados por iniciativas de comércio internacional como os acordos TRIPS. A abordagem conceitual destas questões estará explicitada no item 1.3, que aborda o

amplo campo dos conceitos relacionados ao sistema nacional de inovação sobre as questões tratadas.

A abordagem referente à análise dos comportamentos institucionais é interessante porque esta tese pretende demonstrar que a apropriação de ABG depende de um conjunto integrado de políticas de C&T e de seus contextos legal e inovativo, nos quais as instituições e empresas do SNI estão inseridas. Neste ambiente composto por arranjos interinstitucionais é essencial entender os padrões organizacionais da pesquisa, no cenário da sociedade do conhecimento⁹.

A reorganização das atividades de ciência e tecnologia em genômica demonstra que, mesmo podendo ser incluídas no padrão organizacional e estrutural da produção “baseado em ciência” (Pavitt, 1984), vem experimentando transformações importantes, em busca de competitividade, forçando a definição de novas formas para a condução da atividade inovativa. Isto acontece por conta da complexidade inerente à divisão do trabalho científico que a pesquisa em genética molecular oferece (Dal Poz, 2000).

As redes de ABG são compostas, por um complexo de “blocos móveis” (Fonseca, 2000), que combinam protocolos científicos já existentes com novos conceitos e conhecimentos oriundos de diversas disciplinas – genética, genômica, proteômica, genômica funcional, bioquímica, bioinformática e nanotecnologias. Devem apresentar potencial para interagir com outras áreas do conhecimento, em especial no que se refere à ciência transdisciplinar, como a que possibilita ensaiar a evolução de combinações genômicas *in silica*¹⁰. As instituições componentes de tais redes compartilham ativos e mantêm ações legislativas corporativas, coordenam o desempenho de mercado e monitoram continuamente os ganhos sistêmicos auferidos pelo trabalho em conjunto.

Tomam-se como referência os conceitos que aportam da vertente teórica institucionalista, e que são úteis para que se compreenda o perfil organizacional das redes de ABG. Da mesma forma,

⁹ Um desafio crítico das sociedades atuais é iniciar um processo que tem como objetivo o pleno emprego, a inclusão social e o crescimento econômico sustentável, numa economia em franca globalização. Tal jornada se mostra complexa, demandando contínuas adaptações em termos das políticas e da institucionalidade capazes de integrar competências e capacidades, investimentos em educação e treinamento, que são a chave para o desenvolvimento social e econômico. Tal contexto, conhecido como “sociedade do conhecimento”, tem como pólos estruturantes as instituições de ensino e pesquisa. *Learning and Training for Work in the Knowledge Society*. Organização Mundial do Trabalho. Disponível em http://www.ilo.org/public/english/employment/skills/recomm/report/ch_1.htm. Acesso em 20/01/2005.

¹⁰ *In silica*: ver glossário.

os estudos neo-schumpeterianos, dos seguidores de Schumpeter, são úteis, já que entendem o processo de inovação como o resultado das interações entre empresas e instituições e destas com o ambiente no qual estão inseridas.

Uma vez que esta tese está centrada no fenômeno da apropriação tecnológica, deve discutir a questão do caráter público das informações e das tecnologias. Tal discussão fundamenta a pesquisa de campo, que buscou dados primários do *United States Patent and Trade Office* – USPTO - sobre patentes genômicas.

Os mecanismos de apropriação são muito mais amplos do que a proteção patentária. Mas este instrumento de apropriação formal, incorporando ciclos de esforços de C&T e de P&D, pode ser considerado como as mais tangíveis referências acerca da oportunidade, apropriabilidade e cumulatividade, componentes típicos da inovação (Canuto, 1995; Cimoli & Dosi, s/d).

Oportunidade corresponde às motivações que a inovação pode oferecer, o que depende, em grande medida, das características do regime tecnológico¹¹ e da maior ou menor facilidade para se atingir novos avanços tecnológicos. As atividades de pesquisa genômica são bastante volumosas, já que entender os mecanismos genômicos dos seres vivos não implica apenas o mapeamento e a análise de sua funcionalidade, mas também o estudo de como toda a biologia molecular celular se comporta. Assim, para que determinado gene seja manipulado, a ponto de gerar uma nova biotecnologia, é necessário integrar esforços científicos em rede, numa divisão flexível de trabalho acadêmico e da P&D em rede. O processo que leva à percepção da oportunidade da inovação, neste ambiente, é muito mais complexo do que em formas mais tradicionais de organização da pesquisa; é necessário acumular aprendizagem sistêmica nestas redes, para que se possa selecionar, *ex post*, os possíveis resultados positivos que venha a conceder ganhos aos investimentos em inovação.

A apropriabilidade é a capacidade dos agentes inovadores de internalizar alguns dos benefícios econômicos derivados do progresso técnico. Quanto maior a apropriabilidade, menor a facilidade de se imitar ou reproduzir um determinado progresso tecnológico. Teece (2000) considera que quanto menos codificado for o conhecimento, maior a dificuldade em transferi-lo, implicando em que esse conhecimento seja mais valorizado em termos comerciais.

¹¹ Este Capítulo apresenta, logo adiante, o item “Abordagem da Rede”, uma discussão sobre o conceito de regime tecnológico que, no caso das biotecnologias, é bastante ímpar.

A análise crítica das patentes genômicas da base do USPTO que é apresentada como estudo empírico desta tese, ainda que não se tenha procedido a uma categorização formal de seu conteúdo tácito¹², mostra que dificilmente seria possível reproduzir as condições tecnológicas descritas no corpo das patentes. Mesmo que fosse relativamente fácil a difusão dos conhecimentos sobre ABG, diferentes contextos de aplicação tornariam sua utilização igualmente distinta. Essas características fazem com que a possibilidade de apropriação do conhecimento não se apresente de forma homogênea (Nelson, 1989; Dosi *et al.*, 1990).

Cumulatividade, por sua vez, consiste na capacidade de inovação continuada das empresas, que, por sua vez, é fortemente condicionada pela natureza cumulativa do progresso técnico, que incorpora, com base no fator tempo, elementos como a aprendizagem. Estes permitem resolver os mais diferentes problemas, melhorar a pesquisa heurística, aumentar informações sobre a demanda dos clientes ou sobre o uso dos bens de capital (Cimoli & Dosi, *op. cit.*), se os atores e agentes envolvidos nestes processos forem numerosos e de caráter diverso, como é o caso das redes de ABG. Por outro lado, essa característica é responsável pela tendência à concentração da P&D em empresas que já têm tradição nessa pesquisa, criando barreiras em relação às demais. Além disso, tende a criar trajetórias tecnológicas a partir da escolha de determinadas matrizes cujo abandono envolveria custos elevados, que inibem mudanças radicais de padrão tecnológico.

O detalhamento do *modus operandi* das redes, apresentado no Capítulo 4, demonstra como esta organização em rede determina os padrões de oportunidade, apropriabilidade e cumulatividade da inovação genômica.

Nem sempre as informações são bens públicos, seja porque seu acesso é restrito, seja porque, ainda que se possa acessar os bancos de dados, é preciso possuir capacidade de interpretação e tradução do significado das informações. Isto ocorre de modo bastante visível no caso das ABG. Este componente substancial acerca da necessidade de aprendizagem para a apropriação de resultados da pesquisa – considerados os outros dois atributos da inovação, a cumulatividade e a oportunidade - é bem ilustrado pela genômica.

¹² A agenda de pesquisa de C&T em biotecnologia, assim como a da inovação, é plena de possibilidades para investigações futuras. Estudos sobre o caráter e o grau do conteúdo tácito das patentes na área de genômica são, sem dúvida, searas ainda a serem investigadas.

Os Genebanks, bibliotecas de DNA e bases de dados de moléculas biológicas podem ser considerados como corpos *semi-públicos* de informação útil para a geração de ABG. Neles são depositados os conhecimentos científicos, oriundos da pesquisa básica em genômica, proteômica e biologia molecular. Há uma lógica que vincula a publicação de trabalhos científicos e o depósito de seqüências de DNA de organismos nestes bancos de dados: um artigo só é aceito em periódico após tal depósito ter sido efetuado. Assim, o que poderia ser um procedimento meramente operacional, de organização do trabalho científico, acaba por servir para que tais informações – que não apresentam apenas valor científico, mas também tecnológico e inovativo, possam ser acessadas por atores capazes de traduzi-las, na forma de conhecimento incorporado em patentes, por exemplo.

A definição do perfil destas capacidades, no bojo das vertentes institucionalistas, envolve uma análise das *competências essenciais* que as instituições, assim como o conjunto de componentes das redes, devem apresentar, incluindo mecanismos de compartilhamento de ativos tangíveis, intangíveis e complementares. Um desdobramento destas competências é a capacidade de tais redes de evoluir, mantendo-se em trajetórias institucionais favoráveis. Estão aí envolvidas as competências necessárias para a constante avaliação de novas condições do ambiente externo e renovação do estoque de competências, já que os ambientes nos quais elas se inserem podem apresentar um alto grau de imponderabilidade e incerteza quanto à estabilidade dos cenários.

Esta visão, primordialmente evolucionista, parte da idéia de que os componentes de um sistema de inovação devem ser capazes de utilizar um grande número de mecanismos que os sustentem (Levinthal, 1996) no ambiente competitivo. A apropriação dos resultados dos investimentos em inovação é um fator crucial para tal manutenção.

A instituição está inserida num ambiente técnico-econômico e concorrencial em constante mutação, que lhe causa constantes tensões; é preciso decidir continuamente entre explorar novas oportunidades e *explotar*¹³ antigas capacidades operacionais e organizacionais (Dosi & Marengo, 1994; Winter, 1998). Tal ambiente inclui forças macro-institucionais, como os TRIPS, meso-institucionais, como a recentemente promulgada Lei de Inovação Tecnológica

¹³ *Explotar* é usualmente utilizada em estudos de inovação a partir do conceito de língua inglesa *exploit*, sem tradução para o português.

brasileira¹⁴ e micro-institucionais – no nível das instituições de pesquisa e das empresas, advindas do ambiente no qual as instituições se inserem. Para garantir as antigas competências e, ao mesmo tempo, monitorar o ambiente dinâmico e repleto de incertezas, as instituições devem ser capazes de *aprender, evoluir e criar trajetórias*.

As novas tecnologias, para as abordagens neo-schumpeteriana e institucionalista, são a causa das mudanças na base concorrencial capitalista, que tornam o ambiente incerto. Este ambiente é, por consequência, seletivo: é necessário buscar novas regras de ajustes intermitentes, num processo que é evolutivo. Os agentes, buscando soluções para os problemas de instabilidade causados pelas novas tecnologias, devem assumir uma ordem comportamental que, por um lado, mantenha as *rotinas, regras e comportamentos regidos por normas* que já se encontram consolidados no nível da instituição. Por outro lado, há uma permanente pressão intrínseca neste sistema, provocada pelo dinamismo do ambiente, que obriga a firma a operar novos mecanismos de sustentação e competências.

Rotinas são *comportamentos* regulares de tomada de decisão internos da firma, em geral baseados em experiências e em percepções compartilhadas na instituição. Há um forte componente tácito nestas práticas, que incluem desde questões cotidianas, operacionais, até as tomadas de decisão e o planejamento estratégico de investimentos em capacitação, em inovação, etc.

Tais comportamentos são necessários e seriam, sozinhos, suficientes para a sustentação da instituição, caso o ambiente externo não sofresse mudanças. Levando-se em conta que o grau, a intensidade e a temporalidade das mudanças não é previsível, as rotinas e normas do processo decisório são realmente ativos imprescindíveis. Mas, dado o caráter mutável do ambiente, existe a necessidade de aliar comportamentos institucionais regulares com a capacidade de reagir antecipadamente a mudanças. Este conceito nada mais é do que a capacidade de *adaptação*, nos mesmos moldes conceituais que na evolução biológica.

Para seguir alterando as suas rotinas e regras, uma firma deve proceder a um processo de busca, o que implica em *aprendizagem* para adquirir novas informações - o que implica em

¹⁴ A Lei Federal de Inovação (nº 10.973/2004) está organizada em torno de três eixos: a constituição de ambiente propício a parcerias estratégicas entre as universidades, institutos tecnológicos e empresas; o estímulo à participação de instituições de ciência e tecnologia no processo de inovação; e o estímulo à inovação na empresa.

custos e altera o estoque de conhecimentos da firma. Implica também em assumir riscos sobre os resultados de tais procedimentos, que também dependem de contextos não-tecnológicos, de caráter tão diverso quanto a captação de recursos financeiros e as condições políticas e macroeconômicas, capazes de contingenciar os resultados das buscas. Assim, há uma permanente tensão entre *explorar* o que a firma ou a instituição faz melhor (rotinas de operação) e explorar novas oportunidades (adicionar capacidades de mudar rotinas). Neste sentido, segundo Mello (2000), entender o comportamento de uma firma como sendo moldado pela rotina não implica ineficiência, irracionalidade ou estagnação, pois as rotinas significam também introdução de modificações no sistema. O processo de seguir ou mudar rotinas é modelado pelo processo de busca, que, por sua vez, se refere a todas as atividades organizacionais que estão associadas à avaliação das rotinas correntes e que podem conduzir a sua modificação, mudança drástica ou substituição. Essas atividades são parcialmente rotinizadas e previsíveis, mas têm também um caráter estocástico.

O papel da busca é semelhante ao da mutação na biologia evolutiva, sendo determinada pelas características genéticas do organismo, o que torna este modelo essencialmente evolutivo e, portanto, *adaptativo*, em analogia à teoria sintética da evolução biológica. Pressupõe que as buscas por novos componentes da base técnica – que alteram a base concorrencial – sejam seguidas por *seleção*, na forma de tomadas de decisão acerca de quais inovações tecnológicas ou organizacionais serão incorporadas às atividades da firma. Constrangimentos a esta seleção são previsíveis: para cada novo ambiente, novos mecanismos regulatórios e de apropriação devem ser incorporados como ativos complementares da firma, assim como deve haver um processo de aprendizagem institucional para que tais mecanismos sejam internalizados, e que se tornem *novas trajetórias* da firma, demonstrando ser eficientes em termos concorrenciais.

Diz-se, assim como na evolução biológica, que a manutenção da firma – ao longo dos ciclos de busca de novas oportunidades, seleção e adaptação – resulta num processo de evolução. De outra forma, a condição seria a de *inércia institucional*.

Baseada nos conceitos de competências e aprendizagem institucionais, a abordagem neoschumpeteriana assume, na sua face comportamentalista, que a competitividade pressupõe aprendizagem e competências institucionais; de outra perspectiva, que a estrutura da instituição e a estrutura da mudança técnica *co-evoluem*.

Considera-se tal abordagem bastante útil para a compreensão dos DPI em ABG, uma vez que a aprendizagem para a apropriação é um fator essencial do ciclo de inovação. Isto porque o grau de apropriabilidade de cada tipo de organização é específico (Dosi *et al.*, 1988; Malerba *et al.*, 1990), o que colocaria a permanente necessidade de estudos empíricos como o que esta tese apresenta. No caso da genômica, dada sua forma de organização em rede, tal aprendizagem necessariamente precisa ser internalizada de modo *neuronal*¹⁵ e não apenas por uma empresa ou grupo de instituições.

Por fim, para que este bloco de idéias se complete, é preciso levar em conta a presença de efeitos de *transbordamento* dos gastos de pesquisa – externalidades positivas da pesquisa sobre a atividade de outros agentes privados - e dos gastos públicos em pesquisa (efeito *crowding out*) que motivam as empresas na construção de diferentes formas de garantia de direitos de propriedade sobre a pesquisa, condicionadas setorialmente e pelo arcabouço institucional. Isto porque esta tese, que tem como objetivo acadêmico entender a apropriação de ABG, também apresenta como objetivo heurístico subsidiar as políticas de C&T desta área do conhecimento.

Segundo Corder (2004), se investir em inovação é imprescindível, é preciso saber como financiar estes investimentos. A autora aponta que os mecanismos de mercado podem contribuir para financiar esta atividade, mas que são insuficientes e nem sempre são apropriados, dados os diferentes modelos de financiamento e sua pertinência, nos contextos históricos ímpares do desenvolvimento das nações.

A garantia de direitos de propriedade dos resultados do esforço de pesquisa teria, em primeira instância, a função de corrigir falhas de mercado e de regulamentar a difusão da informação sobre o desenvolvimento científico e tecnológico.

Caracterizada pelos seus esforços em P&D, a biotecnologia é uma atividade que impacta vários segmentos da atividade econômica, do agronegócio à bioinformática de forma crescente em todo o mundo (Dal Poz, 2000). É bastante difundida a idéia de que, devido às falhas de mercado¹⁶, seja difícil para a empresa recuperar os gastos em P&D, daí resultando um menor esforço privado neste tipo de atividade do que seria socialmente decidido por um “ditador esclarecido” (Lacasa & Reiss, 2001).

¹⁵ Diz respeito à organização semelhante à dos neurônios, em rede.

¹⁶ Idem à nota de rodapé nº 9.

Todavia, aquilo que é tratado na literatura econômica como uma agenda defensiva - do ponto de vista da firma e da presença de falhas de mercado - tem sido visto, cada vez mais, a partir de seu componente estratégico e de seu impacto social. Trata-se de uma vertente que amplia o escopo que envolve o papel das DPI, relacionando-o às “falhas de sistema¹⁷”.

As justificativas econômicas para a construção de arranjos institucionais e organizações que interfiram nos processos de inovação e produção de conhecimentos podem ser agrupadas em duas grandes abordagens: a da falha dos mercados e a das falhas de sistema. Ambas estão apoiadas na idéia da ineficiência dos processos ou das instituições responsáveis por alocar recursos e selecionar os potenciais ganhadores do processo inovativo.

A economia dos DPI - que são parte das amplas questões sobre direitos de propriedade - tem sido aplicada para a compreensão da natureza e das conseqüências dos arranjos contratuais e institucionais (Jones, 1983; Eggertson, 1990; Barzel, 1997; Furobotn e Richter, 1998). Um importante pressuposto é que tais processos consomem recursos, devendo, portanto, criar valor, de modo a reduzir seus custos. Segundo Metcalfe (2002), a abrangência destas políticas definiria o grau de incentivo aos investimentos em pesquisa. Pode-se dizer que a provisão de sistemas adequados de garantia de DPI – além do financiamento governamental à pesquisa de cunho industrial – são componentes essenciais destas políticas. Um dos principais recursos são os conhecimentos produzidos ou incorporados pela firma; o processo de aprendizagem que resulta em capacitação científica e tecnológica é a chave da dinâmica de inovação (Metcalfe, 2002) e envolve uma ampla gama de atores e outros elementos, como redes de pesquisa, instituições, sistemas de regulação e legislação, além dos tradicionais mecanismos de mercado. As falhas, neste caso, ocorrem não apenas por conta das dificuldades em alocar recursos, mas também, e principalmente, pelos problemas derivados da seleção e da criação de variabilidade tecnológica ao longo dos processos de geração e difusão das inovações (Carlsson & Jacobsson, 1997). Nesta abordagem, o papel do governo seria o de reforçar – ou, se necessário, criar – as

¹⁷ A noção de “falhas de sistema” está baseada na fragilidade do sistema de atribuição de direitos de propriedade, devido às falhas de coordenação, à excessiva burocracia e às restrições orçamentárias impostas às organizações públicas e privadas envolvidas. O predomínio da visão institucional limitada, que dê importância aos comportamentos “oportunistas dos agentes” pode reforçar as falhas de sistema. Um exemplo claro é dado pela resistência ao reconhecimento dos direitos de melhoristas por produtores familiares, que lutam pelo reconhecimento do direito de multiplicação de sementes (e, portanto, de cultivares) para uso próprio (Dal Poz, 2000).

estruturas institucionais que sustentem a atividade inovativa. Deve-se deixar claro, no entanto, que essa variabilidade tecnológica e a incerteza dela derivada são inerentes ao processo de produção de conhecimento, e constituem um dos elementos de risco mais importantes da inovação. As políticas podem ajudar a “focar” a pesquisa, mas existe sempre um componente errático nas decisões relativas aos focos escolhidos.

Carlsson e Jacobsson (1997) segmentam as falhas nos grupos: *a*) de mercado, *b*) institucionais e, *c*) das redes. As falhas institucionais são relativas ao desempenho interno das atividades inovativas nas instituições; já as falhas do desempenho coletivo dos componentes da rede (que garantem a transferência de conhecimentos e de tecnologias e promovem a colaboração interdisciplinar entre setores de negócios e centros de pesquisa acadêmica) podem ser evitadas por meio de instrumentos de política. Estes devem ser capazes de sustentar os relacionamentos entre esses atores e, principalmente, manter crescente a confiança mútua dos componentes da rede ao longo das cadeias inter-institucionais dos processos de P&D.

Um conjunto de fatores integrados deve ser levado em conta para que se compreenda a dinâmica de apropriação privada ou pública das inovações em ABG, que envolve:

- A organização da pesquisa em rede, que aprende constantemente a compartilhar ativos, capacitar recursos humanos, captar recursos financeiros e se apropriar dos resultados de suas ações científicas e tecnológicas;
- A governança do sistema, que é dinâmica e pode ser vista segundo a ótica evolutiva, mas que depende de uma base legal em C&T no nível nacional e internacional – onde se inserem políticas e legislação em C&T, incluindo o cenário normativo dado pelos TRIPS.

Seguindo estas concepções teóricas, os fundamentos teóricos e os conceitos que fundamentam o estudo de campo desta tese são apresentados a seguir.

Conceitos relacionados aos Sistemas Nacionais de Inovação

Este tópico pretende oferecer uma discussão contígua ao do tópico anterior. Centra-se no valor das capacidades de aprendizagem institucional e em rede de atores para o desenvolvimento dos países, sob a perspectiva dos conceitos que aportam dos estudos sobre Sistemas Nacionais de Inovação, de agora em diante SNI.

Por *aprendizagem*, ou, como o termo consta, em inglês – *learning* - na literatura sobre capacidades dinâmicas da firma, entende-se o processo pelo qual a repetição e experimentação permitem que as tarefas sejam desempenhadas melhor e mais rapidamente. Também melhora a capacidade da empresa em identificar novas oportunidades. Segundo Dosi *et al.* (1998), tanto em termos da firma, quanto em termos gerais, as características da aprendizagem podem ser dadas pelas seguintes premissas:

- Envolve tanto capacidades organizacionais quanto individuais da firma (ou das instituições, em geral); processos de aprendizagem são intrinsecamente sociais e coletivos (ainda que seja claro o valor da aprendizagem dos indivíduos) e se dão ao longo das cadeias de interação entre atores envolvidos na elucidação de problemas complexos.
- Requerem o compartilhamento de códigos de comunicação e procedimentos de busca coordenada entre atores.
- O conhecimento organizacional gerado por estas atividades muda o próprio padrão das atividades, na forma de novas “rotinas”¹⁸ ou numa nova lógica de organização.
- O conceito de *capacidades dinâmicas* – processo de gerência coordenativa – abre o caminho para a aprendizagem interorganizacional – parcerias e colaborações entre instituições são o veículo (Doz & Shuen, 1989, *apud* Dosi et al., 1998) para a aprendizagem, pois permitem que as instituições comparem suas rotinas com as das demais parceiras, reconhecendo disfunções, ajustando comportamentos e prevenindo a falta de visão estratégica.

Assim, pretendendo-se utilizar este conceito em relação à capacidade dos países em utilizar tecnologias pra seu desenvolvimento, resgatam-se conceitos pertinentes a esta inserção.

Arocena e Sutz, (2003) consideram que a “*linha divisória de aprendizagem*”¹⁹ ou “*assimetria de aprendizagem*” é um fator que afeta o desenvolvimento de forma muito mais importante do que a “*linha divisória tecnológica*”, ou “*assimetria de aprendizagem*” entre os países

¹⁸ Padrões de interação que representam soluções para problemas particulares.

¹⁹ Segundo os autores, numa economia em franca globalização, baseada em conhecimento e dirigida pela inovação, a “*linha divisória da aprendizagem*” é a causa da fratura entre grupos e/ou regiões desenvolvidas e não-desenvolvidas.

desenvolvidos e em desenvolvimento. Também afirmam que o fenômeno pouco definido e de difícil definição da *globalização* e dos processos de *mundialização do capital* são componentes centrais dos jogos de apropriação tecnológica, foco desta tese.

O conceito de SNI será utilizado para compreender como as atividades que originam ABG dependem da estrutura destes sistemas. Por conseguinte, entendendo a capacidade de determinados SNI em garantir a apropriação destas biotecnologias, será possível balizar os fatores necessários para que as políticas de C&T na área dos Projetos Genoma no Brasil venham a incorporar, em seu desenho, instrumentos que tornem endógena a capacidade de apropriação dos conhecimentos gerados na fronteira da genética molecular, para os mercados agroindustriais. O cenário normativo dado pelos TRIPS estaria inserido num “sistema supranacional” de inovação, ambiente resultante, muito provavelmente, dos processos de globalização.

Através da idéia de SNI é possível constatar a importância e as formas pelas quais se dá a alocação eficiente de recursos de C&T para o desenvolvimento dos países, numa rede de instituições de pesquisa, governo e empresas, em determinadas regiões ou estados, ou, ainda, num contexto globalizado. Tal alocação é essencial para que se alcancem patamares satisfatórios de apropriação dos conhecimentos gerados em quaisquer contextos geográficos, econômicos ou políticos, dadas as condições crescentes de internacionalização do capital e das atividades de P&D²⁰. É também especialmente útil para introduzir a idéia de que é possível *aprender* (Arocena et al, 2003) a tirar proveito de tais conhecimentos, adquirindo competências dinâmicas²¹, essenciais em determinados contextos inovativos e do desenvolvimento dos países. Neste sentido, será utilizado nesta tese como ferramenta capaz de iluminar o contexto no qual se dá a geração de inovação - em diferentes realidades nacionais e, a partir delas, apontar caminhos e políticas que não se limitem ao fomento da produção de conhecimentos,

²⁰ Não se pode deixar de considerar opiniões segundo as quais a globalização não se estende às atividades de P&D, que continuam confinadas aos países centrais. Pelo menos é visível uma brecha também nas atividades de pesquisa, pois a P&D não é sempre transferida para os países em desenvolvimento; em geral estes se limitam a atividades secundárias ou acessórias, que adicionam menor valor.

²¹ O conceito de competência apresenta múltiplas utilizações, no cenário das políticas de C&T pelo qual esta tese transita. Neste ponto, especificamente, baseia-se naquele colocado por Mokyr (2002: 14), segundo o qual o conhecimento necessário para se inventar ou desenhar uma nova técnica ou organização produtiva distingue-se do conhecimento necessário para executá-los: a este último chamamos *competência*.

mas que sejam capazes de completar todo o ciclo de políticas de inovação, da pesquisa ao mercado.

1.1.1.1 Sistemas Nacionais de Inovação

Lundvall (1995) aponta que na teoria econômica tradicional as decisões sobre alocação de recursos consideram muito pouco as incertezas que a economia baseada em conhecimentos faz aportar. Assim, seria preciso, segundo o autor, adotar uma perspectiva acerca da inovação e da economia baseada em conhecimentos consoantes com as mudanças recentes no padrão de competição causadas pelas novas tecnologias.

O conceito de SNI foi introduzido (ver Freeman, 1987; Dosi et al., 1988) e vem sendo reelaborado (ver Lundvall, 1992; Nelson, 1993; Edquist, 1997) para explicar que certos subsistemas da economia dos países nos quais várias organizações e instituições interagem e influenciam uma a outra, ao longo do processo de inovação. É uma abordagem ampla do fenômeno da inovação, já que, ao invés de focalizar apenas as introduções de novas tecnologias e formas organizacionais em um país, envolve também os esforços de pesquisa e desenvolvimento realizados por empresas e atores do setor público, assim como os determinantes da inovação, tais como os processos de aprendizagem, mecanismos de incentivo à inovação e oferta de recursos humanos qualificados.

Esta abordagem sistêmica da inovação baseia-se numa idéia de não-linearidade e de multidisciplinaridade. As interações entre atores que pressupõe como unidade de análise – indivíduos, corporações ou instituições – são de central interesse para que se proceda à análise de como, num ambiente dado pelo SNI, que é composto por legislação nos níveis nacionais e por políticas de C&T, as ABG são – ou não – apropriadas.

A literatura sobre SNI não pode ser vista como um corpo teórico formal. Mas é uma grade conceitual útil para entender os fatores que influenciam as capacidades inovativas de um país. Assenta-se sobre quatro conceitos básicos (Senker e Marsili, 2001): *inovação, aprendizagem, sistema e nação*.

Inovação se refere aos processos que as firmas utilizam para introduzir e difundir novos produtos e processos de produção. Estes processos dependem de toda uma diversidade de

atividades realizadas no interior das instituições e organizações, que coordenam a produção de conhecimentos internos e os integram com o conhecimento adquirido externamente. Também se refere aos processos de mudança organizacional e institucional que emergem da dita interação interior-exterior – ao que se dá o nome de *aprendizagem interativa*.

Este conceito é especialmente orientador do estudo sobre a apropriação de ABG, uma vez que, dada a força normativa dos TRIPS, sua lógica de internacionalização da P&D e sua disposição em harmonizar certos aspectos do comércio internacional, tais acordos devem provocar, no conjunto de atores do sistema de inovação, comportamentos de aprendizagem coletiva, que têm como objetivo internalizar os fatores que possam garantir a apropriação de ABG. Tal observação deriva do fato de que este tipo de conceito, uma vez difundido, passa a ter caráter dual, transitando entre idéia e prática. Após um período de difusão, não apenas pela comunidade acadêmica, o conceito vem sendo também usado por organizações governamentais, que necessitam de estrutura de análise capaz de auxiliar na elaboração de políticas para a melhoria dos processos de organização da inovação no nível nacional.

Esta disposição interativa do conceito de SNI dá a ele um cunho *sistêmico*, com ênfase na relação interdependente entre elementos do sistema, que são organizações (instituições formais), instituições (relações sociais e valores culturais) e sistemas de produção.

O Estado-nação é definido por suas fronteiras geopolíticas, pelo seu padrão de valores sociais e culturais, que conformam as instituições envolvidas no sistema de inovação e pelo papel do Estado e de suas políticas públicas.

Este conceito é igualmente pertinente para o caso das ABG frente aos TRIPS. O processo de globalização e regionalização afeta a relevância das fronteiras nacionais dos SNI. Na verdade, não há conflito entre assumir tais fronteiras como marco analítico em ciência política, ainda que, na prática, as relações internacionais venham a alterar seu significado histórico. Alguns autores, realmente, criticam o conceito de SNI por considerar que a globalização borra tais fronteiras, e, que, depois disso, tal conceito seria analiticamente ambíguo.

Este trabalho prefere apontar que conceitos são ferramentas analíticas; são sempre construtos humanos que auxiliam a criar imagens sobre os fenômenos que se pretende entender. Parte desta compreensão pode vir da observação de certos fatos. Esta tese, olhando para a dinâmica inovativa e para as alterações da estrutura de mercado agrícola nos últimos trinta anos, percebe

que o conceito de nação é cada vez mais pertinente: as políticas nacionais em C&T, incluindo os sistemas de regulação de DPI, vêm protegendo as empresas de alguns países, mas não de todos eles, como mostra o estudo empírico desta tese. Assim, numa relação dialética com a observação da realidade, neste tópico se assume que faz sentido afirmar que há nações, e que suas fronteiras são muito mais definidas do que certas teorias da globalização podem querer fazer parecer.

As definições de SNI podem ser classificadas pelo seu espectro de ação. As mais *estritas*, que se concentram nos atores institucionais envolvidos na geração e na difusão de conhecimentos e de tecnologias, e a *ampla*, mais abrangente e que envolve todas as instituições educacionais e fatores culturais que possam afetar a inovação, no âmbito das economias nacionais. Este amplo espectro de atores inclui o sistema produtivo e todos os vínculos interindustriais, usuários, mercados de trabalho, os sistemas de financiamento e de comércio, e, de máximo interesse para esta tese, o sistema regulatório referente aos DPI.

Uma revisão de literatura sobre SNI mostra que os elementos-chave dos SNI são: *i*) o sistema de P&D e a função do setor público, e *ii*) as políticas públicas na manutenção destes sistemas, sendo justamente as relações entre estes elementos o foco desta tese. Tal literatura discute de modo integrado estas duas questões, demonstrando os impactos da legislação sobre flexibilização institucional em países desenvolvidos.

Esta frente de pesquisa busca relacionar evidência empírica sobre a produção de patentes com a história da adoção de políticas de C&T em países desenvolvidos. Mowery e Zeidonis (2001) demonstram, por meio de um estudo empírico sobre a evolução das patentes universitárias no período de 1925 a 1980, que as disposições em fortalecer o sistema de DPI em torno da pesquisa básica são muito anteriores ao Bayh-Dole Act²². Este, sem dúvida, foi realmente eficaz no fortalecimento da política de patenteamento das instituições de pesquisa financiadas pelo setor público. Mas o estudo mostra que havia, muito antes do Bayh-Dole Act, um processo de construção de um sistema de DPI, fruto de uma racionalidade consolidada em

²² Ato do Congresso dos EUA (1980) que concedeu permissão a instituições para solicitar patentes sobre os resultados de pesquisa financiada por órgãos do governo federal, negociar licenças tecnológicas e comercializá-las. É amplamente visto como um dispositivo de política de apropriação tecnológica altamente eficiente, o que, segundo Mowery e Zeidonis (2001), não é totalmente verdade. Os autores mostram que já havia, na época do Bayh-Dole Act, uma disposição empresarial favorável a este tipo de proteção aos ativos intangíveis de financiamento público e que, de fato, o referido ato veio apenas juramentar as práticas.

relação ao valor do conhecimento, em termos da sua capacidade de elevar o valor agregado de certos bens. O caso célebre da decisão da suprema corte norte-americana que passou a aceitar patenteabilidade de organismos vivos - *Diamond x Chakrabarty* (1980), foi definitivamente um ponto de inflexão na história da legislação sobre DPI nos EUA e no mundo.

Seguindo a mesma rota, Achilladelis e Antonakis (2001) identificam, num contexto histórico, as forças tecnológicas, sociais e econômicas que permitiram a obtenção de inovação para o setor de saúde, assim como seus mecanismos de difusão, na forma de várias gerações de novas drogas. Os autores relacionam tais eventos à re-estruturação da indústria farmacêutica, incluindo P&D de modo intensivo, com concomitante aumento dos custos e dos gastos empresariais com estas atividades. O estudo provê evidências sobre a concentração dos mercados, do mesmo modo que esta tese visa demonstrar, no Capítulo 4, quando se detalha o regime tecnológico baseado em ciência típico das biotecnologias genômicas.

Coriat *et al* (2003) defendem que a biotecnologia é um tipo especial de regime tecnológico baseado em ciência, ainda mais intensivo em pesquisa básica, cuja característica essencial é a aproximação dos setores produtivos dos *loci* de produção de conhecimentos. Isto inclui a realização de pesquisa corporativa *in house* e de pesquisa colaborativa com instituições públicas e privadas de C&T.

A organização destas atividades institucionaliza, segundo Orsi e Coriat (2003), uma nova divisão de trabalho entre os setores público e privado de pesquisa científica²³. O arranjo resultante desta organização está baseado numa diferenciação crítica no que se refere às *regras do jogo*²⁴ que governam o conjunto de atores da rede. Tais regras dizem respeito aos regimes de DPI, nos diferentes níveis da produção de conhecimentos científicos e tecnológicos. O conhecimento produzido em instituições acadêmicas tem o status de “bem público” (Dasgupta e David 1994), característica central da ciência aberta.

²³ A autora desta tese vem investigando este tipo de arranjo institucional desde sua dissertação de mestrado em política científica e tecnologia, cujo título é “Da Dupla à Tripla Hélice: o Projeto Genoma *Xylella*”. DPCT-Unicamp, Campinas, 2000.

²⁴ O grifo tem como finalidade indicar que, para entender como a apropriação de ABG acontece na prática, esta tese lança mão, no Capítulo 2, de uma análise sobre os *jogos de apropriação* que acontecem entre atores das redes de genômica. As tentativas ininterruptas para que a base legal seja acomodada, no sentido de manter as assimetrias da apropriação, podem ser avaliadas por meio de tais jogos, que incluem, como detalhado no referido capítulo, iniciativas que visam aumentar o grau de harmonização das legislações nacionais sobre DPI com os TRIPS.

Tal regime tecnológico é especialmente afeito à apropriação privada (Levin *et al.* 1987), e se dá por diferentes formas, entre as quais, como esta tese pretende demonstrar, está a do sistema de propriedade intelectual.

Cohen, Nelson e Walsh (2000) buscaram evidenciar as maneiras como as empresas norte-americanas tiram proveito de suas inovações. Patentes em si são tidas como mecanismos insuficientes para a proteção e a apropriação de tecnologias, mas o resultado dessa pesquisa empírica, baseada em um *survey* de questionários aplicados a quase 1550 instituições privadas de P&D nos EUA, permitiu detalhar outras dimensões do papel das patentes nos processos de apropriação. Mostraram que vários outros mecanismos semelhantes aos da proteção patentária podem proteger os ganhos da inovação: a exploração do *lead time* do desenvolvimento da tecnologia, o segredo, o uso de vendas complementares e prestação de serviços e a chamada curva de aprendizagem. Além delas, apontam-se as tradicionais formas diretas de controle da comercialização e do uso de licenças tecnológicas.

A eficiência em se apropriar parece ser o resultado deste conjunto de mecanismos, que depende de *aprendizagem*, já que os atores envolvidos devem executar jogos de bloqueio dos rivais, enquanto negociam tecnologias.

As conclusões do trabalho de Cohen *et alli.*, também pautadas na revisão da literatura comentada logo anteriormente, contribuíram para desenhar a metodologia da tese, considerando o cenário macro-institucional dado pelos TRIPS, em conjunto com as políticas de C&T que visam apoiar as atividades de pesquisa. Estas trazem a lógica da apropriação tecnológica embutida, como no caso já citado do Bayh-Dole Act, das “novas cortes de justiça” especializadas em litígios sobre propriedade intelectual, instaladas nos anos 1980 e que levaram doutrinas pró-patentes até muitos dos fóruns internacionais²⁵.

O trabalho de campo visa demonstrar que esta base de políticas tem um efeito dual sobre a aprendizagem para a apropriação. Os atores, apoiados por ela, aprendem que, uma vez citadas, certas patentes ganham reputação no mercado. Por isso, buscaram-se dados sobre como as redes compostas por instituições públicas ou privadas citam-se em patentes posteriores.

²⁵ Esta questão encontra-se detalhada no Capítulo 2., quando trata de DPI e cenário legal da apropriação de inovações genômicas, no qual os chamados “jogos de apropriação tecnológica” são discutidos, sob a luz dos conceitos de SNI.

Outro fator de central importância para os conceitos de SNI são as relações interfirmas. A genômica é uma área na qual o conhecimento é produzido em rede, o que torna a abordagem dos SNI significativa para identificar a importância das interações entre os agentes envolvidos na geração de inovação, assim como para entender como os processos de aprendizagem para a apropriação são mantidos em tais redes, objetivo primário da tese.

A inovação genômica é, talvez, a mais polêmica das frentes de desenvolvimento tecnológico da atualidade, por conta do fato de que os recursos genéticos são patrimônio da humanidade, sobre os quais incidem direitos inalienáveis e a necessidade de levar em conta os riscos ambientais que os OGM podem representar. Assim, o caráter do tema em tela acaba por minimizar a inconsistência teórica dos SNI, apresentando-se, ainda que apenas à guisa de contextualização, discussões sobre a base legal brasileira e internacional em biosegurança e DPI de plantas incorporados em protocolos e acordos sobre biodiversidade, como a Convenção de Diversidade Biológica e as questões sobre atitudes de consumidores frente a alimentos geneticamente modificados²⁶.

1.1.1.2 Atividades econômicas globalizadas, assimetria tecnológica e assimetria de aprendizagem

No bojo do processo de globalização das atividades econômicas, o sistema mundial de propriedade intelectual evoluiu, nos últimos 30 ou 40 anos, de forma a tornar assimétrica a apropriação de tecnologias.

As redes de ABG se inserem justamente neste aspecto da globalização, sendo que, como esta tese pretende demonstrar, algumas são organizadas, apoiadas por um conjunto de políticas e ocupam um cenário regulatório que lhes garante a apropriação tecnológica. Este tópico assume que, por um lado, os acordos TRIPS podem aprofundar tais assimetrias, numa economia política francamente favorável aos países desenvolvidos. Estes últimos, além de apresentarem SNI bem estruturados, parecem construir continuamente novas competências para traduzir e incorporar novos conhecimentos na forma de inovação. Segundo Arocena e Sutz (2003), a

²⁶ As discussões sobre Organismos Geneticamente Modificados que esta tese apresenta são de caráter geral explanatório, já que este não é o tema central da tese e a agenda de discussão desta questão é demasiado ampla para caber numa tese cujo tema é o da apropriação tecnológica.

opção dos países em desenvolvimento e dos subdesenvolvidos passa, neste contexto, pelos “*Learning, Innovation and Competence Building Systems*”, ou sistemas de construção de aprendizado, inovação e competência.

Esta proposta, que considera central o conceito de SNI, pensa ser possível assumir que as atividades de resolução de problemas permitem aprender e promover o desenvolvimento sustentável. O conceito de “economia baseada em conhecimento” é o ponto de partida para esta discussão teórica acerca dos fatores que separam países desenvolvidos de subdesenvolvidos. Apesar de partir do princípio de que a emergência da sociedade do conhecimento não é um processo que vem se difundindo homoganeamente no cenário mundial, revelando-se apenas em algumas regiões²⁷, considera ser necessário compreender porque alguns padrões são convergentes, dentro das tendências de globalização.

Arocena e Sutz (2000) referem-se a tais assimetrias entre convergência e não-convergência através de conceitos de “linha divisória do conhecimento” e “linha divisória da aprendizagem”. Algumas sociedades trilham a trajetória altamente complexa da globalização, mas de forma convergente com o desenvolvimento, sendo capazes de utilizar o conhecimento que circula e aprender cada vez mais a dar continuidade e aplicação a ele, na forma de desenvolvimento. Focalizar-se nesta questão, para os autores, resulta útil, em termos do desenvolvimento: o caminho da aprendizagem é mais promissor do que insistir na chamada “brecha tecnológica”, ou *technological gap*, já que as competências para a resolução de problemas – inclusive os referentes à inovação – podem ajudar a quebrar, pelo menos em parte, a ordem assimétrica global. A assimetria da aprendizagem separa as sociedades inseridas na economia do conhecimento daquelas para as quais não há pleno acesso à educação e nem possibilidade de aplicação criativa de conhecimentos, na forma de resolução de problemas. Segundo Arocena e Sutz (2000) restaria a criação de “espaços de aprendizagem interativa”, o que envolve uma base em educação e a aprendizagem tecnológica.

Esta idéia está enraizada profundamente nos estudos de desenvolvimento, podendo ser utilizadas para o caso brasileiro, assim como para outros países da América Latina. Este estudo

²⁷ Até que ponto o fenômeno – pouco definível – da globalização está envolvido neste processo é um tema de pesquisa que ultrapassa o fôlego desta tese, mas ao qual ela se referencia, tentando mostrar que os acordos TRIPS são importantes protagonistas deste processo.

de tese, sobre ABG, busca fornecer evidência empírica sobre tal questão, retomando-se a idéia de que as características principais da economia global são o fato de estar baseada em conhecimento e de ser dirigida para a construção de ambientes propícios à inovação.

As redes de ABG se inserem justamente neste aspecto da globalização, sendo que, como esta tese pretende demonstrar, algumas são organizadas, apoiadas por um conjunto de políticas e ocupam um cenário regulatório que lhes garante a apropriação tecnológica. Assim, os conceitos de “divisória de aprendizagem”, que se referem às formas de *assimetria* de aprendizagem tecnológica são, ao mesmo tempo, fundadores das hipóteses desta tese e orientadores da metodologia.

Castells (1999a) afirma que a nova economia global é “global porque as atividades-chave de produção, consumo e circulação, e seus componentes - capital, força de trabalho, matérias primas, administração, informação, tecnologia e mercados - são organizados em escala mundial, diretamente ou em rede entre agentes econômicos”. A globalização nos dá uma “sensação” de simetria entre países e regiões, uma vez que as mesmas tecnologias, programas de mídia, ofertas de consumo estão presentes numa escala global – sem que, necessariamente, o acesso a elas seja homogêneo. Pode-se fazer uma analogia no sentido de que a globalização faz supor que as transações internacionais se efetuam entre agentes iguais, da mesma forma que o sistema capitalista faz aparecerem relações de produção entre capitalistas e trabalhadores como uma troca de equivalentes, como se houvesse igualdade entre os dois lados da operação de compra-e-venda da força de trabalho.

Furtado (2000) chama de *global* a ampla base internacional da produção sobre a qual as empresas se organizam. O autor diferencia a *internacionalização da produção* – fenômeno antigo – da *internacionalização das empresas*, que toma força no século XIX (Chesnais, 1992), a partir da organização de empresas *multi-nacionais*. A globalização, na sua forma atual, resulta de uma modificação na forma do sistema produtivo operar, já que suas atividades são integradas em rede e apresentam alto grau de coordenação (Chesnais, 1996). Se, por um lado, a mundialização do capital é um fenômeno mais antigo, a globalização, muito mais recente, só foi possível por conta da expansão das novas tecnologias que interligam os já citados agentes econômicos da rede global.

Este trabalho, estudando como as redes geradoras de ABG se comportam em países diferentes, não se afasta desta idéia de globalização. Ao contrário, busca justamente definir como certos contextos locais e nacionais, dados por políticas públicas em C&T, em cenários legais e regulatórios construídos *ad hoc*, como a legislação norte-americana sobre DPI de pesquisa genômica, se articulam com os protocolos internacionais de comércio. Considerar a globalização dos mercados no tratamento dos DPI permite tratar temas como as políticas nacionais, as estratégias das firmas e o processo de geração, desenvolvimento e difusão de tecnologia e conhecimento. A presença de sistemas interativos de informação e telecomunicações torna possível o movimento de recursos, dados e idéias em tempo real, ampliando o movimento permanente de expansão das relações comerciais e produtivas.

Os Genebanks²⁸ de informações genômicas, para utilizar um exemplo do âmbito do tema desta tese, disponibilizam informações de modo assimétrico, apenas para os que aprenderam a utilizá-las na geração de inovação. Isto evidencia como a globalização, ao mesmo tempo em que depende de processos estruturantes da economia, da tecnologia e da informação, conectando e interligando agentes em redes, também introduz um dinamismo flexível, que traz elementos de segmentação e diferenciação, na maioria das vezes assimétrica. Deste ponto de vista, o que diferenciaria os países não seriam somente os métodos de produção de certos setores, mas as qualificações desenvolvidas em determinados setores (Archibugi e Michie, 1997). Segundo Mytelka (2000), até os anos de 1970 e 1980, a fronteira tecnológica se movia mais lentamente e de modo incremental, por meio de processos de produção e distribuição e produtos relativamente mais estáveis. O cenário econômico mundial era composto por ambientes econômicos nacionais mais protegidos, que são substituídos, na onda liberalizante dos anos de 1990, por uma competição baseada em inovação, constituída por mudança tecnológica acelerada²⁹. Tal competição pressupõe que um grande número de empresas se engaje no processo inovativo, o que, em especial no caso da biotecnologia, não aconteceu no

²⁸ Genebanks são bancos virtuais de informações que contêm as seqüências de DNA que a pesquisa genômica produz. Também podem incluir bases de dados sobre funcionalidade dos genomas, proteínas, estrutura 3D de moléculas, bibliotecas de DNA, etc. São disponibilizadas para a comunidade científica mundial, incluindo o setor de P&D privado.

²⁹ O progresso técnico vem-se acelerando desde o início dos tempos, mesmo antes do capitalismo, mas a mudança quantitativa em alguns momentos transforma-se em mudança qualitativa, como no caso da onda de tecnologias da informação dos anos de 1990.

Brasil (Fonseca *et alii*, 2003). Esta nova condição de competição entre países é vista, por esta tese, como assimétrica, consolidada numa economia política dos DPI.

Alguns *clusters* de empresas foram formados, e a presença de instituições-chave é um fator positivo para a biotecnologia no Brasil. Mas, como mostram Silveira *et alii* (2004) não foram criadas ou mantidas, de modo sistêmico, as políticas, as estruturas organizacionais e as práticas que permitiriam manter a dinâmica inovativa do setor no Brasil, pelo menos não nos níveis de dinamismo presentes em países desenvolvidos, em especial para o setor de saúde humana e animal (Fonseca *et alii*, 2004).

A combinação das condições dadas pela tendência liberalizante dos mercados, pela intensificação do processo de mundialização do capital, do encurtamento dos ciclos de produtos e do crescimento dos custos da inovação torna premente as iniciativas de harmonização de mercados mundiais. Tal contexto pressupõe novas formas de regulação e dinâmicas de mercado, confirmadas pela emergência dos acordos internacionais de comércio (UNCTAD, 1998), coroados pelos TRIPS e pelo dramático aumento das fusões e aquisições globais, em especial nos setores da biotecnologia.

Desta forma, os conceitos de SNI, de globalização e de aprendizagem poderão balizar a metodologia desta tese, que, por sua vez, fundamenta e organiza o trabalho de campo com dados primários de patentes. Tais dados foram obtidos via Internet, nas bases de patentes do escritório norte americano *United States Patent and Trade Office* – USPTO. Este procedimento faz sentido, uma vez que as atividades inovativas em ABG, assim como os mercados dos quais elas são insumidoras, estão em estágio bastante globalizado. Mas os SNI nacionais, como no caso dos EUA, apresentam uma grande aderência e compatibilidade com o sistema de regulação – no nível nacional e internacional, resultando em um padrão de apropriação bastante definido pelas fronteiras daquele país, como acabaram por mostrar os resultados da pesquisa de campo.

Abordagem da Rede

Esta tese assume o fenômeno da Inovação está inserida nos sistemas sociais, cujos atores transitam num *ambiente*³⁰ com o qual e no qual interagem. Assume como parte do instrumental de análise os estudos do campo³¹ das *redes sócio-técnicas*, que aplicam esforços na integração de visões econômicas e sociológicas acerca da produção tecnológica. O recorte da abordagem conceitual utilizada pela tese passa pela definição dos subcampos teóricos que estudam redes, das dimensões consideradas na análise que esta tese realiza, o que inclui as fronteiras das redes que são aqui estudadas.

Segundo Senker & Marsilli (1999), redes são o resultado de processos evolutivos dinâmicos, que podem ser mais bem entendidos a partir de uma perspectiva que leva em conta seus elementos:

- Social, envolvendo indivíduos, organizações públicas e privadas, e as interações de todos eles em contextos específicos;
- Econômico, dizendo respeito às interações e transações que transformam conhecimento e recursos para que certos ganhos sejam alcançados.
- Tecnológico, referindo-se às tecnologias e sua transferência, para garantia de vantagens competitivas.
- Sócio-técnico, que focaliza as maneiras pelas quais a sociedade e a tecnologia se influenciam mutuamente.
- Relativo ao conhecimento, que analisa as capacidades de aprendizagem para a mudança tecnológica e os modos pelos quais o conhecimento circula.

Muitos destes elementos são compartilhados com a abordagem do SNI: a diferença é que este último focaliza as redes dentro das fronteiras de um determinado país, enquanto a abordagem da rede é capaz de se estender para além delas. Os SNI estão centrados nas políticas públicas e nos fatores internos da economia, enquanto os estudos sobre redes sócio-técnicas pretendem tanger a construção e a dinâmica dos arranjos de atores, identificando os agentes responsáveis pela conformação das tecnologias.

³⁰ Este tópico se articula com o anterior por meio do conceito de SNI. Em uma aula de um congresso doutoral promovido pelo Prof. Bengt-Ake Lundvall, em 2004, o Prof. David Mowery, pediu aos presentes que traduzissem o conceito de SNI em uma única palavra. A autora desta tese respondeu, dizendo que SNI é um *ambiente*, no qual as redes de atores transitam, com o que o referido professor concordou plenamente.

³¹ A literatura pendula entre colocar os estudos sobre redes como uma vertente teórica e como um campo de estudos. Esta tese opta pela última forma, entendendo que tais conceitos não estão analítica e empiricamente suficientemente consolidados a ponto de serem definidos como uma linha teórica, muito menos como disciplina.

A contribuição destes corpos de literatura é que permite pensar a evolução das redes sócio-econômicas e de atores sociais envolvidos na geração de inovação. Em particular, permitem identificar e definir tais atores e sua dinâmica nos arranjos tecnológicos, independentemente da dimensão geográfica que tenham.

O interesse pela utilização desta abordagem vem crescendo, por pelo menos duas razões: a emergência de novas formas organizacionais de estruturação das indústrias, que destaca elementos como as ligações horizontais e laterais entre as firmas e o surgimento das novas tecnologias, como informática, que tornaram possível a existência de arranjos menos rígidos das estruturas organizacionais (Nohria, 1992).

Esta disposição teórica é perfeitamente coerente com os objetivos desta tese. Por um lado, utilizar os SNI permite que a análise seja feita da perspectiva do nível macro, em termos do conjunto de políticas que sustentam a inovação genômica, na forma de legislação pertinente em C&T e dos sistemas de regulação que venham a garantir sua apropriabilidade. Já a abordagem da rede diz respeito aos níveis meso e micro da análise, com ênfase nos atores, seus interesses e ações que visam à apropriação de ABG e sua comercialização³².

O desenvolvimento das “teorias” ou estudos de redes visa explicar, do ponto de vista do desenvolvimento tecnológico, as relações entre comportamentos sociais e econômicos.

Apesar disto, a literatura sobre redes demonstra que a distinção entre a visão econômica e a sociológica permanece, ainda que a aproximação analítica e conceitual entre elas venha crescendo, como se demonstra logo a seguir.

1.1.1.3 Vertente econômica das redes

A vertente econômica das *redes* está preocupada com as relações de troca, os custos das transações econômicas e a colaboração tecnológica, assim como na sua estrutura de organização, sem deixar de levar em conta os contextos social e cultural nos quais tais trocas ocorrem. Redes são vistas como novas formas de coordenação de mercados, cuja dinâmica

³² No caso da genômica, as relações dos produtores com os consumidores de produtos de conteúdo geneticamente modificados é um tema amplo e importante, sob o ponto de vista da economia institucional e em termos da querela sobre o impacto ambiental e DPI sobre biodiversidade, temas que, apesar de contíguos, saem do escopo desta tese.

envolve a habilidade em desenvolver e aplicar o uso de novas tecnologias, de forma a ganhar competitividade. Para tal, as firmas devem estabelecer interações, na forma de colaboração para a P&D e alianças estratégicas, que resultam no que vemos como *redes*. O desenvolvimento de certa tecnologia é, em grande medida, dependente das relações de trocas entre atores – indivíduos, empresas e instituições de pesquisa.

Esta abordagem é representada por grupos de autores³³, alguns dos quais já foram apresentados no item sobre SNI, já que este conceito se insere numa área de contigüidade entre a abordagem econômica e sociológica das redes. Lundvall (2002) e Johanson & Mattson (1984) são conhecidos como representantes da abordagem das “redes industriais”, que surge, nos anos de 1980, do interesse em entender os processos de produção, marketing e negócios internacionais, de modo integrado. O foco está na dinâmica entre componentes de arranjos entre firmas, pressupondo a interdependência entre eles. Esta condição resulta em uma forma de coordenação não-central, que não se dá através de mecanismos de preço, como nos modelos de mercado tradicionais. Ao contrário, a coordenação se dá por meio da interação entre firmas, sendo o preço apenas um dos inúmeros fatores que influenciam as relações de mercado.

Uma outra importante vertente dos estudos de redes industriais é a da *economia dos custos de transação* (Williamson, 1981 e 1998). Transações num mercado perfeito ocorrem sem custos: a obtenção de informação é livre, as tomadas de decisão são racionais e sempre existem alternativas para a seleção de fornecedores e usuários. Se estas condições não são satisfeitas, é necessário despender esforços para organizar, levar adiante e controlar as transações entre agentes interdependentes. Esta vertente, neste contexto, tenta explicar a “estrutura de governabilidade” que mantém estas relações, assumindo que a tomada de decisão é feita a partir de racionalidade limitada e senso de oportunidade. Coloca ênfase no ambiente institucional da governabilidade e no alinhamento e nos atributos da estrutura da qual fazem parte empresas, mercados, escritórios e instituições híbridas.

Segundo Silveira *et alli.*(2002), firma hierárquica também precisa de mecanismos de governança, mas de forma distinta dos mecanismos de mercado ou contratuais entre firmas. Na

³³ Os autores da vertente “econômica” da rede citados neste trecho apresentam uma produção científica de grande relevância dentro de tal abordagem teórica. Por isso é fornecida apenas uma referência bibliográfica geral para cada um deles.

moderna literatura esta questão é tratada como um continuum e não como situações excludentes. Comentando Williamson, os autores sugerem que este apenas enfatiza a diferença entre hierarquia e mercado, tendo as formas híbridas como intermediárias, com fins didáticos. As formas híbridas, como, por exemplo, o *franchising*, combinam mecanismos, aproveitando-se de certas características das interfaces que favorecem a introdução nos contratos de certos mecanismos específicos de incentivo e de certas exigências, tais como a estrutura operacional e o padrão de qualidade. Franqueados de redes de serviços, por exemplo, continuam hierarquicamente subordinados aos donos da marca, com salvaguardas fortes, tais como a propriedade do local de instalação do negócio, entre outros, e contratos que não permitem a alteração da categoria de serviço. Os mecanismos de coordenação podem se dar segundo diferentes níveis de hierarquização: nas etapas que vão da concorrência por obras até a construção, o processo é hierarquizado, mas coordenado por meio de contratos distintos daqueles que regem contratos salariais. Cada firma terceirizada, por seu turno, pode ter seu corpo estável de funcionários, cujos contratos são regidos pela legislação trabalhista e sindical. Mas as redes são estruturas bastante distintas dessas últimas, pois são construídas por meio de acordos e protocolos, podem ser desfeitas ou reorganizadas, tornando seu estabelecimento interessante em situações de elevada incerteza e mudança tecnológica.

Neste contexto, as firmas são livres para escolher suas contrapartidas de negociação. Para ganhar acesso a recursos externos e comercializar produtos, as empresas precisam estabelecer alianças, que são feitas e desfeitas, numa dinâmica absolutamente evolucionista. Tais relações ocorrem em determinado tempo, envolvendo esforços para que as empresas selecionem parceiros empresariais, fornecedores, distribuidores e consumidores e para que estabeleçam, mantenham e rompam acordos entre partes. Esta dinâmica envolve também esforços de ajuste entre componentes interdependentes, para quantificar e qualificar os bens e serviços que circulam pela rede, num tipo de coordenação que envolve planejamento conjunto ou passa pelo exercício de poder de alguns componentes sobre os outros.

Acordos podem ou não ser formalizados e mediados por contratos mais ou menos *completos*, que, por sua vez, podem ser plenamente cumpridos ou rompidos, variando, neste último caso, o nível de litígio que tal rompimento pode provocar. A completude dos contratos pode variar, dependendo do tipo de risco e da incerteza relativa ao acordo. Em acordos para P&D

considera-se, além de seus custos normalmente altos, o nível de risco e de incerteza ³⁴ envolvidos.

Nas redes de ABG, o risco é considerado mais alto do que o da P&D em geral, já que os processos biológicos e moleculares são muito complexos, e não são domináveis por pequenos grupos de pesquisadores. O grau de intensidade científica necessária para a determinação de funcionalidade gênica e das suas relações com os aparatos celulares e orgânicos é alto. Ciência é fundamental, mas para que resulte na melhoria dos processos produtivos, é necessário que se desenvolvam biotecnologias. Em suma, há uma clara dificuldade de mensuração do risco da P&D em genômica, sendo difícil prever quanto esforço será necessário para estabelecer os mecanismos de manipulação e controle de processos biológicos celulares e moleculares.

Mas os investimentos realizados em biologia genética e molecular, nos últimos quinze ou vinte anos, já começam a se acumular, podendo-se esperar que o risco da P&D desta área do conhecimento venha a diminuir. De qualquer forma, a manutenção dos DPI sobre as novas ABG é uma garantia de que não somente os custos passados da pesquisa, mas também os esforços em assumir os riscos da P&D, serão recompensados e poderão nutrir novos ciclos de investimento.

1.1.1.4 Abordagem sociológica das redes

A abordagem sociológica, no campo da inovação, está focalizada nas relações entre sociedade e tecnologia; suscita um debate sobre se a tecnologia é gerada pelos processos sociais ou se tais processos é que a conformam. Assim, o foco está sobre a construção social dos artefatos científicos. A subárea da *construção social da tecnologia* (Bijker, 1995 e De Laat, 1996) vê a tecnologia como totalmente conformada pela sociedade, ou seja, há um *determinismo societal*, já que as invenções tecnológicas podem ser soluções dos problemas sociais. Em outra destas subáreas - chamada de *determinismo tecnológico* (Marx e Smith, 1994) – a mudança técnica é

³⁴ Risco e incerteza são manifestações da mesma força fundamental - a aleatoriedade. Risco é a aleatoriedade em que os eventos têm probabilidades mensuráveis. Enquanto o risco seja uma aleatoriedade quantificável, a incerteza não. Ela se aplica a situações em que o mundo não está bem representado. Em primeiro lugar, nossa visão de mundo poderia ser insuficiente já de saída. Em segundo, a própria maneira como o mundo funciona pode mudar, de forma que observações passadas podem não ser referência para o futuro.

o resultado de processos internos que fazem parte da dinâmica da sociedade, e estão sob o controle da humanidade. Fica a questão sobre as relações de causalidade entre tecnologia e sociedade: tecnologia é o resultado de processos sociais ou a sociedade é conformada pela mudança técnica?

Uma vertente especial da abordagem sócio-técnica parece responder que não há uma única relação de causalidade e que ambos os processos se retro-alimentam. Tal enfoque se mostra particularmente adequado para descrever e mapear as relações que se estabelecem entre diferentes atores durante o processo de inovação. Permite estudar as relações entre organizações, bem como as relações que acontecem no interior delas, sem se prender a fronteiras institucionais definidas.

Para esta tese, é essencial contar com uma base conceitual capaz de acompanhar os processos evolutivos dos quais emergem as ABG, entendendo também as relações entre os diferentes atores que participam do processo de inovação. Isto porque esta tese pretende não apenas entender tais processos, como apontar fatores que devam ser levados em conta na formulação de políticas que levem à aprendizagem para a apropriação tecnológica.

É a chamada *teoria do ator-rede* (Callon, 1992; Latour e Callon, 1981), que tem como objeto de análise um conjunto coordenado de atores, por exemplo, instituições públicas de pesquisa, centros de pesquisa e desenvolvimento privados, corporações, empresas, organizações financeiras, usuários, fornecedores, consumidores e governo - que participam coletivamente na concepção, desenvolvimento, produção e distribuição ou difusão de procedimentos para produção de bens e serviços.

1.1.1.5 Redes Tecno-econômicas

Callon (1992), Larédo (1991), Larédo & Mustar (1993) e Bell & Callon (1994) consideram como redes interinstitucionais as relações entre atores heterogêneos. A este tipo de rede dão o nome de Rede Tecno-Econômica, ou *Techno-Economic Networks* (TEN) definindo-a como:

“um conjunto coordenado de atores heterogêneos – laboratórios públicos, centros de pesquisa científica, empresas, organizações financeiras, usuários e governo – que participam coletivamente da concepção, desenvolvimento, produção e distribuição dos processos de produção de bens

e serviços, alguns dos quais dão origem a transações de mercado” (Callon, 1992:73).

As TEN (ver Figura 1.1) são organizadas em três pólos heterogêneos, que operam em um espaço comum: *i*) científico (C), que gera conhecimento certificado, *ii*) tecnológico (T), que concebe, desenvolve ou transforma artefatos destinados a propósitos específicos e *iii*) pólo-mercado (M), que contém os usuários. Este *mercado* não se confunde com aquele visto a partir da perspectiva da teoria econômica, no qual estão em jogo apenas a oferta e a demanda, mas inclui também aquele representado pelos *usuários*, pela natureza de suas necessidades, nível de expectativa, fluxo de informações e preferências.

Duas esferas auxiliares das TEN devem ser apontadas: o pólo de desenvolvimento e comercialização (TM), que, segundo Callon *et alli* (1992), *consiste nas atividades de produção e distribuição que mobilizam tecnologias para criar e/ou satisfazer necessidades*, e o pólo de transferência (CT), no qual se inserem as atividades que vinculam ciência e tecnologia (Larédo, 1993).

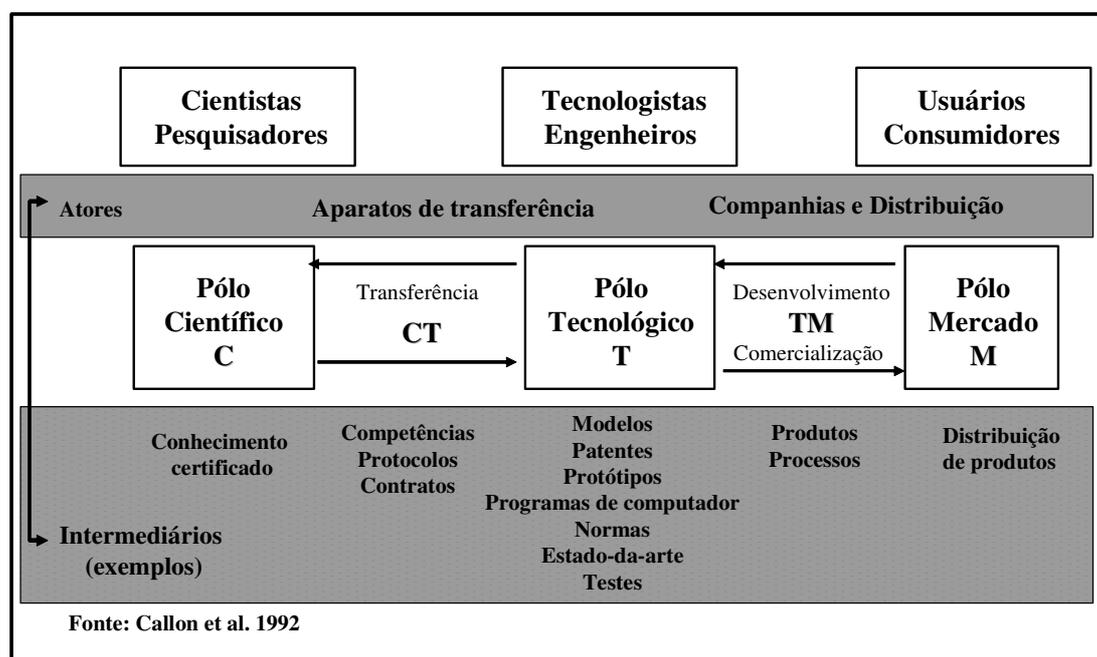


Figura 1.1 - TEN - *Techno-Economic Network* ou Redes Tecno-Econômicas

Entre os pólos das redes circulam quatro categorias de intermediários (ou *suportes do conhecimento*): i) textos, artigos científicos, patentes, etc. que apresentam um certo grau de imutabilidade; ii) artefatos técnicos, tais como instrumentos científicos e máquinas, um grupo relativamente estável de *entidades não-humanas*³⁵; iii) seres humanos e suas capacidades – conhecimento, *know how*, etc; e iv) dinheiro. O grau de circulação dos intermediários em geral varia, assim como sua taxa de difusão, já que muitas destas entidades são confidenciais, como relatórios e documentos, motivo pelo qual nem sempre há transferência tecnológica entre pólos e nem sempre as competências incorporadas em pessoas passam de um ator institucional para outro.

Callon *et alii*. (1992) categorizam as redes em termos do fluxo de intermediários e a forma como circulam entre os pólos, segundo os seguintes critérios:

- *incompletas ou ligadas*, dependendo de quais categorias de constituintes estão presentes e da força e grau de relação entre eles,
- *convergentes ou dispersas*, de acordo com a facilidade com que as atividades de um pólo se conectam a um ou mais outros pólos, e
- *curtas ou longas*, diferenciadas a partir da dimensão do caminho percorrido pelos intermediários – da pesquisa ao usuário, mostrando o quando o ciclo da inovação foi ou não completado.

Este trabalho considera que a compreensão da dinâmica das redes segundo tais categorias permite definir e avaliar as consequências da intervenção governamental no encorajamento de C&T. Assim, por exemplo, nas redes incompletas sugere-se que o poder público deveria facilitar as alianças, as aproximações, a circulação de homens e equipamentos, a difusão de informações e outras medidas.

A complexidade institucional destes arranjos torna peculiar sua forma de coordenação, em especial no que diz respeito ao papel dos DPI. Neste sentido, os conceitos de SNI e de redes permitem:

- ✓ Abordar as relações entre diferentes instituições e entre organizações heterogêneas.

³⁵ O termo, apesar de estranho, foi cunhado para conceituar a incorporação de capacidades “humanas”, tais como os conhecimentos, a artefatos técnicos, resultando nas tais *entidades não-humanas*.

- ✓ Entender como as alianças entre instituições permitem mobilizar ativos cruciais para a inovação e para a aprendizagem em rede.
- ✓ Analisar o conjunto de relações estabelecidas durante o processo de obtenção da inovação entre os atores: centros técnicos, usuários, pesquisadores,
- ✓ Entender a emergência dessas alianças heterogêneas, que consubstanciam um tipo de “meta-coordenação”, na qual as alianças são móveis, os arranjos são flexíveis, as configurações são voláteis,
- ✓ Considerar a multiplicidade de modos de coordenação: em alguns casos, o mercado é o instrumento de coordenação e em outros, muitos mecanismos organizacionais, confiança e reconhecimento estão envolvidos.
- ✓ Ficar protegido da sobre-simplificação acerca do processo de inovação enquanto fenômeno linear descoberta-adoção.

Os projetos de P&D em biotecnologia são empreendidos por um número expressivo de empresas de base tecnológica, cuja coordenação é orientada por programas cooperativos de caráter público ou semipúblico. O setor privado, apesar de realizar pesquisa *in house*, também está inserido nestas redes.

Patentes genômicas são tomadas por esta tese como intermediários nas TEN. O fluxo de patentes é utilizado como uma referência do dinamismo dessas redes, assim como detalhado na metodologia do trabalho. Uma patente, como instrumento formal de propriedade, deve apontar as referências científicas sobre o estado-da-arte que orientaram a geração do invento. Isto porque deriva do fato de que o conhecimento é cumulativo, de forma que outras patentes previamente consultadas ao longo do ato inventivo devem ser incluídas no rol de conhecimentos e técnicas citadas no documento patentário.

Desta forma, considerando-se o fenômeno inovativo como passível de ser analisado por meio da dinâmica das TEN, é possível analisar o fluxo de citações de patentes reconstruindo a rede de relações que os intermediários percorreram, ao longo de ciclos de interações entre os diferentes pólos.

Uma patente pode – ou não, receber citações de outras patentes mais recentes do que ela. Caso receba, tem-se um sinal de que o conhecimento científico e tecnológico que tais patentes

incorporam realizou um percurso entre pólos da rede, por meio de seus intermediários humanos - inventores e detentores das patentes, sejam estes últimos instituições ou indivíduos – e/ou componentes não-humanos – artigos científicos e as redes.

Esta idéia baliza o trabalho de campo desta tese, que busca relacionar citações que uma patente recebe de outra, ulterior, de modo a obter um padrão acerca dos fluxos de conhecimentos nas redes. A base para investigação são as subclasses C07h021/04 e C07h021/02 do sistema de classificação internacional, patentes de DNA e RNA, que contêm pelo menos uma vez a palavra “*plant*” no quadro reivindicatório.

O conhecimento acerca das questões técnicas em genômica é, sem dúvida, uma forma de vínculo entre estes atores. Mas a obtenção de patentes depende de um outro tipo de conhecimento e da aprendizagem sobre como, num contexto das políticas de C&T&I, obter efetivamente o monopólio patentário sobre aqueles conhecimentos científicos e tecnológicos. Os inventores e detentores de patentes formam, neste sentido, redes de atores que têm interesses comuns: obter um título de propriedade intelectual, o que os torna uma *rede social relevante* para o estudo acerca da apropriação de tecnologias.

1.1.1.6 Dimensões das redes

Grande parte da literatura sobre redes afirma que estas não apresentam nenhuma dimensão espacial e nenhum limite, sendo relevante apenas as conexões entre seus elementos, que podem existir, expandir-se ou ainda não existir. Esta tese parte do princípio de que é preciso estabelecer os critérios que possam definir os limites das redes de ABG, que este estudo focaliza, se a intenção for encontrar alguns sinais de medida, *benchmarks* sobre como o processo de aprendizagem para a apropriação biotecnológica se dá, nas redes nas quais eles parecem ser eficientes.

As fronteiras da rede não são dadas pelo conjunto de seus componentes, mas pelo conjunto de intermediários que fluem entre atores, podendo estes ser patentes, documentos, artigos científicos, competências incorporadas em pessoas, etc. Desta forma, o critério central que se elege para estabelecer as “fronteiras” de tais redes é o do *ambiente delimitado pelo fluxo de intermediários* que circulam entre atores e que lhes permite aprender a patentear. Tal ambiente nada mais é do que o SNI, com seu conjunto de políticas de C&T, regimes tecnológicos e

regulatórios, incluindo os DPI. Por isto, faz sentido utilizar como indicadores de aprendizagem em rede a intensidade com que certos inventores e detentores de patentes de ABG se citam mutuamente, dado um determinado conjunto de patentes.

Este trabalho considera que as patentes são o resultado de processos de investigação científica, desenvolvimento de produtos e da acumulação de competências institucionais. A patente consubstancia parte significativa do processo de inovação: ela resulta das ações prévias dos inúmeros atores da rede que estiveram envolvidos e aplicaram esforços em pesquisa científica, na P&D, na elaboração de políticas de C&T e de seu financiamento, na alocação de recursos, etc.

É interessante notar que os contemplados, sejam eles atores individuais ou corporativos, ou ainda de outra natureza jurídica, não somente fizeram parte do processo de inovação, mas são os que mais conhecem como se apropriar do conhecimento para chegar à inovação - pelo menos por meio de instrumentos legais de garantia de DPI, que são as patentes. Por isso eles são a rede social de atores relevantes que esta tese aborda no trabalho empírico.

1.1.1.7 Redes de tradução e compartilhamento de códigos

Qualquer grupo de entidades, atores ou intermediários, descreve uma rede que, segundo Deleuze (1989), é constituída por muitos pontos de partida, assimetrias e envolvimento entre atores. Um ator A transforma intermediários de uma série N - com os quais concorda em estar envolvido - de forma que N se transforma em $N+1$. Os intermediários modificados originam cenários de concordância variável entre atores que compartilham e sustentam as idéias de outros atores. A isto chamamos de ator-rede.

A intenção de se apropriar de tecnologias é uma das idéias compartilhadas por atores das redes de ABG que esta tese focaliza.

Se as fronteiras da rede são definidas a partir das interações que acontecem entre seus componentes, por meio do fluxo de intermediários, este só é considerado efetivo porque as entidades da rede - atores humanos e não-humanos e os intermediários, são capazes de realizar *tradução*. A sociologia das *traduções* envolve estudos sobre os mecanismos de poder, na forma como certos arranjos sociais são construídos e mantidos por meio de acordos e pactos estab

estabelecidos entre atores – pessoas, artefatos intermediários, agentes, máquinas, equipamentos e outros objetos.

A operação de tradução é desempenhada por uma entidade *A* sobre outra, *B*. Significa que *A* alcança um certo grau de definição acerca de *B*, ou *A traduz B*, pelo menos de duas formas diferentes. Na primeira, *A* imputa a *B* seus interesses, estratégias, intenções, etc. *A* escolhe uma ou mais destas possibilidades – sem que isto implique, necessariamente, que *A* tenha total liberdade para isto. O que *A* faz ou propõe é a consequência de uma série de operações de tradução entrelaçadas, algumas das quais determinando traduções subseqüentes ao ponto que *A* programou.

Neste contexto teórico e conceitual, a obtenção de patentes por determinado grupo de atores é vista, neste contexto, como o resultado de efetiva tradução entre entidades de uma certa rede.

Segundo Callon (1992) a regra geral é a de que um ator traduz diversos outros, entre os quais se estabelecem relacionamentos. *A* traduz *B, C, D*, sendo estes últimos, de alguma forma, inter-definidos por *A*. *A*, definindo todos os outros, define a si mesmo. Estas definições, chamadas *segunda dimensão da tradução*, estão sempre inscritas em intermediários, que, como já dito, podem ser textos, declarações públicas, patentes. A tradução é assim definida a partir do seu meio e dos materiais nos quais se inscreve (Callon, 1992).

O *meio* pode ser composto por diferentes fatores, tais como políticas, regras e rotinas institucionais; no caso desta tese, focaliza-se o meio dado fortemente pela legislação em propriedade intelectual, sobre o qual se dá o processo de aprendizagem e de compromissos acerca de como e porque obter patentes genômicas.

No contexto desta tese, patentes são consideradas como intermediários que fluem na rede, e que, dependendo do grau de tradução entre atores sociais relevantes, permitem que os conhecimentos que circulam em tais redes possam ser – ou não – apropriados.

1.1.1.8 Como o conhecimento circula pelas redes

Segundo Cowan (2003), não se pensa mais no conhecimento como um bem público, que se reproduz e difunde facilmente. Redes de comunicação global, ao contrário do que possa parecer, não necessariamente disponibilizam livremente informações e conhecimentos.

Patentes são exemplos significativos desta condição. Seria de se esperar que, como informação altamente codificada, depositada em bases públicas – que são os escritórios nacionais de patentes – os conhecimentos incorporados em patentes fossem de livre uso, já que parte deles está disponível pela internet.

Jaffe *et al.* (1993) mostram que isto não é verdade. Estudando as relações entre detentores de patentes, os autores demonstram que a geográfica é um fator primordial da capacidade de apropriação patentária de tecnologias. A difusão das informações – e da capacidade de incorporar conhecimento em instrumentos formais – é um processo engastado no local. Breschi e Lissoni (2003) demonstram que a distância afeta a difusão do conhecimento. Há um processo de aprendizagem que é favorecido pela proximidade entre o gerador do conhecimento e aquele que o incorpora. Tais autores utilizam o conceito de “distância social” ao fenômeno da difusão de informações e de conhecimentos. Quanto mais fortemente conectada socialmente uma pessoa está àquele que originou certa peça de conhecimento, mais rapidamente aprende sobre ela.

Em termos da aprendizagem para a apropriação tecnológica, o estudo de caso desta tese objetivou então buscar evidências de que uma certa *rede social de atores* é a unidade pela qual os inventores e/ou detentores de patentes se mantêm fortemente conectados. A difusão de conhecimentos específicos e a melhoria constante da capacidade de se apropriar de biotecnologias deles derivados, no caso das redes de genômica, parece ser um fenômeno igualmente dependente de contatos pessoais entre atores. Esta condição é derivada da dimensão tácita do conhecimento, que depende de relações de caráter pessoal, como decorrência de sua não estruturação e de sua ambigüidade (Teece, 2000).

Segundo Hasegawa (2001), o conhecimento tácito tende a ser definido a partir da contraposição ao conhecimento codificado. Nesse sentido, pode ser definido como implícito, contextual e subjetivo, o que dificulta o seu fluxo entre atores e, portanto, a sua difusão.

Neste sentido, procurou-se, no estudo de caso desta tese, demonstrar que há uma forte correlação entre os locais de residência de grupos de inventores e a capacidade de aprender a se apropriar de ABG, na forma da proteção patentária. A mesma correlação também se estabelece entre empresas ou outras organizações detentoras de patentes de certo grupo ABG. A citação de um inventor A na patente de um inventor B, com certa freqüência, é utilizada

como um indicador de proximidade social entre atores. Por isto, também, o estudo de caso busca estabelecer as distâncias geodésicas entre n inventores, por meio do número de vezes em que um cita o outro. A construção de tais *redes sociais de atores* deve permitir, deste modo, entender o contexto no qual os interesses em proteger ABG são difundidos, resultando em aprendizagem para a proteção de ativos intelectuais.

A aquisição de tais competências se mostra como a fonte de diferenciação em termos do quanto uma instituição é capaz de se apropriar de conhecimentos, em relação aos seus competidores. Carvalho (2003) aponta que as possibilidades de transferência de tecnologia dependerão de muitos outros fatores complementares, como existência de competências internas e com capacidade para absorção de conhecimentos, políticas públicas e privadas voltadas para o aprendizado, fontes de financiamento e de *funding* adequadas ao maior risco e prazo de maturação, entre outros.

Sob a perspectiva econômica, a idéia que orienta o trabalho de campo da tese renova o interesse sobre as questões teóricas referentes à dissolução das “fronteiras da firma”. A firma monolítica, verticalmente integrada, parece ter, no caso das ABG, um forte contraponto. Segundo Holmstrom e Roberts (1998), as fronteiras da firma se mostram cada vez mais porosas, já que se tornam muito mais freqüentes as atividades de contratação externa de serviços tecnológicos – mecanismos conhecidos como *outsourcing* - o que pressupõe a formação de redes de parcerias de média e de longa duração.

Emerge daí a necessidade de que haja, também, aprendizagem em rede, tanto para a integração de atividades produtivas, a gestão de capital humano e intelectual, etc, concorrendo para a manutenção de um conjunto de vantagens competitivas.

A capacidade de se apropriar parece ser um dos mais importantes fatores de manutenção da rede³⁶. A expansão da base de conhecimentos numa rede que realiza continuamente *outsourcing* pode resultar em perda de ativos intangíveis de alto valor.

³⁶ O modo como se organizam as atividades de pesquisa entre diferentes pólos – científico, tecnológico e de mercado - e a forma como certos setores da economia produzem conhecimento e/ou buscam-no dentro das redes de biotecnologia é um fator central desta discussão. Devido à amplitude de tais aspectos, encontram-se detalhados no Capítulo 2.3 desta tese, nas considerações acerca dos regimes tecnológicos baseados em ciência (Coriat, 2002).

No caso das ABG, a diversificação da base tecnológica, no nível mundial, torna a tarefa de manter os ativos intangíveis na empresa muito mais complexa. As biotecnologias são altamente baseadas em ciência, o que implica em investimentos de alto custo em P&D, aliados à busca constante de vantagens de absorção de conhecimentos gerados fora da empresa. No caso em questão, melhor seria dizer “fora da rede”. Uma vez que as fronteiras da rede podem parecer apagadas é preciso determinar até onde elas se estendem. Afirma-se que esta definição pode ser dada pela capacidade de determinadas redes em se apropriar de tecnologias que lhes ofereçam vantagens competitivas dinâmicas³⁷ e ímpares.

O impacto das ABG nos mercados agrícolas, assim como demonstrado no item a seguir, é, sem dúvida, importante demais para que certas empresas globais do mercado agrícola deixem de manter ativos intangíveis sob seu controle, evitando a perda de esforços de P&D e de vantagens competitivas. Isto implica em estabelecer sistemas de proteção formal de ativos patentários, assegurando que os conhecimentos não fluam livremente pelo mercado.

O fortalecimento do padrão normativo dos DPI, no âmbito dos TRIPS, vem justamente ao encontro deste padrão organizacional da indústria, numa economia baseada em conhecimentos. Assim como será apresentado na seção 4.8 – sobre o cenário e a dinâmica da geração de inovação em ABG - as grandes corporações do mercado global agrícola vêm substituindo as estratégias tecnológicas baseadas em química tradicional por aquelas advindas da pesquisa genômica, o que justifica instaurar um forte sistema de apropriação tecnológica.

Isto obriga também a expansão de um determinado sistema de proteção aos DPI nos mesmos moldes e força normativa que apresentam em países-sede de grandes corporações. Resulta daí o fenômeno de harmonização de DPI. Tal harmonização parece ser crucial para que um certo “nó” da rede, ou seja, uma determinada empresa global, mantenha autonomia decisória e consiga vantagens especiais do conjunto de parcerias que estabelece.

³⁷ Sob a designação de *dinâmicas*, consideram-se as capacidades de não somente estabelecer rotinas, explorando as vantagens das competências tecnológicas e organizacionais consolidadas na empresa, mas também de estar sempre buscando, fora delas, novas oportunidades, sejam elas também tecnológicas ou organizacionais, ou ainda uma combinação entre estas duas. É o que a literatura chama de *capacidade de monitoramento*, capaz de reduzir o efeito das armadilhas de competência das instituições que, presas pela certeza de que possuem certas capacidades, não são capazes de interagir com o ambiente de mercado, em constante alteração.

Os DPI são fatores centrais do poder competitivo. A questão é que eles não representam interações (pelo menos não totalmente) mediadas pelo mercado: dependem de contextos legais e jurídicos, que, sem dúvida, apresentam nexos com o mercado, mas também estão relacionados a outras demandas, como, por exemplo, o impacto de OGM em termos ambientais e para o consumo humano, com a CBD, etc.

Assim, harmonizar DPI é uma tarefa bastante complicada pelas fronteiras geopolíticas, já que as legislações sobre estes direitos continuam sendo de tratamento nacional. Difícil ou não, moldar legislações nacionais, de forma vantajosa para o sistema organizacional da firma global, parece ser um objetivo essencial para a manutenção das redes mundiais do setor agrícola, que, como já foi dito, migra de antigas trajetórias tecnológicas baseadas em química para as ABG.

Capítulo 2 - Instrumental Metodológico

Contribuição do referencial teórico e conceitual para a metodologia

Cada uma das abordagens e vertentes analisadas na seção anterior permitiu elaborar, à luz dos objetivos que esta tese se propõe a alcançar, uma proposta de referencial conceitual e metodológico para o estudo da apropriação de ABG. Os enfoques citados apresentam uma certa diversidade, mas há, em todos eles, a disposição teórica de aproximar os estudos sociológicos da economia, o que lhes oferece a convergência necessária para que sejam utilizados na análise sobre redes de biotecnologia.

A metodologia desta tese busca iluminar os fatores que podem auxiliar na construção de indicadores de apropriação de ABG. Para isto, foi construída com tripla finalidade:

- i)* mapear as políticas de C&T&I que estejam dando apoio à apropriação de ABG,
- ii)* traçar o perfil das sub-classes de patentes genômicas C07h21/04 e C07h21/02, de DNA e RNA, segundo a Classificação Internacional de Patentes, e
- iii)* entender e mensurar como se dá a tradução entre determinados grupos de atores da rede de ABG, no âmbito dos instrumentos legais de apropriação e das políticas de C&T&I, ao que se chama *distância social entre atores*.

Detalham-se a seguir cada uma destas disposições empíricas.

Mapeamento de políticas de C&T em genômica e seus nexos com a legislação de propriedade intelectual

Os conceitos de SNI e de redes tecno-econômicas serão úteis para mapear a inovação em ABG. Parte-se do pressuposto de que esta é o resultado de interações, da mobilização de ativos tangíveis e intangíveis, dos relacionamentos iterativos, dos movimentos de pessoas e de competências, de processos de negociação e de jogos enredados entre todas as categorias heterogêneas de atores que compõem a rede.

Interações entre ciência, tecnologia e mercado podem ser vistas a partir da perspectiva de uma única empresa ou setor, mas, de qualquer forma, envolve as relações de tal organização com

outros componentes da rede. Podem também ser vistas da perspectiva das políticas públicas, em especial daquelas que pretendem dar apoio, estimular e orientar a pesquisa acadêmica.

As políticas que visam produzir ABG, incluindo os chamados “Projetos Genoma”, podem fornecer evidência da melhor qualidade sobre o modo como a inovação é gerada no âmbito das redes. Podem ser vistas da perspectiva das empresas, já que as grandes companhias do setor agroindustrial, por exemplo, realizam P&D *in house*, mas também contratam pesquisa em centros públicos, estabelecem acordos de cooperação tecnológica, formando redes de maior ou menor complexidade e extensão.

As diferentes partes interessadas na apropriação tecnológica desempenham *jogos de apropriação*, no sentido de adaptar a base legal, nos níveis nacional e internacional, a saber, no âmbito dos TRIPS, para que o regime de regulação seja mais favorável à apropriação.

Neste sentido, a tese utiliza como recurso analítico uma discussão sobre as demandas por alteração legal que certos grupos apresentam continuamente no âmbito dos fóruns de comércio internacional, como é o caso da OMC. Todas estas demandas são o resultado das discussões e interpretações que diferentes atores, em contextos inovativos diversos, fazem acerca das entidades biológicas chamadas “genes”.

Nos EUA, por exemplo, a legislação sobre DPI em genômica está baseada na interpretação dos genes enquanto *entidades derivadas do intelecto humano*. São considerados como resultado da aplicação de conhecimentos científicos, já que, como partes do equipamento genético e molecular dos seres vivos, não são passíveis de isolamento dos organismos aos quais estão incorporados. Esta interpretação será considerada, na discussão sobre DPI, *vis-a-vis* a capacidade dos diferentes SNI para gerar e se apropriar de conhecimentos científicos e tecnológicos, o que inclui a base de C&T&I e o sistema regulatório de propriedade intelectual.

Já na maioria dos países em desenvolvimento, incluindo o Brasil, genes são considerados como *entidades indissociáveis dos seres vivos, que fazem parte da natureza*. Tal interpretação está em consonância com uma menor capacidade inovativa (apesar de que, no país, a base científica é bem desenvolvida em ciências biológicas e em biologia e genética molecular). Desta forma, faz sentido, para manter biodiversidade fora dos padrões de patenteabilidade, defender a definição dos *genes-natureza*.

Estes jogos de argumentação acerca dos direitos de propriedade sobre biotecnologias genômicas – que são, na verdade, *jogos de apropriação* – constituem um procedimento realizado com base em documentos utilizados por diferentes atores para favorecer seus interesses em modificar a base legal a seu favor. Este movimento é chamado pela literatura de *harmonização de DPI*.

Três questões centrais resumem este debate sobre propriedade intelectual de inovações genômicas, incluindo seus nexos com a biodiversidade. Serão então utilizadas como guia para a discussão sobre os jogos de apropriação:

1. A dimensão relativa à corrida de patentes: quem teria os DPI, o primeiro a inventar ou o primeiro a registrar?

Algumas providências que visam mudar o padrão da *unidade* de invenção fazem parte do processo de harmonização legal pretendida pelos países desenvolvidos³⁸. Os EUA são o único país que adota a regra do “primeiro a inventar” e não a do “primeiro a registrar”, argumentando que a primeira fornece proteção aos pequenos inventores, que nem sempre têm condições de registrar patentes. O argumento para esta defesa é que isto permitiria buscar uma prática global mais harmônica e que fortaleça a atividade inovativa, proteja os conhecimentos gerados no sistema de pesquisa e iniba a cópia, o que está em consonância com seu próprio sistema de inovação, que apresenta alto índice de emergência de pequenas empresas de base tecnológica de genômica.

2. Qual o objeto elegível para o patenteamento?

O conceito acerca do “caráter do objeto elegível para o patenteamento” é outro ponto polêmico dos esforços de harmonização dos DPI em genômica. Hoje, a grande maioria dos países reconhece como patenteável um objeto que represente uma “contribuição técnica”, com aplicação industrial, caracterização esta considerada demasiadamente restritiva. Os EUA defendem essa determinação a partir do conceito de “requisito de utilidade”, envolvendo uma função concreta e tangível para a invenção. É preciso, então, para que se discuta tal questão,

³⁸ BIO, 2002. “We strongly support development of agreements with other offices that will permit closer relationships and practices to be established, as well as continuing the effort to harmonize the world's patent laws”. *Letter on the PTO's strategic plan and their fee restructuring proposal*, em documento conjunto com *American Intellectual Property Law Association - AIPLA, Intellectual Property Owners Association – IPO e International Trademark Association – INTA*.

considerar o caráter da permanente mudança da base técnica, que altera a definição deste objeto.

3. Qual o grau de detalhamento necessário do objeto para que a patente seja outorgada? No jargão dos DPI, a inquisição deve ser subjetiva ou deve haver explicitação objetiva?

A condução de processos de solicitação de patente sobre descobertas está hoje baseada em dois sistemas distintos. A permissão para solicitação de patenteamento pode ser obtida a partir de uma descrição baseada em *inquisição subjetiva*, que permite deixar encobertas algumas das características do objeto a ser patenteado, ou só é concedida no caso de explicitação *objetiva* sobre ele.

As leis nos EUA e de poucos países desenvolvidos seguem a primeira disposição, enquanto países em desenvolvimento – principalmente aqueles que defendem as questões sobre DPI abordadas na Convenção de Diversidade Biológica, perseguem a manutenção do padrão atual de descrição objetiva, o que, no caso da biotecnologia, obriga a revelação da origem do organismo utilizado como base para a P&D, ou a origem dos genes utilizados, ou seja, exige que haja plena descrição e definição de origem do material utilizado na descoberta.

O comportamento de defesa de certas interpretações acerca da entidade *gene* pode também ser avaliado enquanto resultado de políticas governamentais de C&T que favorecem a apropriação tecnológica e permitem a aprendizagem sobre como obter patentes. Nos EUA, a legislação que flexibiliza as relações interinstitucionais é especialmente favorável à funcionalidade das redes e à apropriação tecnológica. Tange-se, desta forma, a capacidade que determinada política pública apresenta de garantir os ganhos derivados dos investimentos públicos em pesquisa.

Tais ganhos são analisados na tese segundo diferentes categorias, tais como a geração de *spin offs* empresariais de pesquisa universitária pública, a garantia de vantagens competitivas para setores industriais nacionais, ou o aumento do dinamismo inovativo e econômico do setor. Os parâmetros que balizam estas análises, assim como descrito nos itens da estrutura de análise que tratam dos SNI, nesta tese, são os atributos da inovação – oportunidade, apropriabilidade e cumulatividade.

Em qualquer um desses casos, a apropriação tecnológica pode estar nas seguintes formas: patentes, certificados de proteção a novas variedades vegetais, competências institucionais para negociar licenças tecnológicas, capacidade de absorver conhecimentos básicos de fontes

internas e externas de informação, e de mobilizar e compartilhar ativos tangíveis e intangíveis necessários para a criação de inovação.

Técnicas de análise de dados

2.1.1 Perfil base de patentes genômicas C07h21/04 e C07h21/02

A análise de patentes genômicas toma uma população de 12.834 patentes da Classe de Biotecnologia C12N, sub classes C07h21/04 de moléculas de DNA — e C07h21/02 – moléculas de RNA, concedidas pelo escritório norte-americano de patentes (USPTO) entre janeiro de 1976³⁹ e dezembro de 2004. Para obter uma amostra significativa e para que esta apresentasse maior aderência com o tema central desta tese, que é relativo às biotecnologias de aplicação agrícola, o filtro incluiu a palavra “plant” no quadro reivindicatório da patente. Desta forma, a amostra tem 765 patentes, que foram lidas e analisadas⁴⁰ e das quais retiraram-se as seguintes informações, visando a sua agregação segundo indicadores de C&T:

- Número da patente no USPTO.
- Resumo da aplicação técnica em ABG.
- Ano da concessão.
- Inventor(es).
- Local de residência do(s) inventor (es) – estado norte-americano ou país.
- Detentor(es).
- Local onde está instalado o detentor – estado norte-americano ou país.
- Número de citações científicas – artigos, manuais técnicos, protocolos laboratoriais.
- Número de citações sobre informações contidas em bancos de dados genômicos mundiais: GenBank, que armazena seqüências de ácidos nucleicos, EMBL⁴¹, biblioteca de moléculas e genes e NCBI⁴², centro de coleta e armazenamento de dados genômicos.

³⁹ A primeira patente genômica dentro das subclasses citadas foi concedida em 1983. Apesar disto, consta o ano de 1976, porque a base eletrônica é disponibilizada a partir desta data.

⁴⁰ A leitura das patentes demonstrou, ainda que intuitivamente, que a descrição técnica das patentes genômicas apresenta um alto conteúdo tácito, seara aberta para novas pesquisas sobre o tema dos DPI em genômica.

⁴¹ *European Molecular Biological Library*.

⁴² *National Center for Biological Information*, EUA.

- Número de citações de patentes por país - EUA, França, Austrália, Japão, Alemanha e outros, por bloco econômico - União Européia, ou pela instituição mundial de DPI, Organização Mundial de Propriedade Intelectual, OMPI, classificadas como “WO” – que não serão analisados na tese, mas que farão parte da agenda futura de pesquisa.
- O órgão governamental financiador da pesquisa que resultou na patente, como a *National Science Foundation* e o *United States Department of Agriculture*.
- Número de citações posteriores à patente e o ano da citação.
- Detentores das patentes que citam posteriormente uma outra patente.
- Categoria da instituição detentora da patente – isto quando o detentor não for o próprio inventor, segundo a Tipologia A, abaixo.
- Categoria de aplicação tecnológica, segundo a Tipologia B, também abaixo.

Tipologia A – Caráter das instituições detentoras de patentes

- PU - Públicas: universidades públicas, centros de pesquisa e laboratórios governamentais de C&T e P&D
- PR - Privadas: empresas, centros de P&D, consórcios entre organizações.
- CO – Centros de C&T e P&D colaborativa entre o setor público e o setor privado
- MI – Mistos: universidades ou outras instituições de caráter e administração privados, que captam recursos públicos e privados
- I – Inventor: quando o detentor da patente for o próprio inventor

Tipologia B – Categorias de biotecnologias genômicas para classificação de patentes genômicas⁴³

Grupo A – Tecnologias de Desempenho ou Habilitação

0. Elementos de modelagem genômica e molecular; *shuffling DNA*; desenho de vetores; mapeamento de expressão gênica; evolução *in silica*; evolução *in vitro*; design de marcadores; seleção genotípica; ensaios de diversidade genética *in vitro* e *in silica*; recombinação *in vitro*; bibliotecas de variantes gênicas.

⁴³ O detalhamento técnico do conteúdo desta tipologia encontra-se no Glossário da tese.

1. Elementos de engenharia genética; plasmídeos; vetores; marcadores seletivos; métodos de transformação; fatores de inicialização, alongamento, terminação; métodos analíticos; rastreadores, *screening*; amplificação de DNA; *primers*; detecção de alvos de receptores e de translocação e mutação; PCR; etiquetas DNA; bibliotecas de homologia; *arrays*; EST's; quantificação de ácidos nucleicos.

2. Elementos de transposição, translocação e disjunção; transposons; robosimas *trans-splicing* e substrativas, mutação dirigida.

3. Elementos de controle e de hibridização; promotores e reguladores de expressão; controle de transcrição; supressores, controle de respostas ambientais e bioquímicas, quimeras regulatórias, cassetes de DNA; métodos para melhoria ou silenciamento de expressão gênica e variabilidade; inibição da expressão gênica.

4. Métodos de modulação e cultura; cultura de tecidos; propagação, embriogênese, propagação de OGM, regeneração, modulação da atividade metabólica, redução de toxidez, controle da germinação.

Grupo B – Genes e Seqüências de Ácidos Nucleicos ligados à Resistência Vegetal

5. Resistência a patógenos; plantas resistentes; métodos para conferir resistência a fungos, bactérias, nematódeos, vírus, etc; desenvolvimento de novos herbicidas (que não Bt e seu grupo).

6. Herbicidas e biocidas; toxinas de bacilos, aracnídeos, etc - Bt, *Clostridium*, *Serovar japonicum*, proteínas.

7. Resistência a herbicidas

8. Detecção de patógenos; interação genotípica hospedeiro-parasita; respostas à infecção; prevenção da infecção; enzimas de resistência a patógenos (quitinases, xilanases, proteases).

Grupo C – Genes e Seqüências de Ácidos Nucleicos ligados ao Desenvolvimento Vegetal

9. Ácidos Nucleicos e Polipeptídeos ligados a vias metabólicas e controle fenotípico; biossíntese; armazenamento (ácidos graxos, amido, citocromos, plastos, etc); controle de crescimento e desenvolvimento; fotossíntese e transporte de elétrons.

10. Mecanismos de tolerância e resistência a condições especiais; respostas a estresse ambiental; tolerância a solos (solutos, ácidos);

11. Mecanismos de respostas a sinais; biorremediação e enzimas de degradação (celulases, luminases, detergentes, bioplásticos); enzimas heterólogas para bio-fábricas; eliminação de xenobióticos.

12. Controle de autofecundação; esterilidade do macho; genes de antera, linhagens parentais, força do híbrido; auto-incompatibilidade.

13. Determinação do sexo e desenvolvimento; floração tardia e precoce, cor da flor, formação e maturação do gametófito; formação de ovário e fruto.

Grupo D – Germoplasma

14. Variedades vegetais

15. Linhagens de bactérias e fungos

16. Cultivares

Grupo E – Outros

17. Arquitetura de anticorpos e antibióticos; modulação de respostas a sinais; imunoregulação; bibliotecas de DNA e RNA de anticorpos, vacinas engenheiradas.

18. Desenho de novas variedades de moléculas; geneterapia, TATA Box⁴⁴ de ativação de HIV; ensaios clínicos; kits de detecção de patógenos; diagnóstico e detecção de moléculas ligadas à presença de tumores; kits de detecção de expressão gênica alterada.

O Grupo E foi incluído após o trabalho de campo ter mapeado a amostra de patentes, já que na tipologia original não se havia previsto o aparecimento de biotecnologias de arquitetura de anticorpos e antibióticos e desenho de novas variedades de moléculas para tratamento da saúde. Isto significa que, mesmo com a palavra “planta” no quadro reivindicatório da patente, existe uma clara vinculação de estratégias de P&D entre os setores industriais tradicionalmente ligados à saúde humana e animal e aqueles vinculados à agroindústria⁴⁵.

Os dados obtidos através desta pesquisa de campo são agregados nos moldes dos indicadores de C&T, que, segundo Brisolla (1998), permitam entender o caminho não linear percorrido pelo processo de transformação de uma invenção, um novo princípio ou uma nova idéia científica em uma inovação.

São os seguintes os indicadores de C&T construídos a partir da base de patentes:

1. Patentes por local de residência do inventor

⁴⁴ Sequências de DNA ou RNA que inicializam a replicação de certos vírus ou do material hereditário de seres celulares.

⁴⁵ Tal vínculo pode ser parcialmente imputado ao fato de que os organismos de todos os Reinos dos seres vivos são o resultado de evolução biológica comum, o que os torna potencialmente análogos em termos genômicos. Por isso, é possível utilizar uma célula vegetal como biofábrica de anticorpos monoclonais de uso em saúde humana, por exemplo.

2. Patentes por local de residência do detentor
3. Local de residência do detentor por categoria de biotecnologias genômicas (segundo tipologia)
4. Patentes por categoria de biotecnologias genômicas
5. Categorias de biotecnologias genômicas por tipo de instituição detentora
6. Distância social entre detentores⁴⁶.
7. Distância social entre inventores⁴⁷.

Para isto, considera-se que, em especial no caso das biotecnologias, a pesquisa básica apresenta íntima relação com a obtenção de tecnologias. McMillan (2000), comparando o padrão de citação de patentes acadêmicas com o industrial, demonstra que em outros campos de invenção, fora a biotecnologia, os detentores e inventores acadêmicos citam mais artigos e menos patentes em comparação com as empresas. No caso da biotecnologia, os inventores acadêmicos citam menos patentes, mas não citam mais artigos. Ou seja, a pesquisa básica é importante em ambos os casos, mas a metodologia aqui utilizada deve permitir, neste sentido, analisar até que ponto as patentes genômicas não seriam resultados de pesquisa básica sendo patenteados. Esta disposição está em consonância com a idéia de que biotecnologia é um regime tecnológico baseado em ciência, no qual a indústria depende ainda mais dos conhecimentos gerados pela pesquisa básica.

Segundo Breitzman (2002) a análise de patentes é um instrumento útil para estudar o desenvolvimento tecnológico e o fenômeno da inovação, visando a elaboração e implementação de políticas de C&T. É também uma forma de entender o valor das empresas no mercado.

Apesar de ser uma forma intermediária entre tecnologia e inovação, já que as patentes nem sempre consubstanciam tecnologias efetivamente comercializadas, podem ser tomadas como um representante – ainda que parcial – da inovação.

Patentes são passíveis de serem mensuradas, permitem traçar um perfil dos inventores e detentores, podem ser normalizadas para revelar o perfil de determinada indústria ou setor, ou ainda da empresa e da tecnologia. As métricas de análise de patentes vêm se sofisticando, já que a análise do impacto e da importância da propriedade intelectual permite correlacionar o

⁴⁶ Indicadores detalhados no item a seguir.

⁴⁷ Idem ao anterior.

dispêndio em P&D com a posição de certo setor no mercado, os gastos em pesquisa e educação dos países com o seu desenvolvimento, etc. Tais metodologias⁴⁸ vêm sendo utilizadas para medir a atividade tecnológica de setores e indústrias e para avaliar a posição competitiva das empresas e o impacto de seus esforços de P&D nos mercados. Uma destas metodologias, que é especialmente útil pra esta tese, é a análise de citação, que será utilizada como base para medir a proximidade entre os inventores e detentores de patentes que se citam mutuamente.

A análise de citação está baseada na idéia de que se um invento é patenteado, deve citar todo o estado-da-arte utilizado na geração da invenção. Assim, detentores e inventores que se citam mutuamente formam uma rede: patentes citadas recebem citações ou “citações posteriores” e as que citam estão referenciando e realizando “citações anteriores”.

As metodologias de análise de citação de patentes permitem mostrar que quanto mais citada for uma patente, maior é o seu impacto inovativo. Breitzman (2002) demonstra que a patente da impressora a jato de tinta da Hawlett-Packard foi citada posteriormente por mais de 200 vezes, e seu impacto inovativo pode ser avaliado através de sua competitividade em relação às impressoras a laser.

Assim, índices de citação posterior de patentes permitem avaliar a força inovativa de determinadas invenções, e o quanto estas são capazes de gerar novas capacidades científicas e tecnológicas. Em geral, patentes que têm esta capacidade são citadas de três a seis vezes mais do que a média de citações.

Desta forma, a metodologia da tese não toma apenas o *quanto* as patentes genômicas são citadas, mas também *como e quais atores citam quem*. Esta disposição deve permitir entender como certos inventores e detentores de patentes utilizam sua capacidade de aplicar conhecimentos na obtenção de patentes e como tais conhecimentos fluem por uma rede.

2.1.2 Determinação da distância social entre atores.

⁴⁸ Além dos indicadores de C&T clássicos, utilizados por agências de fomento à pesquisa ou organizações internacionais, como a Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico – OCDE, há no mercado algumas empresas que disponibilizam tecnologia de análise de patentes bastante interessantes, como a empresa CHI-Research e o National Bureau of Economic Research - NBER, ambos norte-americanos, que balizaram a construção deste trecho da tese.

No contexto de certos SNI é possível entender o padrão de eficiência e os fatores que concorrem para que determinadas redes sejam mais virtuosas, alcançando um patamar de patenteamento – ainda que patentear seja apenas parte do ciclo de inovação.

Segundo Callon (1992), as redes de atores relevantes apresentam-se mais *convergentes, ligadas e longas*, assim como citado nos itens sobre a Abordagem Sociológica das Redes, neste mesmo Capítulo, podendo assim determinar o quanto o ciclo da inovação foi completado.

A rede é importante, uma vez que por meio dela são criados e difundidos os conhecimentos científicos, nas formas como são originadas novas tecnologias e nas ações que permitiram a tais tecnologias serem comercializadas na forma de inovação. A integração e recombinação de conhecimentos acontecem a partir de diferentes fontes locais e posições organizacionais, que estão em contextos regulatórios e legais diversos.

Patentes são tomadas, por esta tese, como intermediários tangíveis das redes tecno-econômicas, passíveis de revelar e mensurar o processo de tradução entre atores, nestes contextos, ainda que nem todas elas consistam necessariamente em inovação. É bastante difícil e sairia do escopo desta tese revelar quantas patentes de uma determinada amostra possam estar sendo comercializadas. Cada patente pode dar origem a um novo produto, que não necessariamente está no mercado, ou processo, que pode ser licenciado, sem que se possa auferir como isto se reflete nas cadeias produtivas. Além disso, licenças são, em geral, acordos privados entre partes e não são necessariamente de domínio público. Tudo isto torna estes fenômenos pouco identificáveis.

Neste contexto, a unidade de análise é a das redes sociais de atores responsáveis pela circulação de informação de valor para a obtenção de inovação genômica. Se tomarmos a rede mundial de ABG, podemos dizer que a pesquisa genômica realizada no Brasil é parte dela, podendo não apresentar os mesmos patamares de tradução e convergência para a apropriação que quaisquer outras sub-redes.

Como contribuição aos estudos empíricos sobre dinâmicas de redes, esta tese oferece, além do estudo descritivo sobre a organização das redes de ABG, evidências sobre como a difusão do conhecimento científico se corporifica na forma de patentes.

A forma como certos obstáculos empíricos foram tratados deve ser apontada. A primeira é fazer o recorte de quais atores são utilizados para a análise da dinâmica de rede. Considera-se

que os inventores e detentores de patentes do grupo C07h21⁴⁹, patentes genômicas de DNA e RNA, segundo a Classificação Internacional, são uma *comunidade relevante de experts*. Por pressuposto, houve um certo fluxo de conhecimentos por esta rede, que envolve também os inventores e detentores de patentes citados pela patente que está sendo objeto de análise.

Uma patente é um artefato que reúne os resultados da acumulação de conhecimentos gerados por muitos outros atores – que não chegaram à invenção – tais como pesquisadores, cientistas, engenheiros, etc, mas que estão, pelo menos em parte, citados no corpo da patente, como autores de artigos científicos.

Também são relevantes os atores que citam tal patente posteriormente: tal citação indica que o conhecimento incorporado numa patente *X* pode ter sido utilizado por outros atores, o que a torna um *intermediário* entre atores e que se relaciona com as patentes *Y*, *W* ou *Z*.

Conforme Sampat e Ziedonis (2002), citações de patentes e informações baseadas em citação de patentes têm sido empregadas em estudos de inovação; os autores apontam que o significado econômico e tecnológico das análises sobre patentes varia de indicadores demasiadamente simples até os muito sofisticados e pouco palatáveis em termos de sua utilidade para a tomada de decisão.

Segundo Trajtenberg (1990), mensurar o número de vezes que determinadas patentes são citadas por patentes subseqüentes é uma solução em potencial para este problema. Se *A* cita a patente *B*, isto implica que *A* se inscreve no corpo de conhecimento incorporado por *B* (Trajtenberg *et al* 1997; Caballero e Jaffe 1993; Jaffe e Trajtenberg, 1999).

Breschi e Lissoni (2004) apontam a validade do uso de citações de patentes como indicadores de fluxo de conhecimentos entre inventores ou entre detentores, o que leva à discussão de duas questões acerca do fluxo de conhecimentos na rede.

A primeira assume que o inventor que faz citação de uma patente prévia tem conhecimentos prévios sobre o estado-da-arte, já que pesquisa o tema e deve ser capaz de explorá-los com destreza, mesmo quando utiliza serviços de um intermediário – por exemplo, um advogado que lhe escreve o quadro reivindicatório e encaminha o processo de solicitação da patente. O

⁴⁹ Incluindo a palavra “*plant*” no quadro reivindicatório, para que a população de patentes analisadas refletisse melhor o escopo desta tese, que é a de tratar de biotecnologias de aplicação agrícola.

examinador de patentes tem como atribuição conferir as referências *vis-a-vis* o estado da arte. Mas o esforço de geração de conhecimento consubstanciado na patente pode ter sido duplicado, caso certo inventor tenha chegado, sozinho, às conclusões que um outro já tivesse obtido. Neste caso, o esforço acaba por ser cumulativo, mesmo que o inventor não tenha percepção de que ignorou os conhecimentos contidos na patente que citou.

Quanto à segunda questão, a patente citada e a que a cita podem ser invenções independentes, de modo que o inventor que cita uma primeira patente tenha involuntariamente duplicado esforços de pesquisa. Neste caso, mais uma vez, o conhecimento é acumulado ainda que de forma duplicada.

Outros dois aspectos de grande importância para o mapeamento das redes de inventores são a autocitação e a co-invenção.

A autocitação é em geral vista como um problema metodológico para os estudos de C&T. Uma vez que esta tese pretende utilizar as citações para mapear o valor de certas patentes e a aprendizagem que seus inventores possam ter obtido ao longo do processo de obtenção da patente, autocitações deveriam ser tratadas de modo a eliminar o viés da estratégia daquele que solicita patentes. Mas, como a unidade de análise é a patente, e uma patente não poderia cita a si “própria”, este problema não faz sentido para o caso em tela

Feitas estas considerações, explicita-se que esta metodologia está baseada na idéia de que um grupo de detentores de patentes formam uma rede social, sobre a qual a base normativa em propriedade intelectual e o entorno de políticas públicas, entre as quais as de C&T&I interferem. Pretende demonstrar que o grau de tradução que determinadas redes conseguem obter internamente é proporcional ao grau de eficiência da apropriação tecnológica e que os atores aprendem a utilizar o contexto regulatório e os seus conhecimentos sobre a base técnica para obter um título de propriedade intelectual.

Assim, resumidamente, o trabalho empírico visa compor os indicadores de rede, consistindo na análise de:

- a) Co-invenção em uma comunidade de expertos, por meio das patentes das quais são inventores e,
- b) Citações posteriores recebidas por determinadas patentes que já tenham sido concedidas.

2.1.3 Representação das redes e indicadores

Segundo Guedes (1998), uma rede de atores pode ser representada de duas maneiras: de forma visual - por meio de um gráfico, ou de modo algébrico.

▪ Representação visual

Na representação visual os atores são representados por meio de pontos, ou *vértices* (assim chamados pela plataforma informática PAJEK⁵⁰, de geração de redes), ligados entre si por meio de linhas, ou *arcos* (também segundo a terminologia do PAJEK). É uma forma de acesso direto às características da rede, já que, segundo Stewart *et al* (1994), a visualização permite a identificação de características centrais da rede, tais como seus elementos-chave e o balanço das relações entre atores.

A representação visual pode mostrar:

a) o sentido das relações, assim como mostra a Figura 2 – ou seja, qual ator, por exemplo, fornece informação e qual recebe a informação, ou ainda qual ator cita a patente do outro, e qual tem sua patente citada.

Neste caso, a representação - chamada de *dígrafo* - é feita por meio de setas que ligam um ator ao outro, permitindo a expressão do fluxo das conexões entre eles. Este gráfico pode ser utilizado para representar o fluxo de conhecimentos entre inventores ou detentores, no caso de patentes que recebem citações posteriores à sua concessão.

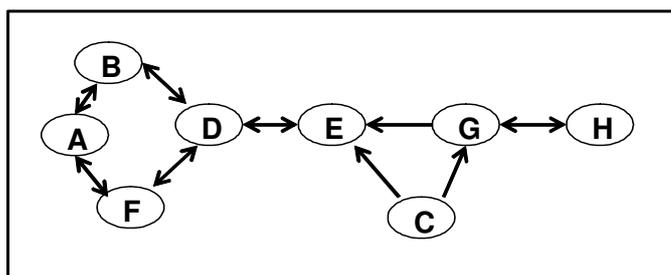


Figura 2.1 - Exemplo de representação visual de uma rede-dígrafo

⁵⁰ O detalhamento do software PAJEK é apresentado no item logo a seguir, após a exposição dos indicadores.

No caso em que a seta iria de um ator para ele mesmo, o *software* PAJEK deve transformar cada uma delas numa relação de caráter ímpar, computando-a de modo isolado das demais, para que a rede, ao final, possa ser analisada a partir de um universo que considere as autocitações, e outro, que não as considere.

A rede representada na Figura 2.1 é *assimétrica*, pois, para cada vínculo n , entre dois atores genéricos, X e Y , não existem todos os vínculos correspondentes entre Y e X , como no caso da relação entre os atores C e E da Figura 2.2. Em redes *simétricas*, tal correspondência é total.

b) a freqüência das relações – demonstrando a força dos vínculos entre determinados grupos de atores.

Esta representação é feita a partir de numerais colocados sobre as setas do dígrafo, que representam o número de vezes que o ator A cita o ator B. Esta freqüência é passível de transformação em indicadores algébricos de citação, permitindo separar os atores que apresentem maior freqüência – e, portanto, maior força de relacionamento dentro da rede.

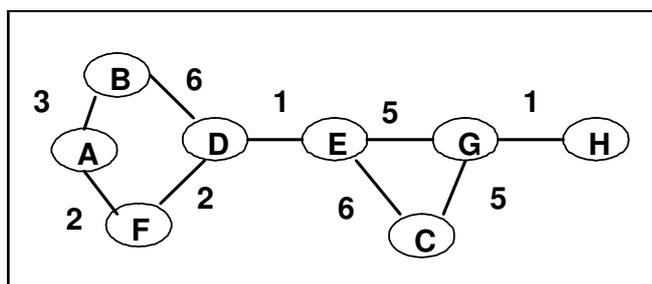


Figura 2.2 – Exemplo de representação visual de uma Rede e das freqüências de relacionamentos entre atores

c) a distância entre atores – por meio do número de passos (cada passo é um vínculo) que separam um citante de outro, dado pelo número de linhas sequenciais entre eles). Esta distância será tomada como um indicador específico (*distância geodésica*) de como os atores se traduzem, em termos de como e quanto são capazes de patentear conhecimentos.

No caso da Figura 2.3, a *distância geodésica* entre A e B tem valor 1, como veremos logo a seguir, na descrição dos indicadores de rede.

▪ **Representação algébrica**

Este tipo de representação se mostra muito útil, em especial para a análise de rede de grande porte, com centenas de atores ou mais – como é o caso das redes de ABG analisadas por esta tese, já que apenas por visualização, a análise de grandes redes pode ser inviabilizada pelo emaranhado de relações.

A representação algébrica parte do posicionamento dos atores numa matriz quadrada (por convenção, os citantes estão colocados nas colunas e os citados, nas linhas). Tais matrizes relacionam, dois a dois, os elementos da Figura 2.3, apresentada logo a seguir, como ilustrado na Tabela 2.1, representação matricial das citações (marcadas com 1) posteriores recebidas por uma patente X, hipotética e não-citações (marcadas com 0).

Tabela 2.1 - Matriz de citações posteriores de uma patente por diferentes inventores

	Citante	Citante	Citante	Citante	Citante
Patente X Detentor Y	Detentor A	Detentor B	Detentor C	Detentor D	Detentor E
Citação Posterior (citado) 1	0	1	1	0	1
Citação Posterior (citado) 2	0	0	1	1	1

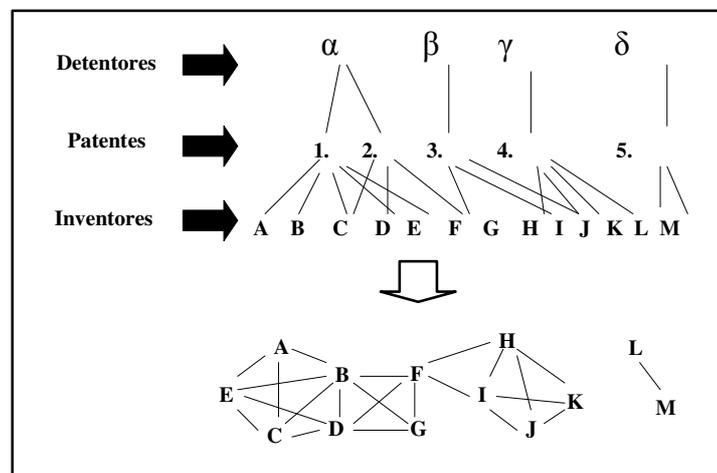
Na representação matricial, k representa a rede genérica $k^{ésima}$, sob análise, e z_{ijk} representa o valor da relação do ator $i^{ésimo}$ com o ator $j^{ésimo}$ ($z_{ijk} \geq 1$ se o ator $i^{ésimo}$ está ligado ao ator $j^{ésimo}$; de outra forma, $z_{ijk} = 0$).

A frequência com que certa patente é citada por patentes posteriores é um importante indicador do valor de mercado desta patente, de modo que os resultados da análise de citação de uma patente por outras, ulteriores, serão utilizados para averiguar a história de alguns produtos obtidos pelos atores mais relevantes da rede de ABG, ou seja, os que se diferenciam em termos da frequência com que são citados.

A análise das citações de patentes em uma comunidade de atores (detentores) interessados na apropriação biotecnológica será testada numa amostra de 100 patentes genômicas da subclasse internacional C07h021, tomadas ao acaso.

A citação de um inventor – ou detentor de patente - A que cita B é um indicador de quanto o conhecimento fluíu entre eles e é passível de ser mensurado por meio da *conectividade* e da *distância social*, indicadores de rede que serão detalhados a seguir. O fluxo de conhecimentos que transita por uma rede de detentores) será mapeado por meio da associação binária entre três grupos de elementos: detentores ($\alpha, \beta, \gamma, \delta$), inventores (A a M) e patentes (1 a 5).

A Figura 2.3 ilustra como, por meio de linhas, os vínculos entre grupos de elementos podem ser representados. Uma outra forma de projeção – que no caso ilustrado é o dos relacionamentos entre inventores que se citam mutuamente por meio de patentes – é mostrada na parte inferior da mesma Figura.



Fonte: elaboração própria, baseado em Balconi *et al.* (2004).

Figura 2.3 – Gráfico de relacionamentos binários entre detentores, patentes e inventores e representação geodésica da rede de vínculos.

O pressuposto é que os inventores A até M estão vinculados entre si por meio do conhecimento incorporado nas patentes, mas que o grau de relacionamento entre eles varia.

Usando o gráfico acima, é possível ter dois tipos de medidas entre co-inventores, que serão utilizadas como indicadores de apropriação, no estudo de caso desta tese. São eles:

a) *Conectividade*:

Na análise das redes, a distância entre inventores não é dada pela dimensão geográfica⁵¹. Vizinhos geográficos podem estar mais ou menos conectados na rede e vice-versa (Latour, 1999). Inventores podem ou não pertencer a um mesmo *subsetor da* rede. Os inventores L e M, mostrados na Figura 2.3, estão menos conectados com as outras subseções da rede, enquanto A e K estão mais conectados.

Dadas duas patentes k_{ij} e k_{ih} , a distância social entre elas, num período de tempo T-1 (ou seja, o período anterior à citação) define-se como o caminho mais curto entre dois atores de numa mesma rede – ou geodésica, assim como ilustrado na Figura 2.3. Assim, quanto mais conectados certos atores, menor sua distância social.

No caso das patentes genômicas, detentores que se citam mutuamente com grande frequência apresentam grande conectividade e, portanto, estão pouco separados em termos da distância geodésica. O estudo de campo desta tese deverá, assim, centrar-se na busca por grupos de detentores de patentes com este perfil. Um escrutínio da produção inovativa recente destes atores, em especial das empresas do oligopólio mundial de agronegócios poderá compor, juntamente com o indicador de conectividade, o cenário de análise sobre a apropriação de ABG.

Tal procedimento pode ser revelar como um instrumento de prospecção tecnológica, ainda que não seja um objetivo deste trabalho. Atores do “núcleo” da rede são, por definição, muito citados. Mas a alta frequência de citação pode se dar por conta de citantes que são, eles mesmos, muito ou pouco citados. Patentes citadas por outras que também são muito citadas são consideradas de grande importância na rede; o potencial tecnológico destas patentes, como já discutido anteriormente, será considerado relevante, em termos de seu valor para a emergência de inovação. É necessário colocar atenção também sobre as patentes que citam outras, com frequência, chamadas de *citadoras*. Neste caso, as citadoras que apresentarem alto índice de citação são um caso à parte: o mapa da rede pode estar mostrando um *momentum* no qual certa patente citadora passa a ser relevante, em termos inovativos. Desta forma, a metodologia de rede poderá servir como um instrumento de prospecção tecnológica, antecipando

⁵¹ Apesar de, muitas vezes, a dimensão geográfica ser um componente de grande importância nas redes. No caso de biotecnologia, há regiões como o *Bay Area*, na Califórnia, nos quais as redes se mostram especialmente virtuosas em termos de apropriação de conhecimentos, tornando-se pólos de geração e difusão de ABG.

comportamentos inovativos que os atores desempenham num dado momento da evolução da rede.

Os dados sobre a conectividade do conjunto de atores de uma rede originam um indicador de citação relativa de um inventor por outro ou outros. Permite que se visualize e obtenha dados algébricos sobre a frequência de citação de certo inventor, de modo relativo: um inventor pode até ser muito citado, mas por outros inventores que não são, por sua vez, citados. Este inventor ocupa, no campo visual da rede, uma posição periférica.

A conectividade se mostra um indicador de grande relevância para a análise que a tese pretende realizar, já que permitirá inferir em que medida os inventores brasileiros envolvidos com Projetos Genoma são citados, e, neste caso, se são citados por outros que apresentem relevância em termos da frequência de citação. Este poderá ser considerado um indicador de participação do país no processo de patenteamento, que é parte da obtenção de inovações.

Atente-se para o fato de que a mensuração da distância social requer a definição de uma série de *variáveis-controle*, ou seja, de categorias a partir das quais se possa estabelecer a relevância das distâncias entre atores.

Estimam-se, a seguir, nove categorias de variáveis que podem auxiliar na modelagem da distância entre atores da rede e na definição das posições de pesquisadores brasileiros que são inventores ou detentores de patentes em ABG. São elas:

1. *d₀*: toma valor 1 para as *autocitações*, e 0 para qualquer outro tipo (a distância geodésica é zero);
2. *d₁*: toma valor 1 para *colaboradores prévios*, pares de patentes nas quais um ou mais inventores da patente citante tenham co-inventado previamente com um ou mais inventores da patente citada, isto é, a distância geodésica entre eles é 1;
3. *d₂*: toma valor 1 para *conhecimento pessoal*, pares de patentes nas quais um ou mais inventores da patente citante e um ou mais inventores da patente citada têm um (ou mais) co-inventores em comum, mas sem que sejam colaboradores prévios –ou seja, a distância geodésica é 2;
4. *d₃ - d₆*: variáveis que tomam o valor 1 se a distância geodésica entre patentes for respectivamente, 3, 4, 5 e 6, tomando o valor 0 para qualquer outra;

5. $d > 6$: toma o valor 1 se a distância geodésica entre patentes for maior que 6, desde que siga sendo finita⁵², ou seja, os inventores de duas patentes pertencem ao mesmo *componente gráfico de co-invenção*.

6. *desconectados*: toma valor 1 se os inventores de duas patentes não são encontráveis, porque pertencem a componentes das redes que estão desconectados.

b) *Distância geodésica*:

A distância geodésica é definida (Breschi, 2004) como o número mínimo de graus (ou arestas) que separa dois inventores distintos de uma rede. Na Figura 2.3, por exemplo, os inventores A e C têm distância geodésica igual a 1, enquanto os inventores A e H têm distância 3 (a distância entre ambos é mediada por dois outros atores, B e F). Em outros termos, mesmo quando o inventor A não conhece o inventor H diretamente, ele conhece alguém (o inventor B), que conhece alguém (o inventor F), que conhece o inventor H diretamente.

Este indicador, aplicado ao caso das patentes C07h21, poderá servir para as seguintes análises, no âmbito deste trabalho. A primeira é relativa ao indicador em si: quanto mais distantes dois atores, menor é a conexão entre eles

A localização de inventores brasileiros na rede não será explorada a fundo neste trabalho. Mas é parte de uma agenda futura, na qual se busca a história profissional destes pesquisadores, por meio de seus currículos. Esta análise se mostra especialmente útil para entender de que forma certas capacidades adquiridas pelo pesquisador foram ou não resultado de seu aprendizado, que, em geral, é fruto de convivência junto a grupos de pesquisa com forte inserção tecnológica e inovativa⁵³.

⁵² Segundo Breschi *et al* (2004), considera-se como minimamente conectados atores cuja distância entre pares de patentes presente o grau 11; este grau de separação é considerado como limite no *modelo* da análise.

⁵³ O estudo de campo do Diretório de Pesquisa Privada da FINEP, do Ministério de C&T, no qual esta autora foi pesquisadora, mostrou a importância deste aspecto para a aprendizagem dos atores em se apropriar. A empresa FK Biotecnologia, que desenvolve *kits* diagnóstico para saúde humana, baseados em genômica e proteômica, é um exemplo. Seu proprietário, Fernando Kreutz, trabalhou por mais de dez anos num núcleo de P&D em saúde humana, no Canadá. A entrevista com este pesquisador demonstrou o quanto tal convivência foi importante, para que ele tomasse a decisão de abrir uma empresa deste tipo e de como seus conhecimentos sobre empreendedorismo foram consolidados, no período em que viveu naquele país.

A relevância da presença de pesquisadores brasileiros na rede não será passível de mensuração, já que se sabe, de antemão, que são muito poucos os detentores de patentes brasileiros em geral, que dirá aqueles da área de genômica. A utilização da metodologia de rede tem, neste sentido, não o objetivo de conferir os resultados dos Projetos Genoma brasileiros, mas a intenção de detalhar as condições do ambiente inovativo nas quais a apropriação tecnológica se mostra mais eficiente.

A segunda é uma análise que leva em conta o indicador anterior, de conectividade: comparando-se dois atores, um residente no Brasil, e outro qualquer, por exemplo de um grupo que apresente grande conectividade, poder-se-á inferir o quanto o ator brasileiro faz ou não parte do núcleo de maior relevância em termos da apropriação tecnológica.

Além destes dois indicadores de conectividade e da distância geodésica, a exploração das relações entre atores de uma rede pode ser feita através de indicadores complementares, que são:

c) *Densidade* (D_k) da rede

O indicador de *densidade* mede as fraquezas/ forças das relações entre atores de uma rede. É representado pela proporção de vínculos que ocorrem realmente na rede, em relação a todos os vínculos possíveis, dados por $N^2 - N$, descontadas as relações de auto-direcionamento (no caso em tela, as autocitações):

$$D_k = \frac{\sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N z_{ijk}}{N^2 - N} \quad i \neq j \quad (Eq. 1)$$

A *densidade* é uma característica que diz respeito a toda a rede, e não a um ou outro ator individual. Vai de zero a um, de nenhuma conexão a todas aquelas possíveis entre atores de uma rede. Uma vez que só consideram os vínculos entre atores diferentes, $i \neq j$, estão descontados os vínculos de auto-referência, ou seja, os vínculos de um ator para consigo mesmo (no caso em tela, as autocitações).

No escopo desta tese, este indicador deve apresentar menor relevância e utilidade do que os demais, assim como explicado a seguir. A densidade apresenta clara dimensão temporal: a rede tem, em T1, certa densidade. Após certo tempo, havendo (ou não), um evento que altere as

condições de apropriação – que pode ser uma política de DPI como os TRIPS – a densidade pode mudar⁵⁴. Esta tese deve mensurar a densidade da rede apenas em T1, de forma que seria necessário ter séries históricas deste indicador, verificando-se as relações causais entre determinados processos no âmbito dos DPI e as alterações de densidade das redes, o que esta tese não teria condições de fazer.

De qualquer forma, os dados obtidos no mapeamento da subclasse C07h21 utilizados para o cálculo da densidade atual desta rede poderão mostrar a relevância dos estudos de monitoramento do efeito de políticas sobre a densidade de setores das redes tecno-econômicas. Em termos da pesquisa genômica, este tipo de efeito pode ser representado pela aceitação da proteção patentária de genes, que hoje é facultativo (Artigo 27.3 [b] dos TRIPS), ou pela inclusão desta aceitação nas legislações nacionais de um maior número de países.

De acordo com o que se discute no Capítulo 3 do trabalho, há uma forte pressão por harmonização mundial dos DPI, por parte dos países desenvolvidos, em especial dos EUA. Estes vêm, inclusive, estabelecendo acordos bilaterais de escopo amplo, sobre comércio internacional, com países em desenvolvimento; no bojo de tais acordos encontra-se o fortalecimento de DPI no âmbito nacional, muitas vezes com aceitação de cláusulas de impacto sobre a apropriação de ABG. A supremacia econômica dos EUA é um forte componente de orientação das negociações: países em desenvolvimento acabam por abrir mão de alguns componentes relativos aos DPI sobre recursos genéticos, por exemplo, em rodadas nas quais um conjunto de aspectos comerciais está em jogo. A redução de barreiras tarifárias para o comércio de calçados nos EUA, por exemplo, é colocada como parte da agenda comum de negociações, na qual também está o fortalecimento de DPI. Em geral, países em desenvolvimento optam por ajustar suas legislações de DPI, em especial no que tange biotecnologias e recursos genéticos, em troca de melhores condições de comercialização de seus produtos em mercados de países desenvolvidos. Os efeitos desta estratégia, hoje bastante difundida, poderiam, no futuro, ser então revelados.

⁵⁴ Pode também não mudar. Neste caso, seria necessário entender as relações de causalidade entre a não-mudança e outros conjuntos de componentes, cujo caráter pode não ser, necessariamente, relativo às políticas de C&T&I, mas de ordem macroeconômica, de conjuntura política, etc. Esta consideração se, por um lado, demonstra as fraquezas reais da aplicação do conceito de rede, também mostra que este é ainda um campo de estudos a ser explorado.

d) Indicadores de *centralidade*

Alguns inventores se destacam pelo número de vínculos que apresentam, exibindo alto *grau de centralidade*, enquanto outros podem não apresentar tantos vínculos, mas estar posicionados em determinados setores das redes que lhes conferem um papel de *conectores* entre diferentes componentes ou subsetores.

Para o caso da análise das redes de ABG, o indicador de *centralidade* se mostra especialmente útil: mostra como certos atores centrais da rede apresentam alto grau de envolvimento com os outros atores da rede. É dado por todos os contatos que envolvem o ator k , dividido por todos os reais contatos encontrados na rede:

$$C_k = \frac{\sum_{i=1}^N (z_{ij} + z_{ji})}{\sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N z_{ij}} \quad i \neq j \quad (Eq. 2)$$

Da mesma forma que no caso anterior, este indicador não leva em conta as autocitações⁵⁵, já que só vale para os casos nos quais $i \neq j$.

Este procedimento permite análises complementares àquelas que utilizam os indicadores de *distância social entre atores*, refletindo sobre como se dá o fluxo de conhecimentos entre atores envolvidos com a obtenção de patentes⁵⁶ de determinada classe. Isto porque alguns atores podem estar muito separados de outros, mas ainda assim ter um índice de centralidade alto, constituindo um núcleo de relacionamentos isolado.

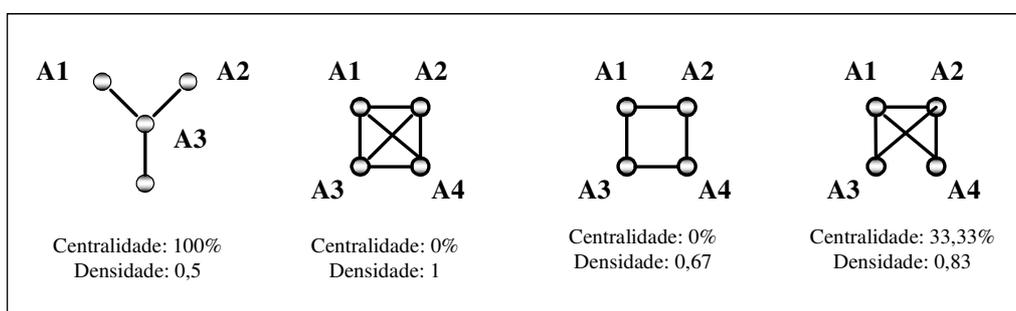
A análise cruzada deste indicador com os grupos de patentes das categorias de patentes genômicas deve permitir avançar no entendimento dos esforços tecnológicos dos atores empresariais. Caso duas ou mais empresas do setor privado detentoras de patentes de certa categoria apresentem pequena distância social, valerá a pena investigar o conteúdo

⁵⁵ Até porque, com já discutido anteriormente, uma patente não poderia realizar “autocitação”.

⁵⁶ A opção por utilizar a base de patentes do USPTO veio do fato de que a base Derwent não esteve disponível para consultas no Brasil de modo contínuo, já que sua assinatura não foi re-negociada ao longo do ano de 2004 pela CAPES e pelo CNPq. A base do Espace-net, da Comunidade Européia, não oferece a possibilidade de filtrar os dados do modo como pareceu útil à tese, restando, então, a consulta à base do USPTO.

biotecnológico de suas patentes, de modo a que seus esforços e investimentos em certas trajetórias tecnológicas sejam evidenciados. Seria o caso, por exemplo, do oligopólio de sementes, cujos interesses parecem estar sendo depositados sobre a manipulação de genes de produção de óleos vegetais, um mercado agroindustrial de grande relevância.

Faz sentido, então, exemplificar algumas situações deste tipo, na forma como a Figura 2.4 apresenta, segundo Guedes (1998), quatro casos de redes e seus respectivos índices de centralidade e densidade.



Nota: Ai = atores da rede (i= 1...4)

Fonte: Elaboração própria

Figura 2.4 – Exemplos de densidade e centralidade de redes

e) *Clique*

O *clique* é um indicador de coesão social. Reflete a extensão na qual dois atores, A e B, relacionados a um determinado ator C, são também relacionados entre si.

Permite investigar a estrutura da rede, no sentido de identificar posições determinadas pelos relacionamentos diferenciais entre grupos de atores. É, desta forma, um indicador que se refere aos subgrupos de uma rede, nos padrões de como certos atores estabelecem entre si padrões especiais de relações.

Voltando à consideração feita logo antes, sobre os esforços de P&D em genômica para o aumento da produtividade de óleos vegetais, no item sobre centralidade das redes, poder-se-ia utilizar o mesmo exemplo para discutir o indicador de clique.

O *clique* deve iluminar em que medida certos grupos de atores estão traduzindo bem as normas e fazeres transformadores da pesquisa científica em artefatos tecnológicos, consubstanciados

em patentes. Este indicador pode iluminar os aspectos de maior importância do processo de tradução entre atores detentores de DPI que estiveram envolvidos, direta ou indiretamente, na P&D de certos produtos agora protegidos por patentes. Se um *kit* diagnóstico de câncer, por exemplo, é o artefato tecnológico resultante do compartilhamento de informações científicas e de conhecimentos tecnológicos, deve apresentar alto indicador de *clique*. A aproximação dos atores envolvidos na realização desta P&D, revelada pelo *clique*, poderá ser analisada em termos de sua relevância para a geração de novas trajetórias tecnológicas. Isto porque atores relevantes, em geral, não desperdiçam esforços de P&D, o que pode permitir antecipar a estratégia inovativa das empresas envolvidas em tais atividades.

O número de atores a ser contemplado nas análises sobre a coesão social depende fortemente dos resultados da própria investigação e do mapeamento prévio da estrutura da rede. Caso um determinado grupo de inventores de patentes genômicas apresente um alto índice de co-citação, constituirá o subgrupo alvo da análise do *clique*, já que a demonstração de que há coesão entre eles é o determinante para que se proceda à análise da força da relação. A totalidade de atores da rede não deverá, desta forma, estar presente na análise do clique, já que, como é de se esperar, nem todos os inventores ou detentores de patentes citam todos os outros. Há, sim, uma relação diferencial que se estabelece entre subgrupos, no sentido de se apropriar das ABG, o que se espera, o estudo de caso da tese deva revelar.

Este indicador parece ser de grande importância para a tese, já que pretende mostrar não somente que existem vínculos entre determinados grupos de detentores de patentes, mas também quais seriam as razões desta ocorrência – no âmbito legal, jurídico e dos SNI.

Os constantes *jogos de apropriação*, detalhados no Capítulo 3 deste trabalho, envolvem a argumentação a favor do fortalecimento do padrão patentário para bioecnologias genômicas e as pressões por harmonização legal no âmbito dos TRIPS. Revelam as intenções de certos atores – justamente os detentores de maior relevância na rede de patentes biotecnológicas – em tornar hegemônico o padrão de proteção aos DPI e os sistemas regulatórios – incluindo questões de ordem legal, jurídica dos SNI, acima citadas, que mais lhes favorece a apropriação de tecnologias.

Esta é a ponte micro-macro que liga o procedimento metodológico adotado por esta tese à demonstração das condições nas quais a apropriação de ABG se mostram ser ideais, e em quais contextos geo-políticos elas são encontradas.

2.1.4 Instrumental de informática: software PAJEK

O instrumental de informática PAJEK, *Program for Large Network Analysis* será utilizado para relacionar patentes, detentores e citações posteriores recebidas por uma determinada patente. Estes vínculos devem refletir o grau de tradução entre atores envolvidos na obtenção de patentes de ABG da amostra analisada por esta tese.

O *software* foi desenvolvido por pesquisadores do campo da teoria dos gráficos (Gibbons, 1985), buscando dar tratamento gráfico e numérico a grandes grupos de dados inter-relacionados. Analisa e fornece visualização de redes que apresentam dezenas, centenas ou milhares de nós, que serão chamados, nesta tese, de *vértices*, cada um deles equivalente a um detentor ou inventor de patente. Os vínculos entre vértices são chamados *arestas*, representando a citação que uma patente A faz sobre a outra, B.

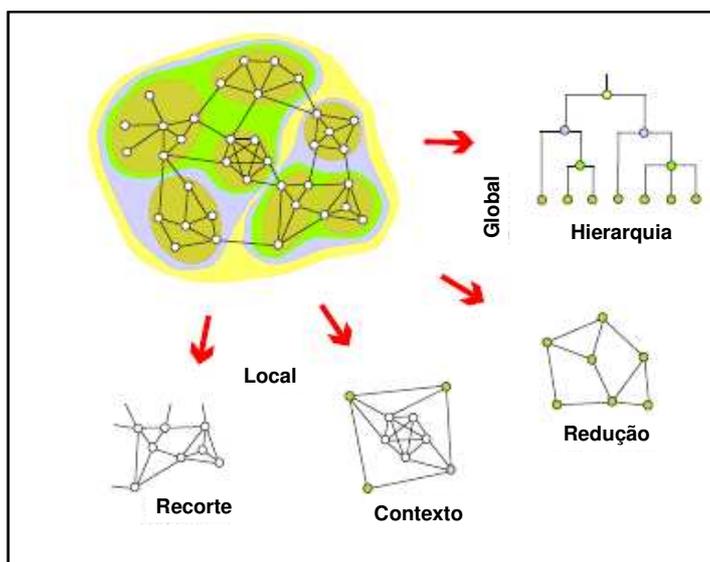
Trata-se então de testar a hipótese de que há determinantes-chave das citações que aparecem nas patentes genômicas. Tais determinantes – o conjunto de políticas de C&T&I no contexto das especificidades jurídicas em DPI dos países, podem ou não promover vínculos diretos e indiretos entre atores das redes.

Estes determinantes-chave são, por pressuposto, os contextos jurídico-inovativos diferenciais em DPI, cenários nos quais certos grupos de atores aprendem a se apropriar dos conhecimentos genômicos. As assimetrias de *aprendizagem* na rede seriam padrões diferenciais da capacidade de alcançar o patamar de proteção patentária. Isto porque alguns atores são capazes de se traduzir com maior eficiência, chegando à fase de formalização dos conhecimentos gerados em ciclos de P&D.

Apesar de inúmeros outros atores também participarem de tais ciclos, produzindo, por exemplo, artigos científicos e se capacitando em genômica e proteômica, apenas parte deste universo se revela como proprietária de novas ABG.

A metodologia de redes pretende obter evidência empírica que demonstre que a probabilidade de que uma patente K_i venha a citar uma patente K_j , indicada por $P(K_i, K_j)$, aumenta proporcionalmente ao grau de conexão social entre as duas patentes, controlando-se os fatores que possam afetar a probabilidade da citação, em especial a autocitação. Tal conectividade, mais ou menos forte, depende, em grande medida, dos contextos legal e jurídico no âmbito dos DPI. Se assim não fosse, os jogos de apropriação de biotecnologias, no que se refere à dimensão jurídica dos DPI e no âmbito da OMC, não seriam levados a cabo de modo tão evidente. A argumentação utilizada por diferentes grupos sociais de atores interessados em garantir assimetria de apropriação dá, neste sentido, força ao pressuposto de que atores sociais, imersos em contextos de política de C&T semelhantes, aprendem a deles se utilizar, de modo também semelhante. Neste caso, contextos de DPI são mais ou menos eficientes em promover a apropriação de conhecimentos científicos e tecnológicos consubstanciados em patentes.

O *software* PAJEK permite também criar imagens tridimensionais, ou seja, permite a visualização das redes, retratando as relações entre os atores, mesmo que em grandes redes. Este dispositivo apresenta uma utilidade prática: a visualização gráfica das redes apresenta uma força intuitiva, pois através dela é possível inferir o grau de complexidade e da vinculação relativa entre atores.



Adaptado de Batagelj & Mrvar (2003).

Figura 2.5 - Diferentes abordagens para lidar com as redes.

Mesmo sendo uma rede de grande complexidade e enorme número de atores, o ferramental PAJEK permite que certas “áreas” da rede sejam isoladas da rede maior. Numa rede global, certos *clusters*, núcleos e áreas de vizinhança podem ser visualizados segundo a “hierarquia” e força de seus vínculos, assim como representado na Figura 2.5. Podem ser também extraídos da rede, simplesmente separando uma determinada área da rede geral, ou “recorte”, que pode ser visto de modo isolado, ou dentro de um “contexto”, que pode ser local. Cada subrede pode sofrer “redução”, de modo a se visualizar os diferentes núcleos de relacionamento entre atores.

Nestas diferentes abordagens é possível definir os limites da rede a partir dos valores numéricos que definem o grau de relacionamento entre atores. Como já citado no item anterior, a distância geodésica entre atores é relevante: quanto maior a distância entre os atores, menor é seu grau de tradução. Neste caso, atores sociais em ciência que apresentem grandes distâncias geodésicas entre si, estão também tridimensionalmente separados na rede. Atores com alto grau de tradução para se apropriar de biotecnologias aparecem, na rede, com alto grau de correlação – e apresentam baixas distâncias geodésicas.

Trata-se, desta forma, de encontrar algoritmos que permitam identificar as subestruturas presentes nas redes de ABG investigadas. A base matemática pela qual este algoritmo foi desenvolvido é apresentada logo a seguir, no item sobre conceitos utilizados na análise do padrão de relacionamento dos atores da rede.

Apenas à guisa de exemplo, no caso de patentes genômicas, estariam na rede apenas os atores que sejam detentores de patentes citadas por um mínimo de outras três patentes concedidas após a data da concessão desta primeira. Ou seja, a distância geodésica entre atores pode ser o instrumento de definição dos limites da rede de apropriação.

A delimitação deste “ponto de corte” é, desta forma, uma determinação do analista da própria rede, que, baseado numa análise estatística prévia acerca dos valores numéricos dos vínculos encontrados entre componentes da rede, escolhe um valor mínimo para incluir certos atores, deixando outros para fora dela. Também será, no caso desta tese, apoiada em indicadores de C&T mais gerais, como os de residência dos inventores ou do local onde está sediada a instituição detentora da patente.

É também possível analisar redes binárias, chamadas de “modo-2” pelos autores do PAJEK, por serem duplo-modais, ou seja, formadas por dois conjuntos disjuntos de vértices, como as que correlacionam patentes e seus inventores e as mesmas patentes com seus detentores.

O PAJEK utiliza nomenclatura e conceitos próprios, baseados na teoria dos gráficos, de modo a estabelecer o algoritmo que permite a construção das redes. Neste contexto, uma rede é um *gráfico*, que, por sua vez, é um conjunto de *vértices* (cada vértice é um ator-rede, ou *nó*, na concepção calloniana adotada nesta tese) e um conjunto de *linhas* entre pares de vértices.

O gráfico representa a estrutura da rede. Um vértice é a menor unidade da rede, identificado por um número. Em termos do estudo de caso desta tese, cada patente dos subgrupos C07h21/02 e C07h21/02 (segundo a Classificação Internacional de Patentes) corresponderá a um vértice. O gráfico obtido será, neste caso, uma rede binária, ou modo-2, já que, a cada patente está ligado um (ou mais) inventor(es), ou um ou mais detentor(res).

A patente nº 1, cujo detentor é o indivíduo (ou instituição) α , poderá ter sido citada por outra ou outras, posteriores, de nº 2, 3, 4, etc, cujos detentores podem ser o próprio α , ou quaisquer outros indivíduos (ou, mais uma vez, instituições).

Uma *linha* é o vínculo entre dois vértices, que, no caso da análise de redes sociais de atores, corresponde a uma relação social entre eles. No caso da cientometria, uma linha é definida por suas duas pontas, atores sociais em ciência.

Linhas podem ser *direcionadas* ou *não-direcionadas*. Linhas direcionadas são *setas*, também chamadas de *arcos*, que demonstram uma escolha de um ator por outro, ou a citação de um detentor de patente por outro. Se o detentor A cita B, então a seta tem como *cauda* o vértice A, e como *cabeça* o vértice B; um arco pode ser bidirecional, caso o vértice seja a cauda e a cabeça, ao mesmo tempo – como no caso de um detentor de patente que cita outro e é citado por este último. Linhas não-direcionadas, ou arcos, não apresentam sentido; em análises sociométricas, tais linhas representam um *arco bidirecional*, como no caso das relações entre duas irmãs, cuja relação social não carece de um sentido para ser definida. Ao contrário, no caso das patentes de ABG, há um direcionamento claro entre o detentor (ou inventor) que cita o outro (ou a si mesmo).

As linhas podem ser estabelecidas de modo múltiplo, entre dois atores. Basta que cada um deles, no caso dos citantes de patentes, cite o outro mais de uma vez, o que, sem dúvida, acontece na amostra focalizada por esta tese. Neste caso, as linhas devem apresentar *valores lineares*, ou seja, o número de vezes que um ator cita outro, indicando a *força da relação*.

Os chamados *gráficos simples* não contêm linhas múltiplas: é o caso, por exemplo, de uma simulação na qual, num grupo de meninas, cada uma é convidada a escolher duas outras como melhores amigas, e não poderia escolher duas vezes a mesma menina. Gráficos simples e indiretos não apresentam arestas, deste modo.

Um *loop*, ou *laçada*, é uma linha que liga um vértice a si mesmo. No caso das patentes de ABG, uma laçada corresponde a uma autocitação, o que não ocorre no caso em tela, como já discutido anteriormente.

Algumas vezes mostra-se necessário modificar uma rede, para que a análise de seu conteúdo se faça possível. Isto porque a rede pode ser muito grande, por exemplo, para que seja desenhada: redes menores, com apenas algumas dezenas de vértices são melhor visualizadas.

Assim, o *software* PAJEK permite extrair algumas partes da rede, ou ainda estudar apenas parte das relações gerais estabelecidas por seus componentes, como no caso da sub-rede de detentores de patentes que apresenta co-citação acima de um determinado grau. As laçadas, na maioria das vezes, também precisam ser modificadas, de modo a tornar os gráficos mais simples, sem linhas múltiplas. Por exemplo, é possível reduzir as redes de co-citação de patentes de ABG em termos dos seus participantes que *menos são citados* pela totalidade de componentes, ou, ainda, em termos daqueles que, ainda que sejam muito citados, não o são por atores que são os mais citados pela totalidade de componentes.

O desenho final da rede – que é possível em duas ou em três dimensões - deve levar em conta também que os atores sejam posicionados entre si de forma proporcional à força das relações entre eles: a distância entre vértices deve expressar o número de vínculos entre dois deles, mas também em relação a todos os demais.

Além destes conceitos de ordem mais técnica, é preciso definir a questão de como os dados relacionais entre componentes da rede serão vinculados a seus *atributos não-relacionais*. Ou seja, qual é a base conceitual que permitirá usar a informação sobre as relações entre

componentes da rede, visando dar a ela uma característica de relações sociais e não somente relações numéricas?

Trata-se, desta forma, de dar *atributos* às relações, que realcem a interpretação que fazemos acerca da estrutura da rede, inclusive no que diz respeito à posição e relevância dos sub-grupos que a compõem.

No caso dos dados sobre patentes em ABG, serão utilizados indicadores de C&T estruturais⁵⁷, com a finalidade de comparação entre o fluxo de conhecimentos entre atores da rede e a capacidade dos países em se apropriarem da pesquisa científica, seja ela realizada pelos próprios atores ou por outrem. Uma agenda futura de pesquisa poderá comparar os indicadores de C&T relativos ao comércio internacional – sendo este classificado de acordo com o grau de intensidade tecnológica dos produtos - com o fluxo de conhecimentos entre os países.

Assim, será possível obter comparações acerca do fenômeno de grande importância no contexto da tese, que é a *capacidade de absorção*, ou *absorptive capacity*.

A identificação de subredes de atores que apresentam maior ou menor capacidade de absorção de conhecimentos genômicos deve se basear em algoritmos definidos a seguir.

Segundo Garfield *et al* (1964), num dado conjunto de vértices U , estabelecem-se as relações de citação entre atores – ou arcos r .

$$r \subseteq U \times U$$

$$uRv \equiv v \text{ cita } u$$

que determina a *rede de citações* $N = (U, R)$.

Hummond e Doreian (1989) propõem dois indicadores de *peso dos arcos*, que permitem a identificação e análise da maior parte das relações entre atores da rede. Estes indicadores serão a base da análise dos resultados de citação entre atores que patenteiam ABG.

Para entender tais indicadores, algumas considerações prévias se fazem necessárias.

⁵⁷ Tais como os da NSF - *National Science Foundation* norte-americana e os Indicadores de C&T&I da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo, FAPESP, 2004.

Em primeiro lugar, relações de citação são primordialmente *irreflexivas*, ou seja, não apresentam – *laçadas*⁵⁸ - e são parcialmente abertas, ou seja, são parcialmente *acíclicas*, já que nem todos os componentes são citados pelos demais.

Também é preciso considerar que, nas redes encontradas na realidade, alguns componentes, de grande importância na rede, são numericamente poucos e podem formar uma rede cíclica, citando-se mutuamente com alta frequência. Neste caso, caberia o procedimento metodológico de *redução* de tais componentes, além de transformar esta parte da rede em um sistema acíclico, eliminando-se as laçadas – mas que, no caso em tela, não é necessário.

A forma padronizada da rede é obtida pela adição de um *vértice-fonte* $s \notin U$, e um *vértice-fonte* $t \notin U$. O vértice-fonte s é ligado por um arco a todos os *elementos mínimos* de R ; todos os *elementos máximos* de R são ligados por um arco a t .

A este conjunto de gráficos chama-se dígrafo st . O método de contagem de passos (SPC, em inglês: *search path count*) baseia-se em *contadores* $n(u, v)$, que contam o número de passos de s a t através do arco (u, v) . Para computar $n(u, v)$, introduzem-se duas outras medidas auxiliares: $n^-(v)$, que conta o número de passos de s a v e $n^+(v)$, que conta o número de passos de v a t .

Seguindo-se os princípios de análise combinatória, nos quais:

$$n(u, v) = n^-(u) \cdot n^+(v), (u, v) \in R$$

onde

$$n^-(u) = \begin{cases} 1 \\ \sum_{v \in R_u} n^-(v) \end{cases} \quad u = s$$

e

$$n^+(u) = \begin{cases} 1 \\ \sum_{v \in R_u} n^+(v) \end{cases} \quad u = t$$

é possível obter um algoritmo para computar $n(u, v)$ e compreender os índices de Hummon e Doreian, definidos como:

⁵⁸ Pois patentes não são passíveis de auto-citação.

a) Contagem de vínculos (SPLC em inglês: *search path link count*), ou $\overline{\omega}$.

$$\overline{\omega}_{1(u,v)}$$

é o indicador de todos os caminhos possíveis por uma rede, que emergem a partir de um certo nó de origem, através do arco $(u, v) \in R$.

b) Caminhos entre pares de nós (SPNP, em inglês: *search path node pair*),

$$\overline{\omega}_{p(u,v)},$$

que conta os pares de vértices conectados pelo arco $(u, v) \in R$.

Com esta base algorítmica, justifica-se a obtenção de distâncias geodésicas entre inventores ou detentores de patentes, base do estudo de caso desta tese. Esta base conceitual, no escopo da teoria dos gráficos, apresenta clara aderência com aqueles conceitos das redes tecno-econômicas, já que cada ator é um nó da rede e o fluxo de conhecimentos entre eles configura arcos, cujos valores, em termos dos indicadores anteriormente detalhados, podem ser mensurados.

Parte II - Relação Pesquisa-Inovação em Genomas no âmbito internacional: o cenário legal e o cenário inovativo

Introdução

Mais de trinta “Projetos Genoma” foram criados no Brasil desde o final da década de 1990. Financiados majoritariamente pelo setor público, a maior parte deles visa desenvolver novas variedades vegetais, através de pesquisa em ABG⁵⁹.

A biotecnologia tem sido definida como a “aplicação de princípios científicos e tecnológicos no processamento de materiais com agentes biológicos, visando a provisão de bens e serviços” (Bull, *et alli* 1982). Biotecnologias são insumidoras de inovação para os sistemas de produção de alimentos, de fármacos, etc. A crescente incorporação de pesquisa genômica pelos setores agroindustriais e farmacêuticos em mercados mundializados faz surgir o debate sobre a apropriação dos resultados daqueles Projetos, assim como a capacidade destas iniciativas em estimular a biotecnologia no Brasil (Silveira, Fonseca & Dal Poz, 2001).

A posição do Brasil é ímpar, em relação a todos os outros países do mundo: é o único país detentor de biodiversidade que também realiza pesquisa genômica de inserção internacional. Esta situação justifica que se aprofunde a compreensão sobre os investimentos públicos em pesquisa, sobre as relações entre natureza e propriedade e sobre direito ao uso de recursos naturais e apropriação de inovações.

⁵⁹ As observações feitas neste item baseiam-se no trabalho de dissertação de mestrado da autora (Dal Poz, M. E., “Da Dupla à Tripla Hélice: O Projeto Genoma *Xylella*” -DPCT –Unicamp, 2001).

Capítulo 3 - DPI: cenário legal da apropriação de inovações genômicas

Introdução

Este Capítulo apresenta o cenário legal relativo aos DPI, analisando seu papel no processo de apropriação. Discute a lógica da proteção dos direitos de propriedade intelectual, utilizando o exemplo da inovação baseada em genômica.

Integram-se as perspectivas do direito econômico àquelas que visam entender o papel da proteção daqueles direitos nas dinâmicas inovativas da biotecnologia baseadas em estudos genômicos, mantendo-se, no entanto, o foco na abordagem legal.

Não sendo esta uma tarefa que se relaciona apenas à dinâmica inovativa, mas também ao contexto jurídico da proteção dos DPI, procede-se à análise dos nexos internos da base normativa destes direitos, no âmbito da legislação brasileira, e desta no contexto dos acordos TRIPS.

São apresentadas discussões sobre os conceitos norteadores sobre DPI e sobre os mais importantes acordos e corpos legais referentes ao tema, como os próprios TRIPS, a Lei de Proteção aos Cultivares brasileira e os conceitos essenciais para a construção de tais normas jurídicas, entre os quais os da Convenção da UPOV⁶⁰, o de invenção, de patentes, etc. Os vínculos destas formas de proteção com outros grupos de acordos sobre direitos de propriedade de plantas, como a UPOV, são analisados. E também os desdobramentos e a lógica de proteção no âmbito dos TRIPS frente a acordos que não são propriamente do escopo dos DPI, mas a eles se referem, no caso de recursos genéticos, como a Convenção de Diversidade Biológica, ou CDB.

São apresentados aspectos relativos ao regime de regulação de ABG, na forma da legislação de biossegurança e do estabelecimento de instâncias regulatórias, como a Comissão Nacional Técnica de Biossegurança (CTNBio) e o Conselho de Gestão do Patrimônio Genético - CGEN.

Há uma importante diversidade em termos da composição das legislações nacionais sobre DPI em biotecnologia. A ocorrência de tal diversidade é, por um lado, naturalmente esperada, já

⁶⁰ União Internacional para Proteção de Novas Variedades de Plantas.

que a legislação sobre DPI é de tratamento nacional. Assim, cada país, segundo os TRIPS - no seu Artigo 27.3 (b), permite aos países membros da OMC decidir sobre a isenção da proteção patentária aos seres vivos – plantas ou animais, menos os microrganismos. No caso de não permissão de patentes de plantas, o país deve providenciar um sistema *sui generis*, ou seja, definir as formas como as obtenções vegetais seriam protegidas nos termos da lei.

Esta disposição legal dos TRIPS é, se vista de modo absoluto, louvável. Mas, na realidade, a diversidade legal resultante das diferenças entre padrões patentários no conjunto de leis nacionais revela-se como uma “assimetria” de apropriação tecnológica. Isto porque os TRIPS, muito mais aderentes às legislações dos países desenvolvidos e aos Sistemas Nacionais de Inovação, servem, de fato, como padrão normativo para o comércio internacional. Assim, o mundo vem experimentando um processo de harmonização global das legislações de DPI, que, de fato, não apenas define o piso mínimo de proteção aos DPI ⁶¹, mas o eleva.

Neste contexto, parte-se para a discussão das argumentações pró e contra a proteção (em especial a patentária) dos DPI sobre informações genéticas, naquilo que é possível chamar de “jogos de apropriação”. Tais jogos são reveladores de como, para dar continuidade ao processo de apropriação, no cenário comercial mundial, certas *partes interessadas* se comportam de modo revelador de suas intenções, defendendo posições a elas favoráveis. Em seguida, no item sobre jogos enredados de apropriação de biotecnologias genômicas: papel de diferentes partes interessadas, a lógica da apropriação de ABG é analisada, por meio de discussões sobre os quatro principais quesitos que aparecem na polêmica sobre harmonização legal no âmbito de TRIPS. São eles: *i*) as características específicas do objeto elegível para proteção, *ii*) o padrão da unidade de invenção, *iii*) a abertura das características do objeto a ser patenteado - origem geográfica e consentimento sobre uso de material e *iv*) a identificação dos “campos técnicos” aos quais a invenção se relaciona. Este tópico tem como objetivo mostrar como a manutenção de DPI, no âmbito mundial, constitui jogos dinâmicos de não-revelação dos conhecimentos associados à estratégia inovativa.

Isto dá origem a uma sistemática negociação, intermediada por mecanismos de apropriação baseados na interpretação da pertinência do conteúdo proprietário das ABG, que se funda na

⁶¹ Assim como disposto formalmente pelos TRIPS.

base legal dos TRIPS. Mesmo sendo este último disposto como acordo multilateral, sem capacidade de sobrepujar leis nacionais, apresenta, de fato, capacidade em aplicar pressões sobre as legislações nacionais, no sentido de elevar o nível de proteção patentária. Isto porque os TRIPS não se referem apenas aos setores agrícolas, mas a todos os setores do comércio internacional.

Visando eliminar possíveis problemas de aderência com os TRIPS, países em desenvolvimento, menos capazes de barganhar no cenário internacional, vêm incorporando muitas das disposições vigentes naqueles acordos da OMC para evitar retaliações normativas e/ou comerciais dos países desenvolvidos sobre os países em desenvolvimento.. Este processo vem fazendo com que os TRIPS venham se tornando *lei-modelo*, em termos dos DPI.

No centro daquelas interpretações sobre o caráter proprietário das ABG está a discussão sobre o caráter tecnológico dos genes: seriam *entidades naturais*, indissociáveis dos seres vivos – como a legislação brasileira define, ou seriam *construtos verificáveis apenas por conta do intelecto humano*, como querem certos agentes do mercado agrícola? Esta segunda interpretação favorece a proteção patentária aos DPI sobre ABG.

O objeto de patenteamento, no caso das biotecnologias, deve ser uma descoberta ou uma invenção? Patentes de invenção devem apresentar firmemente uma aplicação industrial. Sequências gênicas, protegidas na forma da legislação norte-americana, por exemplo, são patentes de descoberta, muito mais próximas de produção científica. Quanto o inventor deve revelar em termos da origem do material biológico que deu origem à patente? Tomando em conta que certas regiões do globo apresentam altos índices de biodiversidade, como a utilização de material biológico poderia ser apropriada? Como repartir benefícios com as populações autóctones, muitas vezes detentoras de conhecimentos tradicionais, de modo a tornar justa a utilização de material biológico oriundo da biodiversidade?

Um conceito central para proceder a esta análise é o de *technological absorptive capacity*, ou seja, a capacidade de certos atores e/ou agentes institucionais absorverem conhecimentos gerados por si mesmos ou por outrem.

A internacionalização da pesquisa, aprofundada pelos sistemas de comunicação informatizada é um fator central de tal capacidade de absorção de conhecimentos. O outro fator, de ordem normativa, é que o sistema legal de DPI é tratado soberanamente no nível nacional; dada a fase

histórica das relações do comércio internacional, é necessário contemplar a evolução das negociações sobre DPI no âmbito da mundialização do capital e da economia baseada em conhecimento.

Assim, a análise dos corpos legislativos e dos acordos relacionados à harmonização do DPI é o passo natural para consolidar a investigação proposta pelo trabalho. Visa entender como certas redes de genômica – no nível internacional – são ou não apoiadas por sistemas de proteção aos DPI e de como estes sistemas se mostram facilitadores da apropriação dos resultados de pesquisa.

Direitos de Propriedade Intelectual

Os direitos de propriedade intelectual (DPI) são parte dos amplos direitos de propriedade, que podem ser definidos como *um poder legalmente aplicável capaz de excluir outros do uso de certos recursos*⁶², *o que não obriga o detentor dos direitos a firmar contratos ou despender esforços para inibir potenciais usuários*⁶³. São uma categoria de propriedade de bens intangíveis, que podem ser reivindicados por indivíduos, empresas ou outras entidades.

A característica mais relevante deste tipo de propriedade relaciona-se ao fato de que tais bens intangíveis são peças de informação ou corpos de conhecimento que podem estar consubstanciados em objetos tangíveis.

A forma legal de proteção aos DPI são as patentes⁶⁴. Uma patente é um documento que dá ao seu detentor o monopólio temporário do ato inventivo. Visa, primariamente, impedir que outros, além do detentor da patente, utilizem-se das invenções nela contidas para obter ganhos econômicos.

⁶² Exceto, eventualmente, do governo, quando exercendo seu domínio e seu poder eminentes.

⁶³ Esta concepção de direitos de propriedade foi formulada a partir de Landes & Posner (2003). A consideração dos autores, usada para tal formulação, é a de que: *se A possui uma pastagem, ele pode, com o apoio das cortes e da força (police, no original em inglês), proibir outros de alimentar seu gado neste pasto. Ele não precisa, se assim não desejar, negociar nem o uso (exclusivo ou não), nem o não-uso de sua propriedade; esta seria uma alternativa inviável, já que o mundo todo poderia lhe propor alimentar o gado naquela sua propriedade, o que não obriga ao detentor da propriedade a pagar-lhes por não ser possível disponibilizar o acesso ao referido pasto.*

⁶⁴ Neste caso trata-se de patente de invenção, cujo conceito é explorado de modo detalhado neste mesmo item de tese.

Atente-se para o fato de que, segundo Barbosa (2002), uma patente *de invenção não autoriza o seu titular utilizá-la, limitando-se a lhe conferir o direito de proibir que terceiros a explorem para fins industriais e comerciais*⁶⁵. Assim, segundo o mesmo autor, dar ou não patente a uma biotecnologia não afeta o que dispõem as legislações nacionais ou internacionais que estabelecem restrições ou que dispõem sobre a pesquisa, utilização ou comercialização dos seus resultados.

Sob a perspectiva econômica, o sistema de proteção aos DPI, na forma de patentes, tem a função de disponibilizar o conhecimento contido no documento patentário à sociedade, em troca deste monopólio temporário. Desta forma, os DPI ensejam equilibrar ganhos sociais com os ganhos privados daqueles que tenham investido na geração de inovação, possibilitando ao inovador lucrar com os possíveis resultados da eventual comercialização de novos produtos ou processos.

No Brasil, os DPI têm início com o Alvará de 28 de abril de 1809, que isentava de direitos as matérias primas do uso das fábricas e concedia outros favores aos fabricantes da navegação nacional. A Lei 3129, de 14 de outubro de 1882 regulou a concessão de patentes aos autores de invenção ou descoberta industrial, podendo ser considerada como a primeira legislação específica em propriedade industrial no país.

Já no campo específico das biotecnologias, a Convenção da União de Paris para a Proteção da Propriedade Industrial⁶⁶ (CUP), de 1883, que cobre o campo da propriedade industrial, não impõe, segundo Barbosa (2002), nenhuma restrição à proteção das criações biotecnológicas⁶⁷.

Até o advento dos acordos TRIPS, que trazem a uniformização da Propriedade Intelectual através dos “parâmetros mínimos”, não havia obrigação de incluir na legislação de cada país todos os objetos daquilo que é considerado propriedade industrial; cada Estado tinha espaço,

⁶⁵ Isto porque, caso a invenção venha a ser comercializada, deve obter todas as permissões que a legislação de comércio obrigar. Tal legislação deve atender a demandas diversas, como as exigências de saúde pública, de segurança, de proteção do ambiente, dos animais e de preservação da diversidade genética, e ao respeito das normas éticas. Portanto, a patente não é um documento de permissão de comércio da invenção, apenas de monopólio dos DPI sobre a invenção protegida pela patente.

⁶⁶ Administrado pela OMPI – Organização Mundial de Propriedade Intelectual.

⁶⁷ Segundo o mesmo autor, o trecho da referida Convenção, que demonstra tal disposição, é aquele sobre a restrição à proteção das criações biotecnológicas: "A propriedade industrial compreende-se em sua acepção mais ampla e se aplica não só à indústria e ao comércio propriamente dito, mas também ao domínio das indústrias agrícolas (vinhos, grãos, folhas de fumo, frutas, gado, etc.) e extrativas minerais, águas minerais, etc.".

nos termos da Convenção, para escolher o que lhe convinha proteger via patente. (Barbosa, 2002). Este autor lembra que também não há, no campo do Direito Constitucional Brasileiro, qualquer oposição quanto à proteção de biotecnologias através de propriedade industrial. A Carta de 1988 não limita os campos da técnica onde se deve conceder patente pela norma ordinária. Assim, é no nível da legislação sobre Propriedade Industrial, e não na esfera constitucional, que se vai discutir a possibilidade e conveniência de patentear as biotecnologias.

No período entre a CUP e os TRIPS, considere-se relevante, no contexto emergente das economias globalizadas e da mundialização do capital⁶⁸, a inflexão que tal globalização provoca na concepção e nas disposições gerais que norteiam os DPI.

Segundo Barbosa (2003), a relevância da noção de propriedade da tecnologia – e da tutela dos investimentos da indústria cultural - sofre uma intensificação e um revigoramento a partir do governo Reagan. Na década de 1970 inicia-se a internacionalização do debate sobre DPI, a partir do argumento da existência de perdas comerciais da P&D de alto custo por parte dos países desenvolvidos. Uma inversão do contexto histórico mundial dos mecanismos de patentes estava em curso. O padrão vigente de DPI favorecia o processo através do qual os resultados da chamada “engenharia reversa” pudessem competir com tecnologias originadas em países desenvolvidos. Por iniciativa destes últimos inicia-se um movimento de internacionalização do debate, em reação ao avanço tecnológico do Sudeste da Ásia através da apropriação de P&D de alto custo financiada pelo governo e por empresas norte-americanas. Empresas transnacionais (TN) reclamavam da falta efetiva e adequada de proteção de suas patentes, uma vez que as leis que normalizam estes mecanismos eram nacionais e particulares. Em diferentes países era necessário aplicar esforços na reclamação e condução dos litígios por DPI. As indústrias dos setores mais intensivos em ciência passaram a temer pela perda de suas vantagens comparativas, confrontadas com a explosão de informações, meios de comunicação, oferta de novos materiais e biotecnologias, áreas nas quais os países desenvolvidos estavam em posição de liderança tecnológica.

⁶⁸ Considera-se a década de 1970 como um marco da mundialização do capital, dado que representa o início dos sistemas de comunicação informatizada.

No âmbito dos GATT – *General Agreements on Tariffs and Trade* inicia-se um ciclo de fóruns de discussão sobre a internacionalização do comércio. Os TRIPS, negociados na 8ª rodada do GATT, a “Rodada Uruguai”, visam harmonizar as regras de comércio internacional através da adoção de critérios básicos de proteção aos DPI. Em 1995 cria-se a Organização Mundial do Comércio – ou OMC, prevendo um prazo de cinco anos para que os países signatários venham a ajustar suas leis nacionais aos TRIPS. A OMC previu um prazo de cinco anos para os países signatários realizarem os ajustes legislativos aos acordos TRIPS.

Até 1977, a possibilidade de patentear organismos vivos não era aceita pelas leis de nenhum país, nem mesmo dos EUA. Mas, nesse ano, num caso exemplar⁶⁹ de apelação à justiça daquele país, passou-se a permitir patenteamento de produtos naturais, *caso apresentassem alguma modificação devida à intervenção via intelecto humano*.

Em 1980 outorga-se uma patente à primeira bactéria geneticamente modificada, considerando-a como um *microorganismo feito pelo homem*, o que funda a jurisprudência sobre Organismos Geneticamente Modificados (OGM, ou GM). Este foi o primeiro caso de concessão de direitos de patente sobre microrganismos GM pela corte norte-americana, baseada na interpretação de que a bactéria – o objeto de patenteamento – não é encontrada na natureza na forma para a qual se pede patente. Assim, tal objeto passa a ser considerado como “matéria de invenção, não constituindo *fenômeno natural*.”

Segundo Vieira & Buainain (2005), ao longo da história, a propriedade tem assumido feições mais variadas, desde sua manifestação nas fases mais *primitivas*⁷⁰ até as formas mais complexas, e que requerem regulamentação mais específica, possibilitando a disciplina jurídica e formal dos diversos tipos de apropriação de bens e valores, inclusive os despídos de existência tangível. Confere-se, no âmbito dos TRIPS, proteção às idéias, às soluções técnicas ou às *outras formas de informação que possam estar expressas em certos formatos legalmente admissíveis*.

Esta disposição é explicitamente colocada pelos TRIPS, mas fica em aberto quais formas de informação poderão ou não ser aceitas pelas legislações nacionais como objeto de patenteamento. Assim, muitos países podem aceitar o patenteamento de genes e de seqüências

⁶⁹ Caso Diamond X Chakrabart (EUA, 447 - U.S. 303, 1980).

⁷⁰ Grifo meu, levando em conta a dificuldade de demarcação histórica deste termo.

gênicas, como no caso dos EUA, ou não, como no caso do Brasil. Esta disposição leva em conta que as legislações sobre DPI são de tratamento nacional, visando, obviamente, reconhecer a soberania das nações para decidir sobre tais questões.

A polarização de argumentos pró e contra o patenteamento de genes gera um entrelaçamento de atores que desempenham permanentes jogos de apropriação de ABG, no cenário mundial, cujas relações comerciais são coroadas pela base normativa dos TRIPS.

Sob a argumentação central de que os genes são passíveis de expressão (na forma de suas seqüências bioquímicas) apenas porque os inventores (no caso, cientistas da genética molecular, visto que a P&D em genômica e proteômica é altamente intensiva em ciência) apresentam capacidades intelectuais específicas, a proteção patentária destes bens intangíveis estaria assim justificada. Isso ocorre no caso da legislação norte-americana que, admitindo esta interpretação, considera como patenteáveis os genes e trechos de DNA. Estas entidades não são consideradas como existentes no mundo natural e, portanto, só se expressam e são reveláveis por meio da atividade inventiva do intelecto humano. Nada mais intangível do que a expressão do conteúdo genético dos seres vivos, sob esta perspectiva.

O conteúdo da propriedade intelectual, no âmbito do disposto pelos TRIPS, é a *informação*, que pode estar incorporada em produtos ou em processos tecnológicos, portadores tangíveis da referida informação. Esta idéia, adaptada para o caso das seqüências gênicas, permite inferir que tal informação pode ser o objeto de patenteamento em si: os trechos de DNA, vetores, cassetes de expressão gênica, etc são as informações passíveis de patenteamento, ainda que não estejam necessariamente incorporadas a nenhum processo ou produto tangível.

Trata-se, desta forma, de um processo que visa proteger conhecimentos básicos, mais do que uma invenção em si; este fenômeno, novo na história dos DPI, parece ser o resultado da conjunção de dois processos. Por um lado, porque a biotecnologia, na fronteira do conhecimento, suscita discussões sobre os DPI sobre “entidades” que não eram conhecidas da humanidade até há pouco tempo, e que só existem porque a base técnica vem sendo profundamente alterada pela pesquisa científica. Em se tratando de seres vivos e de suas partes, suscita discussões éticas, legais e aquelas relativas ao impacto social da apropriação de tais componentes. Por outro lado, tal processo acontece num contexto de internacionalização do capital, e, como consequência, da P&D. A apropriação tecnológica, fator de

competitividade no cenário das economias mundializadas, passa a ser crucial, não apenas nos países nos quais a tecnologia é gerada. Na atual fase de evolução capitalista, absorver conhecimentos gerados em quaisquer contextos nacionais parece ser de crucial importância para a manutenção das empresas globais.

Tal capacidade, aqui chamada de *absorptive capacity*, é o ponto central desta seção de tese.

ABG e Direitos de Propriedade Intelectual

Este tópico referencia os campos jurídicos de proteção aos DPI mais significativos para o caso das inovações baseadas em pesquisa genômica, associando-os à legislação nacional e internacional em DPI pertinentes à discussão e aos acordos relativos à diversidade biológica.

A discussão está inserida no amplo campo da Propriedade Industrial, que trata da proteção de marcas, invenções, desenho industrial, indicações geográficas e indicações de origem. O cerne da Propriedade Industrial é a proteção contra a concorrência desleal.

Assume-se que a descrição da longa e complexa história evolutiva dos DPI de pouco seria útil para a análise realizada nesta tese. No âmbito nacional, envolve a legislação contida na Lei da Propriedade Industrial⁷¹ (9279/96), na Lei de Proteção aos Cultivares⁷² (LPC, nº 9456/ 97) e na Lei de Biossegurança⁷³ (nº 8.974/95). No cenário internacional relacionam-se à Convenção de Diversidade Biológica (CDB) e aos acordos TRIPS, foco desta tese.

Partindo-se da apresentação de conceitos-chave que possam subsidiar a análise (como os de invenção, patentes, etc), segue-se para a análise de como o caso da inovação em ABG é contemplado na legislação nacional de Propriedade Industrial e nas suas formas de proteção *sui generis*⁷⁴. Em seguida, o mesmo é realizado em termos da legislação internacional, em especial de modo comparativo.

⁷¹ Em vigor desde 15 de maio de 1997, substitui a Lei 5772/71. Atualizada de acordo com a Lei 10.196/01 que, por sua vez, altera e acresce dispositivos à Lei nº 9.279.

⁷² Em vigor desde 28 de abril de 1997. Regulamentada pelo Decreto 2366, de 5/11/97, institui a proteção de propriedade intelectual referente a cultivares.

⁷³ Dispõe sobre o uso de técnicas de engenharia genética e liberação de organismos modificados no meio ambiente.

⁷⁴ Que são utilizadas quando os campos de proteção clássicos, tais como os da propriedade industrial e dos direitos de autor não se aplicam, por conta da dificuldade em definir ou em classificar o objeto da proteção aos requerimentos exigidos por aqueles campos de proteção.

É importante ressaltar que as tecnologias genômicas aprofundam a dificuldade de reconhecer os requisitos do objeto de proteção, já que os conteúdos técnicos a serem avaliados apresentam grande complexidade científica. Mesmo os casos do reconhecimento por meio de critérios baseados em métodos tradicionais de seleção e identificação de plantas – inteiras ou de suas partes, ou ainda de processos biológicos que nelas acontecem, oferecem grande dificuldade, já que, mesmo apresentando homogeneidade genética, certos cultivares podem não apresentar características fenotípicas⁷⁵ prontamente reconhecíveis, o que torna mais complexo o processo de avaliação patentária, nos moldes usuais. Daí a propositura de sistemas chamados *sui generis*, que permitem avaliar modificações resultantes, por exemplo, das ações de melhoria das plantas por seleção tradicional, realizada por produtores rurais; este é o caso da UPOV - “União Internacional para Proteção de Obtenções Vegetais” ou *Union for the Protection of New Varieties of Plants*, que será analisada logo a seguir. Também são apresentados acordos internacionais, sejam eles centrados mais diretamente na questão dos DPI ou aqueles que apresentam caráter eminentemente ambiental e biológico, mas que vêm sendo considerados no conjunto de dispositivos legais balizadores das normas legais sobre a utilização comercial de conhecimentos.

3.1.1 Invenção e proteção aos DPI

Considera-se *invenção* (Moniz, 2004) a criação intelectual, de efeito técnico ou industrial, exequível, do ponto de vista prático e útil, ou seja, que apresente alguma possibilidade de utilização na resolução de problemas. Deve assim configurar uma nova solução técnica para um problema técnico, satisfazendo determinados fins e necessidades práticas. Segundo o autor acima citado, a simples *criação intelectual não é considerada invenção, stricto sensu, no sentido técnico-jurídico da palavra.*

É preciso também distinguir *invenção* de *descoberta*. Gama Cerqueira (1982) afirma que a *invenção é a criação de uma coisa até então inexistente, ao contrário da descoberta, que é apenas a revelação do que já existe na natureza.* Reforça-se, assim, na diferenciação com o conceito de descoberta, a característica da invenção de ser capaz de atender necessidades de

⁷⁵ São características direta ou indiretamente observáveis no ser vivo. No caso de plantas, pode ser desde a aparência geral, até a capacidade de produzir óleo nas sementes.

ordem prática; a descoberta não apresenta fins práticos preestabelecidos, segundo o mesmo autor.

Estas considerações são extremamente importantes para o caso das biotecnologias genômicas, uma vez que, como se verá no capítulo do estudo empírico, as patentes concedidas pelo escritório norte-americano de patentes (USPTO) vem-se aproximando cada vez mais do conceito de *descoberta*, sem utilidade industrial explícita ou de aplicação técnica. A obtenção de patentes de seqüências de DNA é o melhor exemplo deste fato, sendo o argumento norte-americano para a proteção de DPI sobre genes, de que estes são consubstanciados em seqüências de DNA, entidades reveláveis apenas por meio do intelecto humano. Esta tendência, assim como será analisada mais adiante, revela-se essencial no contexto da economia baseada em conhecimento, na qual os conhecimentos científicos, ainda que se mostrem como *descoberta* da natureza, devem ser protegidos por DPI.

Esta disposição está em perfeita consonância com a atual legislação brasileira de patentes, que define como invenção o ato de criação de caráter especial: que represente uma solução nova para um problema técnico existente. Isto inclui o fato de que na invenção haverá, segundo Labrunie (1998) *uma manipulação humana da eventual descoberta, tornando-a diferente do produto originalmente encontrado na natureza*. Estas considerações fazem concluir que, para a legislação brasileira, uma invenção é uma criação intelectual de ordem técnica, que, *pelos seus fins, constitui um meio de satisfazer as exigências e necessidades práticas do homem* (Gama-Cerqueira, 1982).

A proteção à invenção pode se dar por duas vias. A primeira é a do segredo, que é proteção exclusivamente *fática*. A outra é por meio da outorga, pelo poder público, de uma patente de invenção àqueles que a solicitarem e cuja validade se julgar pertinente, culminando na concessão da patente; esta é uma forma de proteção por *direito*, já que seu detentor passa a ser o titular do direito exclusivo, ou seja, exclui terceiros de explorar seu invento e detém a propriedade (por tempo limitado⁷⁶ e definido em lei), sobre o uso da patente.

⁷⁶ O período de exploração exclusiva, no Brasil, é de 20 anos, contado a partir da data do depósito ou, no mínimo, de 10 anos, a contar da data de concessão. No caso de sistema *sui generis*, como no caso de proteção a cultivares, este período pode ser de apenas 15 anos.

Barbosa (2005) faz uma distinção longa e detalhada dos conceitos de propriedade intelectual e monopólio, da perspectiva da história do direito comparado e do direito econômico. Inicia considerando que *os direitos de propriedade intelectual, ao tornarem exclusiva a oportunidade de explorar atividade empresarial, se aproximam de um monopólio*. Em seguida, iluminando a questão, ressalva que é preciso distinguir o monopólio do novo – que não tira liberdades de ninguém, posto que nada existia antes, que pudesse ser considerado como sendo subtraído da sociedade. Ao contrário, uma patente, como monopólio instrumental, cuja exclusividade recai sobre o *meio* de se explorar determinado mercado, não evita que outras soluções técnicas sejam utilizadas para que o mesmo mercado seja explorado.

No mesmo sentido, Landes & Posner (2003), contribuem significativamente para o esclarecimento das diferenças entre monopólio e direitos exclusivos de propriedade intelectual. Argumentam que os DPI pouco conferem ao monopólio; ainda que, no caso das patentes, a situação seja menos clara. De qualquer forma, argumentam que, em geral, direitos de propriedade são confundidos com monopólio. Exemplificam, analisando o fato de que não se diz que o proprietário de um pedaço de terra tem um monopólio, porque tendo a propriedade, ele pode excluir outros do uso da terra. Uma patente, no mesmo sentido, exclui aqueles que não tenham consentimento para usar certa peça de propriedade intelectual. Mas estes fatos não infringem a legislação antitruste. Monopólios, no sentido de mercado (ou oligopólios, mais comuns) podem ser resultado de diferentes composições de fatores, desde os políticos, até os derivados de estrutura de mercado, barreiras à entrada, etc.

Assim, o monopólio da *patente* não se confunde com as formas com que determinados mercados são monopolizados⁷⁷.

Estas considerações são importantes para a análise dos jogos mundiais de apropriação que este item de tese enfoca, já que, nos EUA, diversas partes interessadas defendem a difusão do padrão norte-americano de DPI no âmbito mundial, estendendo-o aos países em desenvolvimento. No bojo desta negociação advoga-se a aceitação do patenteamento de

⁷⁷ As patentes desempenham um papel positivo na produção, na medida em que asseguram a propriedade dos resultados de esforços de pesquisa de outra forma não apropriáveis e, portanto, injustificáveis para empresas privadas. Para que não constituam barreiras à invenção, são regulamentadas para ter uma duração razoável após o qual o direito prescreve. Já o monopólio é resultante de uma situação de força da empresa dominante (ou o oligopólio, das poucas empresas líderes) através da qual o mercado concorrencial é afetado e os preços são artificialmente elevados, impondo um ônus indevido à sociedade e criando barreiras à entrada de novas empresas.

seqüências gênicas e de produtos intangíveis⁷⁸, derivados de informações disponíveis em bancos de genes e de moléculas, que não é aceito na maioria dos países em desenvolvimento, como no caso do Brasil.

▪ **Patente de invenção**

Patentes são privilégios legais concedidos pelo Estado⁷⁹ a autores de invenções de produtos, de processo de fabricação ou de aperfeiçoamento de produtos e processos já existentes. Sua concessão visa proteger a invenção, de forma que seu titular detenha a propriedade e exclusividade de exploração de tal invenção.

No Brasil, as patentes são regulamentadas pela *Lei de Propriedade Intelectual* ou LPI (Lei 9610/98), de obrigação do INPI. Segundo tal lei, apenas são passíveis de registro formal criações puramente intelectuais e abstratas, patenteando algo inédito, útil e não-óbvio. Uma patente pode vigorar por um período que varia, em geral, de 15 a 20 anos.

Patentes de invenção inserem-se, de acordo com a doutrina do direito brasileiro, nos direitos de Propriedade Industrial, porque as criações do intelecto não se adaptam integralmente à divisão do direito privado, ou seja, dos direitos pessoais, obrigacionais e reais. Os direitos de propriedade intelectual têm, outrossim, caráter patrimonial, no âmbito do direito sobre bem incorpóreo.

Os requisitos legais brasileiros de patenteabilidade são:

a) Novidade

O Artigo 11 da LPI baliza o atributo de *novidade* de uma invenção da seguinte forma:

“A invenção e o modelo de utilidade são considerados novos quando não compreendidos no estado da técnica, ou estado da arte⁸⁰”.

§ 1º O estado da técnica é constituído por tudo aquilo tornado acessível ao público antes da data de depósito do pedido da patente, por descrição escrita ou oral, por uso ou

⁷⁸ Que, como se verá ainda neste Capítulo, consiste no Artigo 27.3(b) dos TRIPS, que prevê a exclusão de seres vivos ou de suas partes do escopo dos objetos de patenteamento, constringindo o interesse dos países desenvolvidos.

⁷⁹ No Brasil, o órgão público competente para a expedição de patentes é o Instituto Nacional de Propriedade Industrial – INPI.

⁸⁰ Conceito semelhante ao utilizado pela maioria das legislações de outros países; em inglês: *the state of the art*.

qualquer outro meio, no Brasil ou no exterior,⁸¹ ressalvando-se o disposto nos artigos 12, 16 e 17⁸².

Ou seja, só é novo o que não tenha sido publicado anteriormente, na forma de pedido ou concessão de patente. Ressalve-se que a simples divulgação de conhecimentos, sem que estes estejam vinculados à proteção de determinada invenção, não constitui base para eventuais reivindicações posteriores acerca dos DPI cobertos pela patente.

Esta é uma consideração de especial relevância no caso das ABG, já que, como veremos a seguir, está em curso um movimento internacional, protagonizado por empresas de capital mundial, para que, cada vez mais, a simples publicação de informações e conhecimentos científicos seja considerada marco de anterioridade para as decisões acerca da propriedade sobre invenções biotecnológicas.

b) Atividade Inventiva

Segundo a legislação brasileira, a *invenção é dotada de atividade inventiva sempre que, para um técnico no assunto, não decorra de maneira evidente ou óbvia do estado da técnica* (art 13, LPI).

Claro que esta disposição leva à busca de definição do estado da técnica, verificando-se se a atividade inventiva é não-óbvia, condição essencial para que o requisito de patenteabilidade seja determinado.

c) Aplicação Industrial

O requisito de aplicação industrial preenche o fundo de patenteabilidade de uma invenção, e está disposto no artigo 15 da LPI:

“A invenção e o modelo de utilidade⁸³ são considerados suscetíveis de aplicação industrial quando possam ser utilizados ou produzidos em qualquer tipo de indústria”⁸⁴.

⁸¹ Ou seja, o estado da técnica não contempla a dimensão geográfica do mundo.

⁸² Não são consideradas como “estado da técnica” as divulgações realizadas pelo próprio inventor ou as que o tenham como fonte direta ou indireta das informações. Esta disposição visa preservar as informações que, porventura, estejam incluídas nos depósitos de pedido de patente efetuados dentro de um período de 12 meses anteriores ao depósito da patente em questão.

⁸³ *Modelo de Utilidade* diferencia-se da patente pelo fato de não se exigir dele plena atividade inventiva. Refere-se necessariamente a um objeto de uso prático, ou parte deste, que proporcione *certa* melhoria de uso ou fabricação.

⁸⁴ Entrevista realizada por esta autora, em junho de 2003 com o Dr. Salvador Bergel, advogado argentino que participou da formulação dos acordos TRIPS, mostrou as dificuldades jurídicas de definição dos critérios capazes de balizar o caráter industrial de determinada atividade inventiva. Segundo o advogado, no entanto, é possível

Quando se trata de DPI no campo da biotecnologia, diversos aspectos específicos devem ser contemplados. Isto porque se trata da apropriação tecnológica de seres vivos ou de suas partes, o que suscita questões éticas, sociais e legais. Segundo Barbosa, (2002), no caso de tecnologia do campo da biologia, a capacidade de reproduzir-se a si mesma é inerente ao objeto da tecnologia: uma nova variedade de planta perpetua-se e multiplica-se independentemente da atividade intelectual do homem.

Por esta razão, os aspectos específicos da proteção aos ativos sobre ABG serão tratados a seguir. Primeiramente, a partir da perspectiva do direito econômico. Em seguida, comparam-se os conteúdos das legislações internacionais sobre biotecnologias, de modo a apresentar subsídios para a análise sobre a Lei de Proteção aos Cultivares brasileira. Esta legislação será então apresentada, e a história de sua construção, no âmbito nacional, é relacionada com os processos de internacionalização dos DPI.

3.1.2 Proteção às biotecnologias e direito econômico

Este tópico apresenta algumas das argumentações pró e contra a proteção (em especial a patentária) dos DPI sobre informações genéticas, a partir da visão do direito econômico.

A literatura deste campo entende que (Landes & Posner, 2003) “propriedade intelectual” envolve idéias, invenções, descobertas, símbolos, imagens, expressões artísticas – verbais, visuais, musicais e teatrais que, em resumo, representem produto humano capaz de potencialmente incorporar valor. A existência de tais entidades não depende, necessariamente, de um artefato físico, o que também não impede, da mesma forma, que sejam proprietárias.

A disponibilidade e a existência de instrumentos de garantia de DPI tem sido, desde a década de 1980, objeto central das negociações econômicas mundiais e das disputas comerciais entre países.

DPI, em princípio, tornariam possível o controle da exploração de resultados da produção científica, tecnológica e cultural. A capacidade de desenvolver e de absorver tais resultados é considerada de crucial importância para a competitividade dos países, especialmente porque a

utilizar o conceito de que “*la invención, - para ser considerada invención industrial, debe pertenecer al campo de la industria, entendida como la actividad que persigue por medio de una actuación consciente de los hombres, hacer útil las fuerzas naturales para la satisfacción de las necesidades humanas*”.

produção e o comércio de bens e serviços intensivos em tecnologia – de maior valor agregado, é um fator chave de seu desenvolvimento⁸⁵ (World Bank, 1998, p. 17, *apud* UNCTAD, 2002).

A tecnologia tem sido reconhecida como um elemento essencial de qualquer estratégia de desenvolvimento (UNCTAD, 1993). No caso da agricultura, que é um setor maduro, diferentes pacotes tecnológicos devem ser utilizados na manutenção da competitividade brasileira. Um exemplo disto é demonstrado por Hasegawa (2005), no qual a difusão de novas variedades de cultivares de cana-de-açúcar plantadas no Estado de São Paulo é um processo lento. Os pacotes tecnológicos utilizados para cada cultivar também variam na sua composição intrínseca, o que demonstra que, mesmo em setores maduros, é necessário o acesso a conhecimentos técnicos em permanente reconfiguração. O desenvolvimento contínuo de novos cultivares de cana é uma disposição crucial para a manutenção dos mercados de açúcar e álcool no Brasil, já que a variedade de solos é muito grande e a produtividade dos cultivares depende de toda uma gama de condições edáficas, climáticas e relativas ao conjunto de técnicas de manejo disponíveis localmente.

Entretanto, as capacidades científicas e tecnológicas são, em geral, bastante assimétricas, se levarmos em conta a distribuição dos investimentos em P&D mundial. A taxa destes investimentos cresce, desde a década de 1970, nos países desenvolvidos; houve um proporcional aumento da participação do setor privado, que chega, em certos casos, a ser responsável por quase 50% dos investimentos totais em P&D, no âmbito global⁸⁶. O mesmo setor, nos países em desenvolvimento, não apresenta investimentos superiores os 30% dos investimentos em P&D⁸⁷.

Dados tão macro-agregados são apenas ilustrativos e são aqui utilizados para recortar o universo da discussão que esta tese endereça. Justifica-se, neste sentido, ilustrar tal assimetria da distribuição das capacidades de desenvolvimento por meio de estatísticas do registro de

⁸⁵ “*Knowledge is critical for development, because everything we do depends on knowledge. For countries in the vanguard of the world economy, the balance between knowledge and resources has shifted so far toward the former that knowledge has become perhaps the most important factor determining the standard of living - more than land, than tools, than labor. Today’s most technologically advanced economies are truly knowledge - based*”.

⁸⁶ Em alguns casos – como no Japão - chegam até 70%.

⁸⁷ A pouca comparabilidade entre os indicadores de C&T da OCDE ou da National Science Foundation, norte-americana e indicadores brasileiros torna estes dados bastante discutíveis; some-se a isto o fato de que as bases de dados nacionais são incompletas.

patentes, como esta tese optou por demonstrar, no capítulo empírico. Toma-se como base, para tal análise, os dados da PNUD (1999), que apontam que os países industrializados são detentores de 97% das patentes totais mundiais.

Esta consideração apenas serve para que se justifique, no contexto das economias globalizadas, a extensão e a universalização dos esforços de proteção aos DPI no nível mundial. Estes se apresentam em consonância à necessidade das empresas que atuam em mercados mundializados de garantir os direitos relativos aos seus investimentos em P&D e obter ganhos proporcionais aos seus esforços de acumulação de ativos intangíveis.

Por isto, os TRIPS enunciam tão solenemente que a proteção forte aos DPI poderia *vir a fortalecer o fluxo de investimentos diretos estrangeiros em países em desenvolvimento*. Esta afirmação visa destacar o ânimo daqueles acordos em melhorar as condições de desenvolvimento – incluindo o seu aspecto social – dos países menos desenvolvidos.

Este trabalho não visa confirmar ou negar especificamente esta disposição central dos TRIPS. Para isto, seria necessário estar focalizada na avaliação comparada do impacto da adoção de padrões de proteção e na quantificação do impacto da harmonização do padrão de proteção que os TRIPS procuram assegurar. Esta é uma questão que ultrapassa o escopo da tese, além de ser, como se demonstra a seguir, bastante polêmica em relação às metodologias que permitam alcançar padrões minimamente conclusivos a respeito do tema.

Uma breve revisão de literatura - a seguir apresentada - apenas demonstra que, quando se trata de DPI, não parece possível generalizar conclusões acerca de seus impactos.

McCalman (2001), examinando a *rationale* dos padrões de proteção patentária e aos DPI desde a Convenção de Paris, conclui que, em geral, há uma tendência dos países adotarem padrões de proteção abaixo do que o planejamento sobre o impacto social das patentes aconselharia. O autor conclui que poucos países obtiveram evidências sobre esta questão, considerando-se, inclusive, a eficiência da proteção sobre a dinâmica inovativa.

Lesser (2005) faz uma revisão da literatura que busca evidenciar os efeitos do fortalecimento dos DPI sobre o padrão de qualidade das patentes em biotecnologia, de proteção patentária sobre elementos vivos ou suas partes e os efeitos dos DPI em países em desenvolvimento. O autor contesta a visão corrente de que, no USPTO, a qualidade das patentes venha caindo, em decorrência do aumento exponencial do número de depósitos nos últimos anos. Revisa uma

série de estudos sobre a questão da qualidade das patentes conferidas pelo USPTO, em termos de quantas patentes depositadas alcançam a concessão. Em seguida apresenta resultados de um estudo no qual são relacionadas as modificações na política de patenteamento, no período de 1965 a 1997 com a taxa de sucesso da patente – ou a proporção entre o número de solicitações de patentes e a sua efetiva concessão – e cada um dos grupos de modificações na política institucional que aconteceram no período citado. As conclusões foram que as diferentes políticas institucionais não modificaram o padrão de patenteamento de biotecnologias; parte do estudo se mostrou também inconclusivo. No entanto, parece-nos que estes estudos deveriam ser relacionados com aqueles que tivessem como objetivo demonstrar se o nível de exigência (em termos do grau de não-obviedade, por exemplo) para a concessão de patentes subiu ou decresceu, no mesmo período, para que pudessem ser considerados conclusivos.

Destaque-se que o fato do nível de “sucesso” das patentes ter se mantido no âmbito dos EUA não quer dizer que o mesmo tenha ocorrido em outros países.

Tudo isto serve apenas para mostrar que os estudos sobre DPI parecem demandar tanto do ponto de vista metodológico quanto do empírico. E, principalmente, que são necessários estudos nos diferentes níveis geográficos, assim como os capazes de comparar padrões patentários no nível global. As análises capazes de iluminar certos aspectos das relações entre DPI e desenvolvimento dos países precisariam contemplar muitas variáveis críticas do processo que culmina – ou não – na instalação da *capacidade de absorção tecnológica*.

O estudo da capacidade de absorção de conhecimentos – incluindo a capacidade de se apropriar de novas tecnologias - faz sentido numa estrutura de análise que pressupõe uma dinâmica de redes tecno-econômicas. Esta tese leva que a organização da biotecnologia, em especial da genômica, se baseia na formação de redes, já que inúmeras competências científicas e tecnológicas de diferentes áreas do conhecimento devem ser integradas. Sendo a genômica uma ciência de fronteira, o mercado deve compor estas redes, o que dá uma dimensão multi-institucional a elas.

Estas redes nem sempre apresentam “fronteiras” nacionais porque as inúmeras fases de C&T são realizadas por atores e instâncias múltiplas, em locais diversos. Cumpre então pensar como os investimentos governamentais, que têm chancela nacional, resultam em ganhos recortáveis a partir do mesmo conceito - “nacional”. Existem certas barreiras formais – como as

geopolíticas, que definem a obtenção de tais ganhos, por exemplo, se a sede de uma empresa estiver localizada no país A ou B. O sistema de patentes também é definido por meio do contexto nacional. Outros aspectos centrais da dinâmica da inovação relevantes para a análise são: a forma como a pesquisa é organizada, o aporte de recursos financeiros e sua eficiência em financiar a pesquisa e em dar suporte à inovação, o estágio de desenvolvimento do país, a aderência entre os sistemas nacionais de inovação e a legislação que normatiza os ganhos da P&D.

No caso em tela, dos DPI sobre inovações geradas a partir de conhecimentos genômicos, o foco está na propriedade (devendo-se discutir também em que medida os DPI seriam formas de monopólio) das *informações* acerca da constituição dos genes dos seres vivos e do seu uso no desenvolvimento de novos produtos e novos processos. O desenvolvimento de inovação genômica, de um *kit* diagnóstico para tumor humano a uma variedade de planta transgênica, parte sempre de informações acerca da seqüência de bases nitrogenadas do DNA original, usado para compreender os processos metabólicos e de desenvolvimento do organismo envolvido na obtenção da inovação.

Informações sobre seqüências gênicas são informações primárias e essenciais para que se entenda a funcionalidade dos genes, em termos das proteínas que codificam, de como sofrem alterações ou controlam processos metabólicos celulares. A partir das informações sobre seqüências e sobre proteínas - bancos de genes, bibliotecas de DNA e de proteínas - nos quais informações científicas são depositadas⁸⁸, é que se desenvolvem biotecnologias. Estes bancos são corpos semipúblicos de informações. A tradução de seu conteúdo, na forma de novos artefatos biotecnológicos e de novas ABG, depende de um conjunto integrado de competências científicas e inovativas, dentre as quais a capacidade de se apropriar das inovações.

O caso de cultivares agrícolas é central na análise, mas esta não se reduz a este. Isto porque há um extravasamento das potenciais aplicações da pesquisa genômica de plantas em setores como os de saúde humana e animal, além das aplicações em problemas ambientais. Assim, passa-se à análise sobre a variabilidade de cenários legais de DPI em diferentes contextos

⁸⁸ A não ser que haja contrato de pesquisa e desenvolvimento entre instituições colaboradoras na fase de sequenciamento, de forma que a pesquisa envolva proteção destas informações, ou seja, que a pesquisa seja orientada pelo mercado e que as informações não possam ser abertas até que os DPI do produto final sejam conseguidos formalmente.

nacionais, visando demonstrar que existe uma clara possibilidade de política econômica voltada para a apropriação tecnológica.

Esta *economia política* deriva não somente da estrutura das bases legais, mas apresenta forte interdependência com a “arquitetura” de determinados SNI. A eficiência em se apropriar parece ser o resultado da integração de um perfil legal favorável à proteção máxima aos DPI (na forma de patentes, por exemplo) e da capacidade por parte das instituições de pesquisa (públicas ou privadas) de aprender a monitorar mercados e de proceder à proteção dos conhecimentos que nela são gerados⁸⁹ (além de serem capazes de absorver conhecimentos gerados fora delas). Neste sentido, o conjunto de políticas de C&T&I que dão suporte aos SNI parece ser essencial para que a apropriação seja eficiente. Por isto, o capítulo apresenta subsídios para a discussão sobre capacidade de absorção de conhecimentos genômicos, que está colocada nos capítulos empíricos da tese, nos quais o estudo de patentes e de seus detentores é apresentado.

A comparação dos perfis de proteção patentária⁹⁰ é um procedimento que se mostra útil para a análise aqui apresentada. Certas legislações nacionais apresentam pouca adequação para proteger invenções biotecnológicas por meio de patentes, enquanto outras são extremamente abertas a esta forma de apropriação. Estas disposições estão em consonância com a capacidade dos respectivos SNI em garantir que os conhecimentos gerados no âmbito nacional (o que

⁸⁹ A apropriação é um processo mais amplo do que a simples obtenção de patentes. Mas esta tese recorta a patente como uma *proxy* da apropriação, já que estes são objetos tangíveis e mensuráveis do fenômeno da apropriação tecnológica. Licenças seriam, por exemplo, uma outra forma de proceder à análise da capacidade de apropriação, mas há que levar em conta a impossibilidade de verificar a existência de acordos de licenciamento tecnológico no universo de empresas e instituições de P&D envolvidas no setor agrícola mundial.

⁹⁰ Inclui-se nesta discussão a questão da titularidade do resultado da pesquisa financiada com recursos públicos. Sendo este um desdobramento do tema desta tese, aponta-se apenas que a definição de tal titularidade deve ser analisada a partir dos conceitos e princípios que regem a propriedade e a divisão dos lucros entre patrão e empregado, quando se tratar de empresa privada de pesquisa; neste caso, o analista deve (Fekete, 2001), fazer uma distinção entre direitos patrimoniais e direitos morais do inventor, a fim de estabelecer a quem – empresa ou empregado – pertence o direito de obter o título, ou seja, a patente, e a quem pertencem os direitos de auferir lucros sobre o uso da tecnologia. A Constituição, como base jurídica do sistema, no artigo 5º, inciso XXIX, fornece a norma geral do poder do inventor sobre a invenção: “A lei assegurará aos autores de inventos industriais o privilégio...”. Se a obra ou invenção apresenta cunho intangível (no caso de inovações cujo objeto são seqüências de genes, tangíveis apenas por meio do intelecto humano), estaria no campo do direito à titularidade da pessoa. Como a Lei de Propriedade Industrial (LPI), é o corpo legal que regulamenta o mandamento constitucional acima citado, prescreve, no artigo 6º, § 2º, uma exceção àquele princípio, da invenção do inventor. “Patente poderá ser requerida em nome próprio” – o que seria patente do autor – e mais adiante, “ou por aquele a quem a lei ou o contrato de trabalho ou de prestação de serviços determinar que pertença a titularidade. Assim, o julgamento deve necessariamente remeter-se para a análise de contratos de trabalho - ou de pesquisa - entre o setor público e o privado, ou ainda de concessão de bolsas para pesquisadores, no caso de agências de fomento.

inclui as competências institucionais em patentear e licenciar tecnologia) sejam protegidos, melhorando assim a competitividade de empresas e de instituições que comercializam tecnologia, no âmbito nacional. Outro aspecto a ser contemplado é o nível de detalhamento da base técnica necessário para definir certa invenção como objeto de patenteamento. Refere-se à forma e ao grau de detalhamento científico do julgamento técnico, que é parte integrante da obtenção de um título exigido por determinada legislação.

A legislação dos EUA, por exemplo, apresenta alto nível de detalhamento técnico, definindo o que entende por “gene” e quais os critérios e especificações biomoleculares que devem ser utilizados no julgamento do objeto a ser patenteado. Já a legislação brasileira, por exemplo, é mais genérica, não tomando como critérios as especificações do objeto de patenteamento no nível da biologia molecular; simplesmente define-se que “genes são parte indissociável da natureza, e, como tal, não são objeto de patenteamento”.

A interpretação acerca da natureza e caráter do objeto patenteável varia também no âmbito do conjunto de legislações apreciado neste tópico. Sequências gênicas e genes são vistos, por um lado, como “entidades” indissociáveis de seres vivos, que são, por sua vez, parte da natureza, e, como tal, não seriam passíveis de proteção por meio de DPI; outra interpretação é a de que genes não são unidades biológicas isoláveis dos contextos celulares e biológicos dos quais são partes integrantes. Tal polarização é analisada neste tópico segundo seu papel nos *jogos de apropriação*, no qual determinados atores defendem interpretações condizentes com a sua capacidade em se apropriar de inovações de base genômica.

Legislação de DPI e Acordos Internacionais

Os acordos TRIPS coroam os esforços internacionais de apropriação tecnológica iniciados na década de 1980. São firmados⁹¹ como resultado dos desdobramentos das rodadas de negociações sobre comércio internacional no chamado GATT⁹². Este último, após sua oitava rodada, em 1994, é substituído pela Organização Mundial do Comércio.

O Quadro 3.1, a seguir, apresenta um resumo sobre o caráter central das rodadas do GATT e a época em que ocorreram.

⁹¹ OS TRIPS são parte integrante (Anexo 1C) dos *Agreement Establishing the World Trade Organization*, documento que funda a OMC. Foram firmados no contexto dos Acordos de Marrakesh, em abril de 1994.

⁹² *General Agreement on Tariffs and Trade*.

Quadro 3.1 - Rodadas do GATT

Local (país ou designação pela qual a rodada é conhecida)	Ano	Caráter central e objetivo
Genebra	1947	Adoção do GATT
Annecey (França)	1949	Redução de tarifas internacionais
Torquay (Inglaterra)	1951	Redução de tarifas internacionais
Genebra	1956	Redução de tarifas internacionais
Genebra (“Dillon”)	1960-62	Redução de tarifas internacionais
Genebra (“Kennedy”)	1962-67	Redução de tarifas internacionais e negociação das regras do GATT, de modo mais normativo.
Tóquio	1973-1979	Redução geral de tarifas para um nível médio de 35% e de 5 a 8% entre os países desenvolvidos Códigos de barreiras não-tarifárias Valoração de consumidores Análise de subsídios e de medidas de compensação Anti-dumping Padrões patentários e de licenciamento de tecnologias
Uruguai	1986-94	Aprofundamento da tendência da Rodada de Tóquio Limitação de subsídios agrícolas Inclusão do comércio de serviços Inclusão dos Direitos de Propriedade Intelectual Criação da OMC

Fonte: Elaboração própria, baseada nos documentos legais da OMC.
(http://www.wto.org/english/docs_e/legal_e/legal_e.htm)

A primeira rodada do GATT aconteceu em 1947 - iniciando-se como um acordo entre países para reduzir tarifas de comércio internacional. Seu caráter central, enquanto acordo de redução de tarifas, é mais ou menos mantido até sua 6ª rodada (Kennedy Round, 1967), quando as rodadas já demonstram disposição anti-*dumping*⁹³, quando um aprofundamento do seu caráter normativo começa a se manifestar. Em sua 7ª rodada, em Tóquio (1979), passa a discutir e propor formas de redução de barreiras não-tarifárias e de tarifas internacionais para bens manufaturados. Em 1994 o GATT é substituído, em sua Oitava Rodada – Uruguai - pela OMC.

O escopo da OMC é o de proporcionar uma estrutura institucional capaz de conduzir as relações comerciais entre os países-membros da organização, em relação às matérias detalhadas nos instrumentos normativos, compondo a normatização das salvaguardas, dentre

⁹³ O *dumping* é definido como o ato de um produtor de certo país exportar um produto para outro país por um preço considerado desleal.

os quais o GATS - *General Agreement on Trade in Services* e os próprios TRIPS⁹⁴. O objetivo central dos TRIPS, explicitado em seu Artigo 7, é o de *garantir que a proteção e o cumprimento dos direitos de propriedade intelectual contribuam para a promoção da inovação tecnológica e para a transferência e difusão de tecnologias, de modo a que usuários e produtores de conhecimentos tecnológicos obtenham vantagens mútuas*⁹⁵. Tais relações visariam, em última instância, conduzir ao bem-estar social e econômico e ao equilíbrio entre direitos e obrigações dos países, no cenário comercial mundial. A idéia de equilibrar benefícios através da concessão de títulos de DPI é o conceito chave do desenho, da estrutura e da implementação da legislação de cunho harmonizador que os TRIPS representam.

Entretanto, duas considerações devem ser feitas. A primeira diz respeito ao fato de que, se as obrigações e ações dos países em desenvolvimento que encaminhariam o cumprimento das disposições acordadas em TRIPS — são bastante claras e detalhadas no texto destes acordos, o mesmo não acontece em relação aos países detentores de tecnologia.

O princípio dos TRIPS (Artigo 8) é o de facilitar a *transferência internacional de tecnologia*. O Artigo 8.1 diz que *os membros da OMC devem formular e, se necessário, retificar suas legislações (nacionais) - adotando as medidas necessárias para proteger a saúde pública e a nutrição, o interesse público nos setores de vital importância para o desenvolvimento sócio-econômico e tecnológico, providenciando as medidas que forem consistentes com o provisionamento deste acordo*⁹⁶. Assim estão dispostas as obrigações dos países membros, que devem adaptar suas legislações segundo o escopo dos TRIPS, na forma dos objetivos descritos no Artigo 7.

⁹⁴ Os TRIPS estão hoje sob os auspícios da WIPO – *World Intellectual Property Organization* – ou OMPI – *Organização Mundial da Propriedade Intelectual*.

⁹⁵ *The explicit aim of the Agreement is to ensure that the protection and enforcement of intellectual property rights contribute “to the promotion of technological innovation and to the transfer and dissemination of technology, to the mutual advantage of producers and users of technological knowledge and in a manner conducive to social and economic welfare, and to the balance of rights and obligations”* (TRIPS, Artigo 7).

⁹⁶ *Members may, in formulating or amending their laws and regulations, adopt measures necessary to protect public health and nutrition, and to promote the public interest in sectors of vital importance to their socio-economic and technological development, provided that such measures are consistent with the provisions of this Agreement.*

O Artigo 8.2⁹⁷ aponta as *medidas apropriadas* que os países deverão providenciar para prevenir o abuso dos DPI por parte de detentores destes direitos – sem, contudo, defini-las. Estas questões ficam absolutamente vagas em termos dos mecanismos pelos quais os países detentores de tecnologia poderiam transferi-la para os países em desenvolvimento. O artigo define que *medidas apropriadas, providenciadas de modo a serem consistentes com as provisões destes acordos, serão necessárias para prevenir abusos dos DPI por parte dos detentores destes direitos.*

Surge aqui a segunda questão: esta atribuição é de tratamento nacional, ou seja, cada país-membro deve providenciar os mecanismos pelos quais os DPI se tornem facilitadores da transferência de tecnologia. Mas não estão explicitadas as formas e os esforços mínimos para que esta disposição legal venha a se realizar. Até porque esta atribuição diz respeito aos países que possuem tecnologia para transferir, em geral países-sede de empresas detentoras de tecnologia e não exatamente àqueles que deveriam ser beneficiados pela transferência.

Além disso, tomando-se em conta que os detentores de tecnologias são, em sua maioria, empresas sediadas em países desenvolvidos, como a legislação de um país em desenvolvimento poderia tornar-se eficiente na prevenção de tais abusos? Sabe-se também que atrair empresas de capital mundializado pode ser uma importante estratégia para os países em desenvolvimento. Endurecer a legislação nacional sobre DPI representaria, neste sentido, uma incongruência com o fomento da atividade econômica em países em desenvolvimento. Ainda mais porque estes, justamente por não alcançarem determinados patamares de desenvolvimento, apresentam, em geral, condições econômicas, sociais e políticas muitas vezes pouco atraentes para os investimentos diretos estrangeiros.

Seria possível argumentar que este nível de detalhamento acerca dos mecanismos de implementação de transferência de tecnologia não deveria mesmo ser alcançado pelos TRIPS, posto que estes são acordos gerais sobre comércio. Mas deveriam estar minimamente apontados, na forma das obrigações gerais dos detentores de tecnologia e nas instâncias responsáveis por implementar o processo de harmonização das condições comerciais mundiais.

⁹⁷ *Appropriate measures, provided that they are consistent with the provisions of this Agreement, may be needed to prevent the abuse of intellectual property rights by right holders or the resort to practices which unreasonably restrain trade or adversely affect the international transfer of technology.*

Os TRIPS determinam, dando ânimo aos princípios relatados no Artigo 8, o escopo do padrão mínimo dos DPI a serem implementados pelas legislações nacionais dos países membros da OMC. Esta definição é dada pela Parte II dos acordos: *Padrões Relativos à Disponibilidade, Escopo e Uso dos DPI*, em seus Artigos 9 a 40. Em suas oito Seções⁹⁸, a Parte II define as regras de proteção aos DPI capazes de restringir a engenharia reversa e outros métodos de inovação imitativa. Tal parte providencia, de fato, as normas pelas quais se darão as negociações entre detentores de tecnologias e seus potenciais usuários, enquanto instrumentos de fortalecimento de DPI estão referenciados nas legislações de países industrializados (UNCTAD, 2002)⁹⁹.

Esta constatação formal da UNCTAD, incluída num documento como o apontado, que tem como objetivo detalhar os instrumentos de treinamento e implementação dos TRIPS em países em desenvolvimento, é central para dar fôlego a esta tese. Isto porque nela se procura demonstrar como a aderência entre a estrutura legal dos DPI nos países industrializados (somada à robustez de seus sistemas nacionais de inovação e à forma como se organiza a pesquisa de ABG) é de crucial importância para um potencial aprofundamento da assimetria da capacidade de apropriação tecnológica entre países desenvolvidos e em desenvolvimento.

Encaminhando as adaptações normativas – ou harmonização legal - que dêem suporte a tais condições, a Parte II dos TRIPS orienta a consolidação de uma nova estrutura internacional em termos das condições para o acesso e uso de tecnologias. Afeta, portanto, o padrão industrial e o desenvolvimento tecnológico dos países.

Correa (2005), discutindo a força normativa dos TRIPS em relação ao arcabouço das legislações nacionais em países em desenvolvimento, apresenta uma análise de grande elegância sobre o tema. Demonstra que o efeito harmonizador dos TRIPS é o produto de uma combinação de iniciativas que convergem para a globalização dos padrões de proteção aos DPI. Muitos países em desenvolvimento utilizam os TRIPS como *leis-modelo*, tanto porque

⁹⁸ Seções: 1- *Copyright* e Direitos Correlatos; 2 – Marcas; 3- Indicações Geográficas; 4 – Desenho Industrial; 5 – Patentes; 6 – Desenhos e *Layouts* (topografias de circuitos integrados); 7 – Proteção de Informações e Segredos; 8 – Controle de Práticas Anti-Competitivas em Contratos e Licenças.

⁹⁹ Por países *industrializados*, o documento citado considera aqueles que não somente apresentam alto índice de industrialização, mas também altos índices de desenvolvimento. Tais conceitos são derivados daqueles assumidos pela OCDE e pela ONU, cujos indicadores são compostos por pelo menos dois índices: o índice de desenvolvimento humano e o próprio índice de industrialização. Desta forma, parece que, no documento, o conceito de “países industrializados” se aproxima muito do de “países desenvolvidos”.

são carentes em termos da capacidade de confeccionar suas próprias leis, quanto porque, recebendo a assistência “técnica” do padrão TRIPS, são conduzidos a evitar os possíveis questionamentos sobre a consistência e aderência de suas legislações nacionais em relação àqueles acordos da OMC. Acabam, desta forma, incorporando várias das disposições dos próprios TRIPS. Tal condição resulta, de fato, numa *réplica normativa*, ou seja, em harmonização.

O mesmo autor também alerta para uma outra força motora da harmonização: os acordos bilaterais, em especial os negociados pelos EUA. Diversos acordos assinados por esse país com países em desenvolvimento estabelecem um padrão ainda mais forte de DPI do que os previstos pelos TRIPS. Na área das biotecnologias, são contados os casos nos quais os acordos bilaterais ignoram a faculdade (reconhecida em TRIPS) de excluir a patenteabilidade de plantas e animais.

Resta, neste contexto, iluminar os impactos dos TRIPS nos países em desenvolvimento, especificamente sobre a área das biotecnologias baseadas em genômica. Neste sentido, mostram-se relevantes a criação da Lei de Proteção aos Cultivares e seus nexos com o Artigo 27, da Seção 5 dos TRIPS, sobre Patentes¹⁰⁰.

3.1.3 TRIPS e Legislação de Proteção aos Cultivares

Os TRIPS tiveram um papel central na consolidação da legislação sobre DPI nos países em desenvolvimento, como se demonstra, neste capítulo, revisando-se a história da legislação sobre proteção de cultivares no Brasil. Esta só foi realmente colocada em vigor nos anos que se seguiram à assinatura dos TRIPS, de acordo com as disposições de harmonização dos DPI por eles prevista no âmbito das legislações nacionais.

A adoção dos TRIPS mostra-se, neste contexto, como um marco da harmonização dos DPI. Apesar disto, os membros da OMC ficam livres para, uma vez respeitando o padrão mínimo

¹⁰⁰ Em <http://www.uspto.gov/main/homepagenews/bak2005jun14.htm> (acesso em novembro de 2005), o artigo “*Patent Law Harmonization Talks Stal: Brazil, Argentina, India Oppose Compromise*” mostra que é possível verificar como os acordos sobre o tema avançam lentamente. Grupos heterogêneos e alternantes de países assumem posições diversas, ao longo da cadeia de negociações.

estipulado pelos TRIPS, assumir diferentes abordagens para a adoção de seus próprios padrões nacionais de proteção a estes direitos (Correa, 2000). – como afirma o Artigo 1 daqueles acordos.

O aprofundamento da internacionalização da C&T&I via TRIPS é patente, em termos das regras de mercado. Materializa-se em vínculos de comércio baseado em conhecimento, numa clara atitude de fortalecimento e padronização dos direitos de propriedade intelectual. Da perspectiva do direito internacional, os TRIPS estabelecem as normas processuais, civis, administrativas e penais que balizam e pretendem garantir o cumprimento dos padrões mínimos substantivos de proteção dos direitos de propriedade intelectual. Incluem também os mecanismos para solucionar as controvérsias e as obrigações assumidas pelos membros da OMC entre si. O princípio central dos TRIPS é o de que os DPI são direitos privados, dos cidadãos, de indivíduos, de empresas e de associações. Com a ratificação dos TRIPS, a OMPI (Organização Mundial da Propriedade Intelectual)¹⁰¹, instância executiva dos DPI no mundo, é formalmente responsável por tratar das questões relativas à transferência de tecnologia, no âmbito da OMC.

Com as regras da OMC entrando em vigor em janeiro de 1995, o Brasil assumiu o compromisso de proceder à reformulação de sua legislação nacional sobre DPI, visando a adequação desta aos TRIPS. Isto envolvia a criação de normas de propriedade intelectual sobre invenções, modelos de utilidade, desenhos industriais, marcas, direito autoral e quaisquer outras formas de criação derivadas do intelecto humano. A história dos ajustes normativos provocados pelos TRIPS sobre as legislações nacionais, como apontado anteriormente, demonstra seu caráter harmonizador das questões de DPI no nível internacional, aumentando a aderência entre o conjunto de dispositivos normativos nacionais e as regras de comércio no nível mundial. Formalmente, seu caráter seria o de eliminar barreiras técnicas ao comércio, suprimindo o grau de liberdade consentida pela Convenção de Paris para cada país elaborar suas próprias leis¹⁰². Exigiria, por exemplo, o patenteamento de todas as atividades industriais,

¹⁰¹ O papel e as atividades da OMPI, ou WIPO – *World Intellectual Property Organization* são analisados logo a seguir, neste item da tese.

¹⁰² Convenção da União de Paris (CUP), de 1883, é iniciativa emblemática no campo da propriedade industrial e dos DPI. Nela se estabelece, de modo mais compreensivo, o primeiro sistema pelo qual os inventores poderiam ter acesso às instituições de patentes em países diferentes do de sua origem. Tal iniciativa permite que os inventores tenham a oportunidade de obter ganhos de uma invenção em mais de um país. Tal flexibilidade não

proibindo que os países excluam áreas como medicamentos, alimentos e biotecnologias, e obrigaria os países a aceitarem tanto a importação como a exportação da patente, sem transferência de tecnologia alguma, além de estender outros direitos e diminuir obrigações do dono da patente.

O artigo 1º dos TRIPS consubstancia o caráter central destes acordos, que não é o de ser legislação internacional, mas o de balizar a harmonização do conjunto de legislações, que continuam sendo de tratamento nacional.

Os membros da OMC poderão optar livremente pelo método adequado para implementar aqueles acordos, no âmbito do seu próprio sistema e práticas jurídicas. O objetivo formal desse acordo é proporcionar os meios mais eficazes e apropriados para fazer respeitar os direitos de propriedade intelectual relacionados com o comércio internacional, tendo em vista as grandes diferenças entre os sistemas judiciários nacionais.

Neste contexto e em direção à harmonização prevista por TRIPS, o novo Código de Propriedade Industrial Brasileiro - Lei nº 9.279, foi sancionado em maio de 1996. A inflexão produzida pelos TRIPS na agenda brasileira dos DPI pode ser demonstrada pela seqüência de fatos resumidos no Quadro 3.2, a seguir.

obstaculiza a manutenção de uma diversidade das legislações nacionais, disciplinando, de modo mínimo, as condutas dos países no cenário do comércio internacional. No encontro de 1967, em Estocolmo, estabelecem-se cláusulas centrais para a discussão sobre a evolução dos DPI no mundo, central para o desenvolvimento desta tese. Nele, dá-se tratamento igual aos nacionais de cada país membro nas respectivas legislações, estabelecendo-se que o titular de uma patente, num país membro da CUP, tem direito a um período específico de tempo (entre 6 e 12 meses) para requerer o seu registro nos demais países (direito de prioridade) e regras comuns nas legislações dos países membros.

Os signatários da CUP assumem regras mínimas a serem observadas pelo comércio internacional, dentre as quais: *i)* a independência de patentes – já que a concessão de uma patente por um país membro não torna obrigatório o seu reconhecimento por outro país; *ii)* a obrigatoriedade do inventor ser mencionado na patente; *iii)* a utilização da patente no país onde foi concedida, de maneira tal que o privilégio não seja obstáculo ao desenvolvimento tecnológico; *iv)* a garantia do privilégio da importação ao detentor da patente ou a quem licenciá-la.

Quadro 3.2 - Comparação dos três diferentes contextos legais históricos dos DPI em biotecnologia no Brasil

Assunto	Brasil - Lei 5772 (1971)	Brasil, Projeto de Lei de 116 (1993)	TRIPS (1995)	Posição do governo brasileiro
Produtos químicos, produtos e processos farmacêuticos	Não prevê patente (art. 0–letras b e c)	Prevê patentes	Obriga ao patenteamento	Concorda com o patenteamento
Microorganismos e biotecnologia	Não prevê patentes	Prevê patentes para organismos engenheirados	Obriga o patenteamento para micro-organismos engenheirados	Concorda com o patenteamento de organismos engenheirados
Pipeline	Não contempla	Contempla, sob a condição de concessão da patente no país de origem (art. 228/228)	Contempla o Pipeline para pedidos a partir da entrada em vigor dos TRIPS	Apóia o pipeline ¹⁰³

Fonte: Dal Poz & Brisolla, (2003).

No âmbito da biotecnologia, a referida Lei passou a permitir o patenteamento de genes modificados através de processo inventivo e microrganismos transgênicos que, por definição, para efeitos da lei, passaram a ser aqueles que *expressam, mediante intervenção humana direta ou em sua composição genética, características normalmente não alcançáveis pela espécie na natureza*. Até 1977, pela simples razão de que a biologia molecular e a genética molecular estavam começando a serem consolidadas como conhecimentos úteis para a geração de novas biotecnologias, não se vislumbrava a possibilidade de patentear organismos vivos, a idéia não era aceita pelas leis de nenhum país, nem mesmo dos EUA¹⁰⁴. Mas, nesse ano, a justiça daquele país decidiu, num caso exemplar de apelação, que os *produtos naturais não poderiam ser patenteados per se, mas, caso apresentassem alguma modificação devida à intervenção via intelecto humano*¹⁰⁵, *ou se estes produtos estivessem, pelo mesmo motivo, separados ou*

¹⁰³ Segundo a legislação, a concessão de patente *pipeline* no Brasil significa o reconhecimento de patente expedida no exterior pelo tempo que faltar para que ela expire no país de origem.

¹⁰⁴ A única exceção em toda a história foi a concessão de patentes sobre atividades de leveduras concedida a Louis Pasteur em 1873, pois a fermentação foi considerada como um processo industrial.

¹⁰⁵ Caso Diamond X Chatrabark, comentado anteriormente na nota de rodapé de nº 70.

purificados do seu entorno natural, então poderiam ser alvo de proteção patentária. Em 1980, a suprema corte norte-americana decide outorgar uma patente à primeira bactéria geneticamente modificada, já que este seria um *microorganismo feito pelo homem*. Esta decisão tornou-se um marco judicial para futuros processos do mesmo tipo nos EUA, tais como a patente concedida em 1988 à variedade de milho que apresenta incremento do aminoácido triptofano e às atuais patentes concedidas aos OGM.

O padrão internacional para a proteção intelectual a ser implementado domesticamente pelos países signatários, no que tange à matéria patenteável, está explicitado no artigo 27 dos TRIPS. A área biológica é parte importante das exceções, juntamente com os aspectos morais, de ordem pública e de potencial impacto negativo para o ambiente. O artigo 27.2 justifica, antecipadamente, os casos nos quais um país pode deixar de fora a proteção patentária. O artigo 27.3 é mais específico, e explicita os grupos de invenções que podem ser excluídos de tal forma de proteção:

Art. 27.1 ¹⁰⁶ - Sem prejuízo do disposto nos parágrafos 2 e 3 abaixo, qualquer invenção, de produto ou de processo, em todo os setores tecnológicos, será patenteável, desde que seja nova, envolva um passo inventivo e seja passível de aplicação industrial. Sem prejuízo do disposto no parágrafo 4 do Artigo 65, no parágrafo 8 do Artigo 70 e no parágrafo 3 deste Artigo, as patentes serão disponíveis e os direitos patentários serão usufruíveis sem discriminação quanto ao local de invenção, quanto a seu setor tecnológico e quanto ao fato de os bens serem importados ou produzidos localmente.

Art. 27.2 - Os membros podem considerar como não-patenteáveis invenções cuja exploração em seu território seja necessário evitar para proteger a ordem pública ou a moralidade, inclusive para proteger a vida ou a saúde humana, animal ou vegetal ou para evitar sérios prejuízos ao meio ambiente, desde que esta determinação não seja feita apenas porque a exploração é proibida por legislação.

Art.27.3 – Os Membros também podem considerar como não patenteáveis:

Art. 27.3(b) Plantas e animais, exceto microorganismos e processos essencialmente biológicos para a produção de plantas ou animais, excetuando-se os processos não biológicos e microbiológicos. Não obstante, os Membros concederão proteção a variedades vegetais, seja por meio de patentes, seja por uma combinação de ambos. O disposto neste subparágrafo será revisto quatro anos após a entrada em vigor do Acordo Constitutivo da OMC".

¹⁰⁶ Livre tradução de: Members may exclude from patentability inventions, the prevention within their territory of the commercial exploitation of which is necessary to protect public order or morality, including to protect human, animal or plant life or health or to avoid serious prejudice to the environment, provided that such exclusion is not made merely because the exploitation is prohibited by their law.

O artigo 27. 1. dos TRIPS define, desta forma, os objetos de patentamento; o artigo 27.2 mostra a exceção, permitindo a exclusão de certas invenções à patenteabilidade. O artigo 27.3 (b)¹⁰⁷ define que é possível excluir as plantas e os animais (exceto microrganismos) de patenteabilidade. Caso certo país opte por esta disposição, o mesmo artigo determina aos países membros a proteção de cultivares ou variedades de plantas através de legislação *sui generis*, patentes ou a combinação de ambas.

Tomando-se o conjunto de legislações nacionais dos membros da OMC, percebe-se que estas disposições resultaram, de fato, em uma diversidade legal sobre DPI de biotecnologias genômicas (ver Quadro 3.3). Como já apontado anteriormente, os TRIPS deixam a cargo das legislações nacionais a determinação do teto de proteção patentária, em especial para o caso das plantas e animais, no Artigo 27.3 (b). Assim, a diversidade legal entre países é um fato absolutamente esperado, mas, diga-se de passagem, também é o resultado das considerações legais que pretendem dar aderência entre a legislação sobre DPI e outros acordos correlatos, como a Convenção de Diversidade Biológica.

Quadro 3.3 – Patenteamento de alguns aspectos relativos às ABG em países americanos

País	Descobrimientos	Procedimentos Biológicos	Plantas (b)	Variedades Vegetais (c)	Microrganismos	Genes
EUA	S	S	S	S	S	S
México	N	N	S	S	S	?
Costa Rica	N	N	N	N	?	?
Colômbia	N	N	S	S	?	?
Brasil	N	?	N	S	S	?
Chile	N	?	?	S	S	?
Guatemala	N	N	?	N	?	?
Honduras	N	N	N	N	?	?

Fonte: Elaboração própria, publicado em Dal Poz & Brisolla, 2003; modificado a partir da tipologia de IICA, 2000 e segundo a análise dos textos das legislações pertinente encontradas em www.wipo.org

Legenda: (?): conceituação dos termos ausente ou em discussão; S: aceito; N: não aceito.

¹⁰⁷ Art. 27.3.(b): *Members may also exclude from patentability:*

Plants and animals other than micro-organisms, and essentially biological processes for the production of plants or animals other than non-biological and microbiological processes. However, Members shall provide for the protection of plant varieties either by patents or by an effective sui generis system or by any combination thereof.

Duas considerações devem ser feitas. A primeira é que a manutenção da soberania dos países na formulação de suas legislações é indiscutivelmente desejável. Isto resulta, certamente, em conjuntos de admissões legais ímpares, em quaisquer campos jurídicos. As negociações no campo do comércio internacional, baseadas em DPI, não somente devem lidar com tal diversidade, mas também com um conjunto paralelo de outros acordos – como a Convenção UPOV, a CDB, mais diretamente referentes à questão das ABG, assim como outros, historicamente construídos por toda uma coletividade de países, como a Convenção de Berna, de Paris, etc.

Este fato poderia ser visto como um truísmo, mas precisa ser apontado, porque apresenta sérios desdobramentos, que se seguem, como uma segunda consideração.

Os TRIPS reforçam – e não poderiam deixar de fazê-lo - o caráter soberano das legislações nacionais. Não haveria por que criticar tal disposição, a priori, já que assimetrias legais são naturalmente esperadas, dado que as legislações nacionais são sempre o resultado de processos internos de elaboração jurídica, dos quais diferentes partes interessadas e representantes da sociedade participam. Os processos históricos de construção das legislações dos países, sem dúvida, são absolutamente ímpares.

Mas é preciso lembrar que, em TRIPS, a não-aceitação de patenteamento é uma *exceção*. A norma (Artigo 27.1) é dar proteção a *qualquer invenção, de produto ou de processo, em todos os setores tecnológicos, e esta será patenteável, desde que seja nova, envolva um passo inventivo e seja passível de aplicação industrial*. Países desenvolvidos que, em geral, apresentam capacidades inovativas bem desenvolvidas, optam, por certo, pela proteção máxima, inclusive no campo das biotecnologias, como se vê no Quadro 3.2.

Já que as ABG permitem alterar rotas tecnológicas de mercados globalizados, aceitar a proteção máxima, no âmbito nacional, pode significar atender à norma geral dos TRIPS, que é a dada pelo Artigo 27. Deixar as exceções comporem as legislações de países com menor capacidade inovativa permite que a não-aceitação se consolide como um problema sistêmico, que provocaria inúmeros processos de análise sobre a pertinência do comércio de plantas e animais geneticamente modificados. Desta forma, mesmo sem que os TRIPS tenham explicitamente a intenção de diminuir a vantagem competitiva de países em desenvolvimento, podem acabar por assim o fazer. Os dispostos nas exceções (Artigo 27.2 e 27.3), facultados às

legislações nacionais, podem simplesmente significar a redução das vantagens competitivas no âmbito do comércio internacional, além de tornar inócuos os esforços de pesquisa realizados por certos governos nacionais. Primeiro, porque a supremacia de mercado está, em geral, ligada ao desenvolvimento dos países. Países desenvolvidos – ou blocos de países, como no caso da União Européia - são sedes da maioria das empresas fortes em seus respectivos mercados. Também porque o grau de desenvolvimento de certos sistemas nacionais de inovação é um dado relevante, como já se viu no Capítulo 1 deste trabalho.

Países desenvolvidos, como os EUA, apresentam uma legislação bastante favorável à proteção patentária sobre biotecnologias baseadas em pesquisa de genomas (ver quadro anterior). Sua legislação não se limita a estabelecer apenas o padrão mínimo da proteção patentária prevista em TRIPS, mas atinge um teto máximo: todos os descobrimentos e formas vivas, incluindo suas unidades genéticas e componentes dos sistemas gênicos, são passíveis de proteção máxima. Esta disposição é coerente com a sua capacidade inovativa, sem dúvida, porque há uma base sólida de pesquisa genômica no país, e a organização da pesquisa e das redes de P&D – como a segunda parte deste capítulo demonstra, permitem que seja alta a capacidade de absorção tecnológica de conhecimentos baseados em genômica.

Está em jogo, então, a *rationale* das negociações internacionais sobre DPI, consubstanciadas pelos acordos TRIPS e seu papel na determinação de um padrão diferencial de apropriabilidade de ABG.

A legislação brasileira sobre DPI é pouco afeita à proteção de ABG (Quadro 3.2), ou ainda, apresenta baixo nível de detalhamento técnico sobre os termos a serem contemplados na análise do objeto de patenteamento. Mas o país vem implementando com sucesso, em termos científicos, políticas públicas em genômica, registrando, nos últimos cinco anos, um importante crescimento da produção científica nesta área do conhecimento.

No Brasil criou-se, no sentido de adaptar a legislação nacional sobre proteção aos cultivares aos TRIPS, a Lei de Proteção de Cultivares – LPC (nº 9.456), sancionada em abril de 1997, cuja regulamentação se dá pelo Decreto nº 2.366 (novembro de 1997). A LPC está alinhada à Convenção Internacional para Proteção das Obtenções Vegetais (UPOV), versão de 1978. Ambas, a LPC e a Convenção UPOV, são analisadas logo adiante. Em relação à área de biotecnologia agrícola, os TRIPS representam o primeiro acordo de âmbito legal internacional

sobre propriedade intelectual a reconhecer (via LPC de 1997) a especialidade das biotecnologias, em termos da proteção dos seus DPI.

3.1.4 Lei de Proteção aos Cultivares no Brasil

A Lei de Proteção aos Cultivares (nº 9.456) foi regulamentada em 1997, ao mesmo tempo em que o Serviço Nacional de Proteção de Cultivares - SNPC, vinculado ao Ministério da Agricultura, foi criado para administrar o sistema de proteção das inovações em plantas.

A LPC fornece os mecanismos legais para que aquele que obtém novas variedades vegetais tenha seu direito intelectual reconhecido.

De acordo com a LPC, o que obtém o direito da cultivar será a pessoa física ou jurídica que obtiver uma nova cultivar ou cultivar essencialmente derivada, ou seja, o titular do direito da proteção poderá ser o melhorista ou qualquer terceiro que tenha conseguido deste cessão do direito ou outro título jurídico.

A proteção recai sobre o material de reprodução das plantas, ou seja, germoplasma, tubérculo, estacas, ou outras formas de reprodução sexuada ou assexuada do vegetal. O período de proteção é de 15 anos para as espécies anuais e de 18 anos para as videiras, árvores florestais e ornamentais. A novidade deve ser uma *criação* e não uma *descoberta*.

Pode-se proteger para fins de exploração comercial a nova cultivar e a cultivar essencialmente derivada, desde que preenchidos os seguintes requisitos:

- a) ser distinta, ou seja, diferenciar-se de quaisquer outras cultivares;
- b) ser homogênea, ou seja, apresentar uniformidade nas suas características;
- c) ser estável, ou seja, manter-se homogênea ao longo dos processos sucessivos de plantio e reprodução.

Certa cultivar não poderá ter sido oferecida à venda, no Brasil, há mais de 1 (um) ano em relação à data do pedido de proteção nem ter sido oferecida à venda em outros países, com o conhecimento daquele que a obteve, há mais de 6 (seis) anos. É proibida a venda, reprodução, importação, exportação sem autorização do titular do certificado de proteção à cultivar, podendo o infrator ter o material apreendido, pagando indenização e multa de 20% do valor da mercadoria. Além disso, responderá por crime de violação dos direitos do melhorista.

A lei brasileira prevê exceções aos direitos daquele que obtém, protegendo os direitos:

- a) do agricultor que poderá reservar e plantar sementes em seu estabelecimento, usar ou vender para consumo próprio, produto obtido do plantio de uma cultivar protegida;
- b) do melhorista, que poderá utilizar o material como fonte de variação genética; exceto o repetido uso da cultivar para formação de híbridos ou para a criação de cultivares essencialmente derivadas. Nesse caso é necessária a autorização do titular da cultivar protegida, ou o pagamento de uma porcentagem de *royalties* sobre a venda, caso sejam obtidas novas cultivares;
- c) do pequeno produtor rural, que poderá trocar ou doar as sementes por ele produzidas a outro pequeno produtor rural, desde que não o faça com fins comerciais.

A LPC prevê mecanismos para punição de abuso do poder econômico, podendo o governo emitir licença compulsória a terceiros ou determinar o uso público restrito que poderá ser utilizado, inclusive, no caso de catástrofes. Em ambos os casos, o titular perde o direito de exploração da cultivar protegida por três anos, podendo esta determinação ser prorrogada por mais três anos. Durante esse período, o titular da cultivar receberá remuneração determinada pelo governo e, após retomar os seus direitos, a duração da proteção será subtraída pelo número de anos de punição. Os direitos poderão ser cancelados caso o titular (ou seus sucessores) renuncie, quando houver perda da homogeneidade ou de estabilidade da cultivar, na ausência do pagamento da anuidade ou não apresentação da amostra viva quando requerida e, ainda, caso a cultivar apresente impacto desfavorável do direito de proteção. Após o término do período de proteção, o direito do titular será extinto e a cultivar torna-se de domínio público.

3.1.5 Convenção UPOV de 1978

A adesão brasileira à UPOV/78, cujo conteúdo de DPI será analisado logo adiante, garante que os direitos dos que obtém novas cultivares serão respeitados por todos os países membros daquele acordo. Da mesma forma, são protegidos os direitos dos nacionais desses países. Ou seja, as cultivares desenvolvidas no Brasil não poderão ser exploradas comercialmente nos países filiados à UPOV, sem o pagamento de direitos aos melhoristas brasileiros. Caso o Brasil não aderisse à UPOV, os acordos de reciprocidade deveriam, necessariamente, ser negociados com cada país.

Um real teor regulatório sobre a propriedade intelectual de novas cultivares é dado sem dúvida pela LPC. Mas, desde 1945, quando da edição do Código de Propriedade Industrial – já era prevista a concessão de privilégios a variedades novas de plantas; a regulamentação deste dispositivo dependia de dispositivo jurídico especial, que só foi consolidado em 1998, avançando sobre o projeto, de 1947.

Segundo Del Nero (1998), desde 1945 há havia uma disposição em que era preciso tornar as garantias da lei de propriedade industrial extensivas às invenções, criações ou introduções novas, obtidas ou realizadas no domínio agrícola. Na década de 70, a *International Plant Breeders* – ou IPB, indústria transnacional de sementes atuante nos mercados mundiais de milho e soja, tomou algumas iniciativas visando à regulação do uso de cultivares no Brasil; no documento encaminhado ao Ministro da Agricultura, na época, estava o esboço da legislação de proteção ao melhorista a ser implantada no Brasil. O principal órgão de representação de empresas agrícolas da época, a Associação Brasileira de Sementes – ABRASEN, criou uma "Comissão de Acompanhamento à Criação da Lei de Proteção de Cultivares" a fim de elaborar um projeto de lei e sua regulamentação, reconhecendo que "a legislação de proteção às novas cultivares era, sem dúvida, o mecanismo mais adequado e eficaz para atrair o investimento do setor privado na pesquisa agropecuária com vistas à criação de novas e superiores cultivares de cultura de autofecundação e de modo a possibilitar a sua imediata implantação. Este movimento permaneceu pendular, com grupos organizados se colocando contra e a favor da aprovação de uma Lei de Proteção de Cultivares. Exemplos claros deste movimento são, segundo Garcia (2002), as tentativas de 1976 para regulamentar o Código de Propriedade Industrial de 1945, através do Projeto de Lei 3.072/76 – que visava ampliar a proteção "das empresas industriais que se dedicam à produção de sementes agrícolas e florestais" e a de 1977 (Projeto Lei nº 3.674/77), proposta de um dispositivo para garantir que "os processos destinados à obtenção ou modificação de sementes não constituirão invenção privilegiada". A mesma autora aponta que, com esses Projetos de Lei apresentados, tentava-se proteger a Propriedade Intelectual da Cultivar através do sistema de patentes. Mas, em 1978, ambos os projetos foram derrubados pelo grupo contrário à LPC e o debate sobre o patenteamento ou a proteção da propriedade intelectual de cultivares ficou fora da pauta do Congresso Nacional.

Uma revisão da literatura jurídica sobre a LPC (*pré-TRIPS*) mostra que as controvérsias sobre a aprovação de uma LPC se resumem ao fato de que havia um número reduzido de atores

envolvidos na discussão, cujos argumentos reverberavam por entre a rede de instituições interessadas; alguns aspectos técnicos sempre foram levados em conta, mas havia um alto grau de divergência sobre eles.

Em 1991¹⁰⁸ o debate sobre propriedade intelectual dos cultivares volta a aparecer no Congresso Nacional. A EMBRAPA teve papel central na condução deste processo, realizando estudos e propondo textos que poderiam balizar a elaboração de uma LPC. Tais contribuições foram usadas como referência para a elaboração de um novo anteprojeto, de nº 199/95, apreciado em 1996. Sob um novo número (1.457/96), converteu-se na Lei nº 9.456/97, que instituiu a Proteção de Cultivares. Mas isto já acontece em tempos de TRIPS, cujo papel normativo pode então aqui ser auferido, já que o processo de proteção aos cultivares no Brasil patinava desde 1945.

Foi grande também a influência da Convenção da UPOV na LPC. Com a adesão brasileira à UPOV de 1978, o país obtém a garantia de que os direitos dos que obtém novas cultivares serão respeitados pelos países membros desta associação mundial. Ou seja, as cultivares desenvolvidas no Brasil não poderão ser exploradas comercialmente, nos países filiados a UPOV, sem o pagamento de direitos aos melhoristas brasileiros. Caso o Brasil não aderisse à UPOV, os acordos de reciprocidade deveriam, necessariamente, ser negociados com cada país, isoladamente.

O papel harmonizador da UPOV é analisado a seguir, já que representa corpo normativo internacional que referencia primariamente a discussão endereçada por esta tese. É importante apontar que, apesar disto, a UPOV não apresenta o teor de detalhamento científico necessário para uma análise de variedades geneticamente modificadas de aplicação agrícola. Este ponto é central para a tese, já que, levando-se em conta a aderência entre a LPC brasileira e a UPOV, ambas as legislações deixam de aprofundar-se no conteúdo técnico científico que corresponde às inovações genômicas.

É interessante lembrar, assim como já disutido anteriormente, que os TRIPS, que deixam a cargo das legislações nacionais a decisão de aceitar ou não o patenteamento de organismos geneticamente modificados, mesmo que estes sejam plantas, acaba por conceder vantagens

¹⁰⁸ Discussão do Projeto nº 824/91 que originou o novo Código de Propriedade Industrial.

competitivas aos países que aceitem tal patenteamento. Contribui para isto o fato da LPC não apresentar detalhamento técnico das questões científicas e tecnológicas da área genômica e proteômica. Este caráter é coerente com o fato de ambas, UPOV e LPC, apresentarem grande semelhança em termos de tal detalhamento técnico. Em nenhuma delas está prevista a manipulação de genes ou a criação de OGM, já que, pelo menos na LPC, as inovações derivadas destas frentes de pesquisa não são aceitas como objeto de patenteamento. A proteção, da mesma forma, é *sui generis*, mas não prevê tais inovações.

Esta situação - protagonizada pelo Artigo 27.3.(b) - torna os TRIPS a referência mundial de DPI sobre produtos geneticamente modificados, base das ABG, já que aqueles acordos atendem à disposição, se assim os países desejarem, de que inovações derivadas de manipulação genética sejam protegidas (por patentes ou, cumulativamente, por outros mecanismos, como acontece nos EUA). A força normativa dos TRIPS aumenta ainda mais, porque eles são também instrumentos de harmonização comercial internacional para todos os mercados e não só do setor agrícola. Uma vez que é possível, no âmbito dos TRIPS/OMC, obter permissão para retaliar comercialmente os países que venham a descumprir disposições sobre DPI de quaisquer outros mercados, ter uma legislação pouco aderente aos TRIPS, em termos do setor agrícola, torna-se uma desvantagem. Um país pode sofrer punição no âmbito da OMC por não estar pagando *royalties* sobre produtos agrícolas geneticamente modificados que, apesar da impossibilidade legal de serem usados em plantio, na realidade o são¹⁰⁹. A legislação brasileira não aceitava, até meados de 2005, o plantio deste tipo de cultivar, como no caso emblemático da soja transgênica da Monsanto no Brasil, plantada desde 1999. Assim, a empresa poderá reclamar seus DPI inclusive no âmbito da OMC; esta última poderá aceitar o argumento de que os EUA, um dos seus membros, país-sede da Monsanto, sentem-se comercialmente lesados. A retaliação poderia, *a priori*, e dependendo do encaminhamento de acusações à OMC, afetar quaisquer outros setores da economia de um país. O Brasil é signatário dos TRIPS e, segundo estes acordos, se prontifica a respeitar as questões centrais do padrão global de DPI, sob pena de ter outras frentes de comércio obstaculizadas pela OMC. Não pagar royalties a uma empresa norte-americana pode resultar em barreiras comerciais de

¹⁰⁹ O caso do plantio de soja transgênica no Brasil é detalhado no Capítulo 4 desta tese.

diferentes tipos, incluindo o recrudescimento de barreiras não-tarifárias para os próprios mercados agrícolas e de pecuária, por exemplo.

3.1.6 Convenção UPOV – 1978 a 1991

Com o objetivo de normatizar os direitos dos melhoristas, por volta dos anos de 1950, vários países da Europa iniciaram a elaboração de uma legislação para proteção de novas variedades vegetais. Esse movimento consagrou-se, principalmente por alento da França e da Alemanha, na Conferência de Paris, em 2 de dezembro de 1961, com a criação e adoção da UPOV. O objetivo central dessa organização é padronizar e estabelecer requisitos uniformes para concessão e anulação de direitos, em relação aos seus países membros.

A convenção original da UPOV foi adotada em Paris em 1961. Desde então, a convenção sofreu três revisões: 1972, 1978 e a última em 1991. Hoje existem duas convenções em vigor: a de 1978 e de 1991, que oferecem aos governos interessados dois modelos de proteção para variedades de plantas: patentes ou sistema *sui generis*. Os países que aderiram até 1995 puderam optar por uma dessas duas convenções. Já após essa data, resta a alternativa da versão de 1991. A UPOV determina as características essenciais da legislação de proteção à variedade de plantas para os países membros; entretanto, cada Estado é livre para estabelecer seus próprios critérios a nível nacional. Por isso há distinção nas legislações nacionais.

Esta ata deixa um espaço de interpretação bastante amplo, ao estabelecer que a proteção conferida aos responsáveis pela obtenção se refere à obrigação que têm terceiros de solicitar o consentimento do titular para produzir com fins comerciais, colocar à venda ou comercializar material de reprodução ou de multiplicação vegetativa da variedade protegida. O ponto principal da convenção de 1978 é o que prevê o livre acesso do agricultor e do melhorista na utilização da variedade desenvolvida, como expresso no artigo 5.3:

"A autorização do que obtém e detém o direito não é necessária para a utilização da variedade como fonte inicial de variação com a finalidade de criar outras variedades, nem para a comercialização destas. Porém, essa autorização é exigida quando a utilização repetida da variedade é necessária para a produção comercial de uma outra variedade".

Também é permitido que melhoristas utilizem o material protegido como fonte de variação genética e que o pequeno produtor rural possa trocar ou doar as sementes por ele cultivadas a outro pequeno produtor rural, desde que não o faça com fins comerciais.

A proteção se estende a todos os gêneros ou espécies vegetais. Os países que seguem a convenção de 1978 iniciam a proteção com, no mínimo, cinco espécies, durante os oito anos subsequentes. Os critérios de proteção consistem na:

- Distinção da variedade, ou seja, a cultivar tem que se distinguir das demais variedades por uma característica importante ou por várias características, cuja combinação lhe dê a qualidade de "variedade nova";
- Homogeneidade: as variedades não devem conduzir a variações secundárias muito importantes de uma cópia para outra;
- Estabilidade: que deve estar presente na sua identidade desde o início até o término de todos os ciclos de multiplicação;
- Novidade, o que significa que não podem ter sido oferecidas à venda no país, há menos de doze meses em relação ao pedido de proteção ou, em outros países, há mais de seis anos, se árvores ou videiras, e quatro anos para as demais espécies.

A proteção recai sobre o material de reprodução da variedade. O direito do que a obtém nasce novamente a cada geração, ao contrário do direito de patente que é esvaziado após a primeira venda do material. Outra característica importante da lei é a da proibição da dupla proteção, facultando a cada país a adoção do sistema desejado, patente ou proteção *sui generis*. O prazo de proteção é de 15 anos para as variedades anuais e de 18 anos para as videiras e árvores.

Essa ata possibilitou a adesão dos EUA, ao contemplar as peculiaridades do sistema norte-americano, permitindo a proteção por patentes ou por direitos de melhorista, porém proibindo a dupla proteção, ou seja, patentes e direitos de melhorista simultaneamente. Deve ser ressaltado que essa cláusula beneficia países (como a Espanha) que ainda protegem plantas por meio de patentes, para espécies não contempladas nos direitos de melhorista.

A ata de 1991, no seu artigo 15.2, faculta o privilégio do agricultor e do melhorista no que se refere ao livre acesso às variedades desenvolvidas, deixando a cargo da legislação nacional de cada país estes aspectos.

"Artigo 15.2) [*Exceção facultativa*] Não obstante o artigo 14º, cada Parte Contratante pode, dentro de limites razoáveis e sob reserva da salvaguarda dos interesses legítimos daquele que obtém a variedade, restringir seu direito em relação a qualquer variedade a fim de permitir que os agricultores utilizem, para efeitos de reprodução ou de multiplicação, nas suas próprias terras, o produto da colheita que obtiveram pelo cultivo, nas suas próprias terras, da variedade protegida ou de uma variedade abrangida pelo artigo 14º.5,"

A convenção de 1991 impede que, sem autorização daquele que a obtém, se possa produzir, reproduzir, condicionar com fins de propagação, oferecer à venda, vender ou proceder a outro tipo de comercialização, exportar, importar ou estocar, estando tais ações relacionadas ao material de propagação da cultivar ou ao material colhido após multiplicação.

A convenção é clara quanto ao direito do que a obtém, que se estende a quatro classes diferentes: *i*) à variedade protegida; *ii*) às variedades que não forem suficientemente diferentes da variedade protegida; *iii*) às variedades que forem essencialmente derivadas da variedade protegida; e *iv*) às variedades para cuja produção se requer o uso repetitivo da variedade protegida.

Esses direitos que se conferem aos que obtém a variedade impedem que os agricultores utilizem parte do material de reprodução de suas colheitas para iniciar novos plantios, sem o consentimento prévio do titular do direito. Entretanto, é necessário ressaltar que a implementação e aplicação dos direitos e privilégios do agricultor poderão ser estabelecidas por cada Estado membro e não constituem uma obrigação internacional, mas sim um reconhecimento. Portanto, a outorga desses direitos fica a cargo da legislação nacional.

Com isso se observa que as disposições internacionais sobre direitos e privilégios do agricultor não estariam em contraposição direta, pois sua aplicação é opcional por parte dos Estados.

Os defensores da convenção de 1991 argumentam que esta cláusula oferece uma flexibilidade ao Estado, permitindo ajustar sua legislação a sua base territorial. Teoricamente lhes permite corrigir desigualdades entre os que obtém e por esse motivo são titulares do direito, e os agricultores. A proteção é estendida a todos os gêneros e espécies durante o período de

transição de cinco anos, se o país já for membro da UPOV. O prazo de transição é de dez anos, se o país filiar-se diretamente nessa versão de 1991, sendo que devem ser protegidas, inicialmente, quinze espécies.

Essa versão da convenção garante proteção para o acondicionamento, importação ou exportação de material, para os produtos elaborados diretamente a partir do material da colheita (rações, sucos, óleos, entre outros). Ou seja, produto final.

Os requisitos para obter proteção são iguais aos da Convenção de 1978, ou seja, as características de homogeneidade, estabilidade, novidade e de poderem ser distinguidas das demais. O prazo de proteção é de 20 anos para as variedades anuais e de 25 anos para as videiras e árvores. Outra característica dessa ata é o critério de derivação essencial, estabelecido no artigo 14.5, que consiste em ampliar a proteção do que obtém a nova espécie, para as variedades que se originarem da espécie inicial protegida.

Artigo 14.5 [*Variedades derivadas e certas outras variedades*]

a) As disposições dos parágrafos 1) a 4) aplicam-se também:

- i) às variedades essencialmente derivadas da variedade protegida, desde que esta não seja, ela própria, uma variedade essencialmente derivada,
- ii) às variedades que não se distinguem claramente, segundo o artigo 7º, da variedade protegida e
- iii) às variedades cuja produção exige a utilização repetida da variedade protegida.

b) Para os efeitos da sublinha a): uma variedade é considerada essencialmente derivada de uma outra variedade (variedade inicial) se preencher os seguintes requisitos:

- i) se for predominantemente derivada da variedade inicial, ou de uma variedade que é ela mesma predominantemente derivada da variedade inicial, sem perder a expressão das características essenciais que resultem do genótipo ou da combinação de genótipos da variedade inicial,
- ii) se puder ser distinguida claramente da variedade inicial e
- iii) se, exceto no que diz respeito às diferenças resultantes da derivação, corresponder à variedade inicial na expressão das características essenciais que resultem do genótipo ou da combinação de genótipos da variedade inicial.

c) As variedades essencialmente derivadas podem ser obtidas, por exemplo, pela seleção de um mutante natural ou induzido, ou de uma variação somaclonal, pela seleção de um indivíduo variante escolhido entre as plantas da variedade inicial, por retrocruzamentos, ou por transformações efetuadas através da engenharia genética".

Os defensores da UPOV 1991 entendem que a derivação essencial interessa especialmente aos que obtém a variedade. Neste aspecto, a proteção de cultivares se aproxima da patente, uma vez que o detentor desse direito não poderá comercializar uma variedade essencialmente derivada de outra sem a autorização do detentor de direito sobre a primeira variedade. O artigo 16 da ata de 1991 estabelece que o material de reprodução ou multiplicação vegetativa só pode ser vendido a outro Estado membro da UPOV e somente para fins de produção, nunca para reprodução ou multiplicação da variedade protegida. Se o material for exportado para outro país que não protege a variedade, estariam competindo de maneira "desleal" com o país que protege suas espécies. Exceção se estabelece se o destino final do material da planta for um país em desenvolvimento que usa este material para o consumo.

Com relação ao Gênero e Espécies de plantas protegidas, a ata de 1991, em seu artigo 3 estabelece:

1) [*Estados já membros da União*] Cada Parte Contratante que está vinculada pelo Acto de 1961/1972 ou pelo ato de 1978, aplica as disposições da presente Convenção:

i) na data em que passa a estar vinculada pela presente Convenção, a todos os gêneros e espécies vegetais a que ela aplica, nessa data, as disposições do ato de 1961/1972 ou do ato de 1978 e,

ii) o mais tardar ao fim de um prazo de cinco anos a contar dessa data, a todos os gêneros e espécies vegetais.

2) [*Novos membros da União*] Cada Parte Contratante que não está vinculada pela ata de 1961/1972 ou pela ata de 1978, aplica as disposições da presente Convenção:

i) na data em que passa a estar vinculada pela presente Convenção, a pelo menos 15 gêneros ou espécies vegetais e,

ii) o mais tardar ao fim de um prazo de 10 anos a contar dessa data, a todos os gêneros e espécies vegetais".

Finalmente, a UPOV de 1991, através do acordo TRIPS, artigo 27. 3 (b), permite o acúmulo de proteção por patentes e por sistema *sui generis*.

3.1.7 Jogos enredados de apropriação de biotecnologias genômicas

Este tópico tem como objetivo mostrar como a manutenção de DPI, no âmbito mundial, constitui jogos dinâmicos de não-revelação dos conhecimentos associados à estratégia inovativa. Procede-se à análise da *rationale* desses jogos, tomando-se como objeto os esforços

de harmonização legal de grandes corporações dos setores de insumos agrícolas e do setor farmacêutico.

A mudança da base técnica é o principal fator que força a mudança da base normativo-legal. Em contraponto, são discutidas as condições vigentes no Brasil, na fase em que estão as pesquisas e a legislação pertinente.

Nos EUA, a legislação sobre DPI apresenta aprofundadas conceituações técnicas e científicas no balizamento de patentes que envolvam genômica. A *expertise* científica neste campo é grande e faz sentido tornar patenteáveis os *descobrimentos, procedimentos biológicos, plantas, variedades vegetais, raças animais, microrganismos e genes* que tenham sido obtidos em consequência de trabalho intelectual humano.

Os conceitos utilizados no julgamento de pedidos de patentes genômicas pelo *United States Patent and Trade Office* (USPTO), seguem a lógica de que:

“[...] genes não são encontrados isolados na natureza; formam parte de uma molécula denominada DNA; cada gene pode ser comparado a uma parte de um composto X, formado por partes menores, A, B e C. Se uma destas partes for descoberta e isolada por meio de trabalho intelectual, então ela pode ser patenteada, já que não existe sozinha na natureza.

Se o composto B for isolado, e se alguma utilidade tecnológica for alcançada para ele, poderá ser patenteado, porque a atividade intelectual humana buscou seu isolamento e utilidade.

Esta interpretação, compartilhada pelo Japão, Austrália e União Européia, dissocia o conceito de natureza do conceito de ciência, facilitando a proteção de ABG e dos métodos de pesquisa associados a ela.

A legislação brasileira, ao contrário, não apresenta uma definição sobre o conceito de *gene*, nem como parte *separável* do DNA, nem como constituinte deste material genético. Não são patenteáveis *os descobrimentos, as plantas* (que só podem receber certificados de proteção) e *as raças de animais*, nem *genes*, mesmo que possam ser isolados. Apenas *microrganismos geneticamente modificados* são patenteáveis, por conta de cumprir com a norma dos TRIPS que prevê este tipo de proteção. Os *procedimentos biológicos não são patenteáveis*; apesar disto, a legislação não traz uma clara definição do que sejam procedimentos biológicos, tecnicamente falando. As unidades hereditárias, os *genes*, são incluídas na categoria de “*matéria viva, tal como é encontrada na natureza*”, fora da categoria *procedimento biológico*,

impedindo a concessão de patentes, já que *todos os processos biológicos são naturais*. Mas resta a possibilidade de se criar uma seqüência gênica nova que não exista na natureza, para produzir uma proteína também nova e útil. Se tiver os três requisitos, esta invenção pode ser patenteada, mesmo no Brasil

A LPC oferece o reconhecimento da natureza privada de produtos ou processos resultantes de trabalho intelectual sobre plantas. É um sistema *sui generis* – previsto pelos TRIPS, criado para garantir os DPI sobre vegetais. O Instituto Nacional de Propriedade Industrial – INPI – já incorporou as práticas previstas na lei, concedendo Certificados de Proteção Cultivar para o produto que apresente as características de *novidade, que puder ser distinguível de todos os demais, apresentar homogeneidade biológica e apresentar estabilidade reprodutiva* ¹¹⁰. Apesar disto, o fato de não serem aceitas patentes sobre OGMs, faz da LPC uma legislação generalista, com pouco aprofundamento técnico e científico em genômica.

O que é apresentado a seguir visa justamente evitar a adoção de qualquer posição simplista em relação à questão dos DPI em biotecnologia. Harmonizar e uniformizar o sistema de DPI devem ser providências vistas sempre a partir das seguintes questões:

- A dimensão relativa à corrida de patentes: quem teria os DPI, o primeiro a inventar ou o primeiro a registrar?
- Qual o objeto elegível para o patenteamento? Uma questão tão básica sobre o assunto ainda não estará nunca totalmente definida, porque o objeto está em permanente mudança;
- Qual o grau de detalhamento necessário do objeto para que a patente seja outorgada? No jargão de DPI, a inquisição subjetiva ou a explicitação objetiva?

Esses pontos servirão de base para o tratamento dos desafios a serem enfrentados pelo Brasil que, desde 1995, vem desenhando seu sistema de propriedade intelectual no campo da biotecnologia e ensaiando a constituição de uma legislação de biossegurança que, em muitos pontos, interfere na atribuição desses mesmos direitos (Brito Cunha, 2003).

Baseada nestas considerações e partindo do pressuposto de que processos de negociação revelam as intenções dos agentes neles envolvidos, a análise que se segue pretende mostrar

¹¹⁰ LPC, Artigo 3º, inciso X, no qual são definidas as condições nas quais uma cultivar pode receber proteção e Artigo 3º, inciso XII, que define as características do vegetal considerado como nova variedade.

que, ao negociar um arcabouço vantajoso de DPI, certos grupos de atores acabam por revelar seus interesses em termos da apropriação tecnológica. A análise do processo de negociação foi feita a partir do conteúdo de oito documentos¹¹¹ da Organização Mundial de Empresas de Biotecnologia. Deles retiraram-se quatro conceitos legais que se mostram, dada a frequência com que são debatidos nos fóruns internacionais¹¹², centrais para o estudo da capacidade de apropriação, aplicáveis à proteção de direitos de propriedade de biotecnologia:

1. Contribuição técnica *versus* aplicação prática.

O conceito acerca do caráter do objeto elegível – que trata das características específicas do objeto elegível para proteção para o patenteamento - é um ponto polêmico dos esforços de harmonização. Hoje, a grande maioria dos países reconhece como patenteável um objeto que represente uma “contribuição técnica”, com aplicação industrial, caracterização considerada demasiado restritiva. Os EUA defendem essa determinação a partir do conceito de “requisito de utilidade”, envolvendo uma função concreta e tangível para a invenção.

Esta caracterização daria amplitude à análise do objeto enquanto unidade patenteável. Por trás dela está a idéia de que são patenteáveis as “aplicações práticas” da pesquisa científica e tecnológica, correspondendo aos procedimentos biológicos, microorganismos, plantas e animais de composição biomolecular alterada, como os OGM. A estratégia parece ser concebida *ad hoc* para possibilitar o patenteamento de variedades animais e vegetais de origem natural, mas que, somente como resultado do intelecto humano, adquiriram utilidade prática, tornando elegível a proteção aos seus DPI.

A polêmica sobre a proteção a biotecnologias da fronteira da ciência advém, fundamentalmente, da conceituação dada por cada país aos *genes*. A polarização de conceitos contrapõe “a matéria viva tal como encontrada na natureza” ao “que é manipulado pelo homem”:

¹¹¹ Análise feita a partir dos documentos da *Biotechnology Industry Organization*, disponíveis em www.bio.org (acesso em fevereiro de 2005). Foram encaminhados, de 2002 a 2004, ao Presidente dos EUA, ao Representante de Comércio e ao Congresso norte-americano. Envolvem, de modo integrado, sempre os mesmos temas: preços mundiais de fármacos, questões relativas às importações paralelas entre países em desenvolvimento e DPI.

¹¹² Ver o resumo dos encontros nos quais os temas apontados são discutidos na OMPI, disponível em www.wipo.org.

A lógica apresentada por quem defende as patentes de genes considera que os genes são parte indissociável de seres que vivem na natureza, que não existem enquanto unidades isoladas. Simplificando, seria possível dizer que esta postura radicalizaria o direito de cobrar pelo uso da biodiversidade. Fica a dúvida se o instrumento da patente seria mais adequado que outras formas de proteção.

Atribui-se à atividade intelectual humana a responsabilidade por seu isolamento, o que justifica a proteção dos DPI sobre estas “descobertas”. Os EUA argumentam que as patentes referem-se a este resultado de isolamento de genes, dessas unidades técnicas, dissociadas dos indivíduos pelo engenho humano.

Parece não haver incompatibilidade jurídica entre a CDB e TRIPS¹¹³, mas sua implementação conjunta nos países membros da OMC não é tão simples. No nível nacional, são necessárias medidas complementares, que incluem os regimes de regulação e políticas de administração de contratos que façam valer as disposições do Artigo 27 dos TRIPS. Uma vez que estes deixam a cargo do país a delimitação do teto de proteção patentária sobre organismos vivos e genes, cada um orienta a elaboração de seus instrumentos legais a partir do conjunto de pressões políticas e sociais, refletidas, por sua vez, em acordos e convenções como a CDB e a UPOV. A CDB é uma orientadora das leis brasileiras, com o objetivo de manter os direitos aos recursos genéticos autóctones. Assim, o teto máximo de proteção patentária não é permitido para inovação derivada de genes, animais e plantas.

O argumento de que esta disposição mencionada acima deva ser estendida para as “invenções animais e vegetais” é um dos pontos mais polêmicos da revisão dos TRIPS¹¹⁴. Uma solicitação de revisão do artigo 27.3 (b), que permite aos membros da OMC excluírem “plantas, animais e outros, como microrganismos e processos biológicos essenciais para a produção de plantas e animais *diferentes dos encontrados na natureza* e os processos microbiológicos” foi alvo de discussão na “Rodada de Doha” da OMC.

¹¹³ Os relatórios da OMC que discutem a relação entre os TRIPS, a UPOV e a CDB consideram que não há sobreposição nem incompatibilidade jurídica entre estes mecanismos legais. Mas a *rationale* envolvida na construção de cada um deles é, sem dúvida, diversa (Andersen, 2002), o que não tornaria o processo de implementação das questões de DPI tão harmônico como aqueles relatórios fazem parecer.

¹¹⁴ Disposição esta atualmente excluída pelos TRIPS, pelo Artigo 27.3.

Em fevereiro de 2003, o relatório do *Committee on Trade and Environment* da OMC, em consulta às *European Communities*, não acatou a modificação do 27.3 (b), já que este garante o direito e o acesso aos recursos genéticos. A revisão dos critérios de patenteabilidade (Art. 23.1) e da exclusão de patenteabilidade das invenções de exploração comercial de valor público ou moral (Art. 23.2) apontam a intenção da UE em manter as disposições da Convenção para Diversidade Biológica (CDB) e do *International Treaty on Plant Genetic Resources for Food and Agriculture* - ITPGR, da FAO.

O uso de outros instrumentos de proteção intelectual atende ao objetivo proposto pelos TRIPS, mas cria um descompasso entre a produção científica e a comercialização de novas biotecnologias genômicas, sendo esta uma polêmica derivada do caráter inovador da biotecnologia. Por exemplo, os primeiros resultados tecnológicos do Genoma Cana vêm sendo negociados com parceiros internacionais que se mostram capazes de transferir estas tecnologias para setores produtivos inseridos em contextos legais e políticos mais favoráveis ao patenteamento de biotecnologias.

Este círculo de impedimentos inviabiliza hoje contabilizar os ganhos econômicos e as possíveis vantagens competitivas decorrentes dos investimentos em C&T para a economia nacional. Enquanto isso, a jurisprudência internacional sobre DPI vem sendo construída sobre a acumulação de casos de direito internacional, no nível da OMC, sobre a produção e comercialização de biotecnologias genômicas. Já que a amostra de casos é o fator principal na consolidação de jurisprudência, estando o Brasil fora deste processo, não irá contribuir para que o resultado seja conformado a partir dos parâmetros que são de seu interesse. Esta talvez seja a consequência mais tangível e mais perversa da indefinição sobre as atividades em genômica para um país que investe em C&T e que vem alcançando excelência científica na área, além de apresentar muitos avanços em termos da competência gerencial no nível das instituições de pesquisa.

2. Primeiro a inventar *versus* primeiro a solicitar patente.

Algumas providências que visam mudar o padrão da unidade de invenção fazem parte do processo de harmonização legal pretendida pelos países desenvolvidos, em especial os EUA¹¹⁵.

Os EUA são o único país que adota a regra do “primeiro a inventar”, e não a do “primeiro a registrar”, argumentando que a primeira fornece proteção aos pequenos inventores, que nem sempre têm condições de registrar patentes. Buscam uma *best global practice* que fortaleça a atividade inovativa característica de seu próprio sistema de inovação, que é a do alto índice de emergência de pequenas empresas, e que proteja os conhecimentos gerados no sistema de pesquisa. Na verdade, o rebaixamento das barreiras à entrada resultante dos esforços de orientação internacional das leis de DPI torna esta disposição pouco interessante para países que teriam maiores dificuldades em comprovar, por falta de formalização de seus processos de pesquisa, que uma pesquisa científica, uma vez publicada, serviria como prova de “*first to invent*”.

O Plano Estratégico do USPTO alcança o fórum da *World Intellectual Property Rights Organization* - WIPO, no *Standing Committee on Patents*, que se revela como um canal de negociação mundial, visando que o conjunto de países-membros incorpore em suas legislações a relação unívoca entre uma patente e um conceito de invenção e restrinjam outras práticas¹¹⁶. O *Patent Cooperation Treaty* (1979), ou PCT, ainda é considerado um instrumento ativo para a harmonização do padrão da unidade de invenção (Domian, 2001). O que apontamos em relação a este ponto é que aquele país que tem a vantagem de possuir um amplo parque científico projetado para o patenteamento com base no sistema *first to invent* vem pressionando o sistema mundial para adotá-lo, mesmo às custas de um menor acesso a um conhecimento científico fundamental para o processo inovativo.

¹¹⁵ BIO, 2002. “We strongly support development of agreements with other offices that will permit closer relationships and practices to be established, as well as continuing the effort to harmonize the world's patent laws”. *Letter on the PTO's strategic plan and their fee restructuring proposal*; documento conjunto com a *American Intellectual Property Law Association* - AIPLA, *Intellectual Property Owners Association* – IPO e a *International Trademark Association* – INTA.

¹¹⁶ *Patent Cooperation Treaty*. 1979. A diversidade de opiniões acerca dos múltiplos aspectos ligados aos DPI no âmbito de países da Comunidade Européia – CE – está revelada nos dois grupos de sistemas que convivem hoje na região: o das leis de escopo nacional e aquele governado pela *European Patent Convention* – EPC. As relações resultantes destes sistemas são entrecortadas por descompassos legais, de modo que todas as leis nacionais seguem a regra do *first to file*, enquanto a EPC vêm colocando esforços para a discussão a adoção do sistema *first to invent*.

O caso dos avanços da genômica é exemplar. Aos países que apresentam infra-estrutura de geração de conhecimentos coordenada com os sistemas produtivos e financeiros, interessa manter um alto padrão de patenteabilidade: qualquer conhecimento poderá representar valor futuro. Assim, persegue-se, neste contexto, a proteção dos direitos daquele que primeiro gerou conhecimentos acerca de determinado objeto, e não de quem primeiro depositou uma solicitação de patente. Esta tendência é coerente com os avanços da economia baseada em conhecimentos, que deve buscar competitividade na produção científica, imediatamente quando os conhecimentos são produzidos, incorporando-os na forma de tecnologias. A publicação de um artigo científico sobre seqüências gênicas é considerada como uma atividade essencialmente científica, e em nenhum país do mundo seu conteúdo é passível de ser patenteado.

Já que o sistema adotado pelo Brasil é o “primeiro a registrar”, o conhecimento incorporado à determinação das seqüências gênicas só valeria no caso de possibilitar o desenvolvimento de inovação. Se, a partir dessa publicação, desenvolve-se alguma nova técnica de pesquisa ou procedimento biológico que represente “aplicação prática”, então está caracterizada uma biotecnologia passível de obter patente nos países nos quais isto é permitido por lei.

3. Patenteamento sobre descobertas

Tal questão trata da abertura das características do objeto a ser patenteado – ou seja, da origem geográfica e do consentimento sobre uso dos materiais biológicos que originaram a invenção.

A condução de processos de solicitação de patente sobre descobertas está hoje baseada em dois sistemas distintos. A permissão para solicitação de patenteamento pode ser obtida a partir de uma descrição baseada em *inquisição subjetiva* (que permite manter o encobrimento de muitas das características do objeto a ser patenteado), ou só acontece no caso de explicitação *objetiva* sobre as características intrínsecas do objeto de patenteamento.

As leis nos EUA e de poucos países desenvolvidos seguem a primeira disposição, enquanto países em desenvolvimento – principalmente aqueles que defendem as questões da CDB envolvendo propriedade intelectual - perseguem a manutenção do padrão objetivo de descrição. Isto consiste em revelar a origem do organismo ou dos genes utilizados como base para a P&D, ou seja, é preciso descrever plenamente o objeto de solicitação da patente e

definir a origem do material utilizado na invenção. A pressão americana por harmonização da legislação sobre DPI relaciona a disposição da descrição plena com os mecanismos de transferência de conhecimentos e de tecnologias. A base semântica desta mudança estaria em adotar o conceito de “descrição do material em questão” ao invés de “descrição que traga plena informação”. Ocultar informações seria, claro, essencial para prevenir o que os países desenvolvidos chamam de “biopirataria”, que, em sua interpretação, significa “cópia de biotecnologia”. Ao contrário, na interpretação dos países detentores de recursos genéticos, a biopirataria se relaciona à “apropriação de material vivo autóctone para fins comerciais”. Ainda assim, a justiça dos EUA vem considerando que a pesquisa que visa lucro, ainda que indiretamente, caracteriza de certa forma um “uso” comercial. A *Biotechnology Industry Organization* (BIO), assim como mostra o conjunto de documentos utilizados para esta análise, vem conduzindo as negociações no âmbito de cada país – nos EUA, em particular – para que a legislação sobre DPI possa refletir sua oposição à abertura de informações acerca:

- ✓ Da origem geográfica do material usado para fazer ou para alcançar utilidade para uma invenção (posição compartilhada por empresas de bioprospecção em todo o mundo, não somente nos EUA);
- ✓ Do consentimento ou não consentimento da fonte geradora do objeto a ser patenteado (referindo-se ao consentimento de uso do material por parte de populações indígenas que ocupam as áreas que são fontes de recursos genéticos);
- ✓ Da prova de submissão às leis e regimes de regulação que governam a utilização de amostras genéticas de plantas, animais, microrganismos etc.

Deve-se lembrar que este movimento se funda, mais uma vez, na interpretação dos DPI sobre genes nos EUA, tratada anteriormente, de que esses não existem na natureza de modo isolado; assim, não haveria porque restringir o acesso a recursos genéticos presentes em territórios ditos “nacionais” ou aqueles cujos detentores são as “comunidades locais”.

Contrastando com a posição dos EUA e mesmo indo de encontro ao interesse de empresas de biotecnologia, a manutenção do atual padrão da obrigatoriedade de plena informação sobre materiais básicos para pesquisa é apoiada pelas ações de instituições de pesquisa brasileiras. A excelência da pesquisa científica e tecnológica desenvolvidas nessas instituições, e sua capacidade em manter a competitividade dos mercados agro-industriais com base nestas atividades, poderão servir de contraponto para o argumento da BIO de que países em desenvolvimento defendem a exclusão do conceito de “informação oculta” apenas com fins de

biopirataria tecnológica. A questão é, uma vez estando num patamar de igualdade em termos da geração de inovação, garantir, como segunda vantagem competitiva, os DPI sobre o acesso a recursos genéticos.

4. Declaração de *Conteúdo e Forma*.

O requerimento de algumas patentes exige a identificação dos “campos técnicos” aos quais a invenção se relaciona. Os níveis de categorização desses campos podem ser mais ou menos específicos, segundo a legislação de cada país. Se a declaração de conteúdo for excessivamente concisa, será difícil decidir a respeito do caráter inovativo do produto, para que então possa ser aceito enquanto objeto de patenteamento. Ao contrário, se forem excessivamente detalhados, tais aspectos poderão limitar a proteção de muitas invenções e descobertas, já que multiplica os atributos (funcionais e físicos) do produto a serem considerados para que o objeto seja definido como invenção. A redução do nível de detalhamento é também um ponto essencial para que muitos conhecimentos utilizados no desenvolvimento da biotecnologia sejam mantidos pelo inventor.

A alta variabilidade do grau de especificação técnica do produto na declaração de conteúdo presente no conjunto de leis de diferentes países dificulta, na atualidade, a análise dos processos de aceitação de patentes internacionais. Para os países desenvolvidos, como o Japão e a União Européia (UE), que restringem estas categorias, fica mais complicado solicitar patentes em países em desenvolvimento. Isto se constitui em um obstáculo para as tomadas de decisão acerca do caráter do objeto, já que os agentes não são capazes de obter plena informação nem toda a racionalidade que estas decisões demandam.

O caráter limitante da pormenorização excessiva das características do objeto é agravado pela conseqüente necessidade de conferência e descrição de todas as impossibilidades (ou fatores permissivos) inerentes à comparação entre objetos já patenteados e aqueles que estão sendo encaminhados para patenteamento. Este aspecto é especialmente válido para o caso brasileiro, no qual os processos de solicitação de patentes costumam demorar no mínimo oito anos.

Capítulo 4: Cenário Inovativo

Inovação genômica e desenvolvimento dos países

Desde a adoção dos Acordos TRIPS, em 1994, no âmbito da Organização Mundial do Comércio, as relações entre propriedade intelectual e desenvolvimento dos países vêm sendo objeto de acirradas discussões em diversas negociações internacionais.

Os TRIPS não se dispõem a estabelecer um regime uniforme de proteção à propriedade intelectual, apenas prevendo patamares mínimos de DPI no mundo. Visa regular os mais importantes aspectos daqueles direitos, contemplando regras específicas para certas modalidades de proteção: variedades de plantas, modelos de utilidade, etc. Sendo um conjunto de acordos bastante aberto, visam, segundo Correa (2005), deixar considerável margem de manobra para que os países interpretem e ponham em prática seus próprios padrões de proteção. Aqueles acordos representaram, para muitos países, a possibilidade de excluírem legitimamente determinados campos tecnológicos da proteção, *via* patentes, como de fato aconteceu com as cultivares de plantas e com organismos geneticamente modificados – que não os microrganismos - no Brasil. Quase ao mesmo tempo em que os TRIPS são progressivamente consolidados, na forma de uma onda de harmonização regulatória sobre DPI nos países membros da OMC, avanços na produção brasileira em genômica¹¹⁷, iniciados formalmente em 1997, trouxeram novo ânimo para a produção científica e comercialização de bens e serviços que sofrem impacto de biotecnologias. A visão corrente sobre tais atividades é a de que são expoentes científicos nacionais, tendo capacitado centenas de pesquisadores, impulsionando, inclusive, a geração de frentes interdisciplinares de investigação.

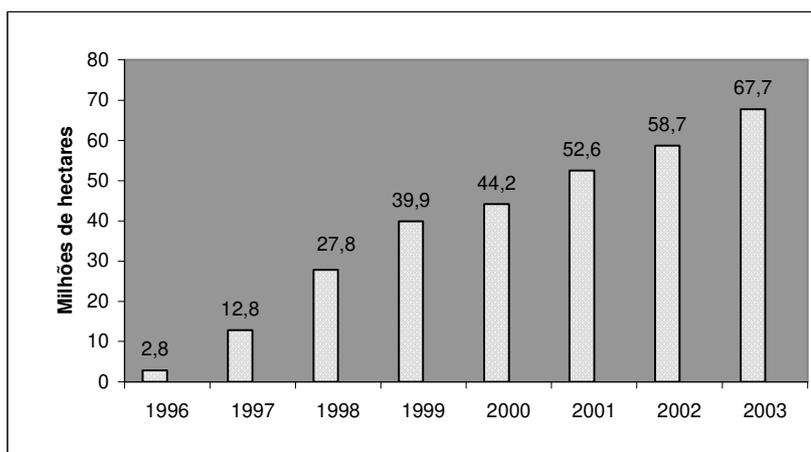
A capacitação científica alcançada pelos chamados “Projetos Genoma”, ou PG, no Brasil, apresentou um impacto científico essencial para a inserção do país nas atividades da fronteira da biologia e da genética molecular. A genômica vem alcançando inusitados patamares de visibilidade pública, por conta do grau de excelência da pesquisa e da idéia de que a promoção de PG deve ser orientada para a aplicação industrial. Somado a isso, a crescente incorporação desse tipo de pesquisa pelos mercados mundializados, insumidores de biotecnologias, faz

¹¹⁷ Incluindo proteômica, bioinformática e outros instrumentos de pesquisa que possam gerar inovação em ABG.

surgir o debate sobre a capacidade destas iniciativas estimularem a biotecnologia no Brasil (Silveira, Fonseca & Dal Poz, 2001). Por esse motivo, a questão dos investimentos na produção de conhecimentos se desdobra naquela sobre a capacidade que os atores envolvidos na geração de biotecnologias têm em se apropriar de seus resultados, ainda mais porque o setor público brasileiro é o agente financiador de PG.

As atividades científicas e tecnológicas baseadas em genômica são bastante novas. O primeiro organismo geneticamente modificado (OGM) começou a ser comercializado em 1991 (tomate *Flavr-Savr*, da *Calgene Corporation*, hoje subsidiária de P&D da Monsanto). Somente a partir do ano de 1996 é que se inicia, no âmbito agrícola, a real difusão de OGM. Mas, mesmo nova, a fronteira da pesquisa em genética molecular vem demonstrando sua capacidade em deslocar velhos mercados, introduzindo tecnologias capazes de reduzir custos de produção, causar reestruturação de mercados e produzir novas formas de organização da P&D e dos sistemas de produção agrícola.

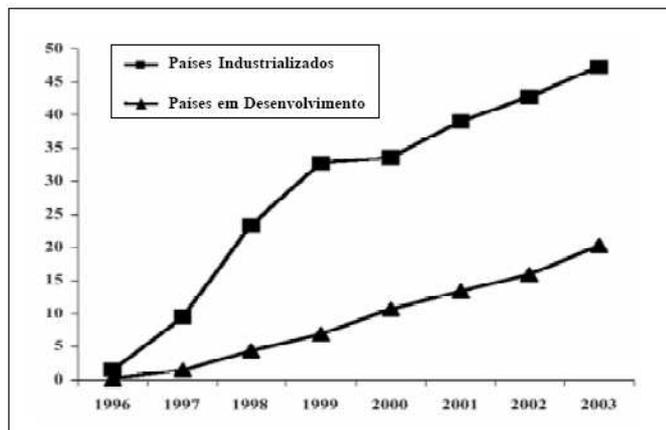
O relatório do Serviço Internacional para a Aquisição de Aplicações em Agrobiotecnologia (ISAAA, 2003) detalha o crescimento das culturas de plantas geneticamente modificadas (GM) no mundo. Um resumo das principais conclusões deste relatório, apresentado a seguir, permite inferir sobre a força de difusão das cultivares GM nos últimos sete ou oito anos. O cultivo de plantas transgênicas foi iniciado nos EUA, em 1996. Em menos de sete anos, a área ocupada por culturas de OGM cresceu mais de vinte vezes (Gráfico 4.1).



Fonte: James, 2004

Gráfico 4.1 - Área Global com Cultivos Transgênicos, de 1996 a 2003 (em milhões de hectares)

Este crescimento, apesar de apresentar um descompasso entre países desenvolvidos (em especial os EUA, centro difusor das ABG), e em desenvolvimento, é verificado em ambos os casos, como mostra o Gráfico 4.2.

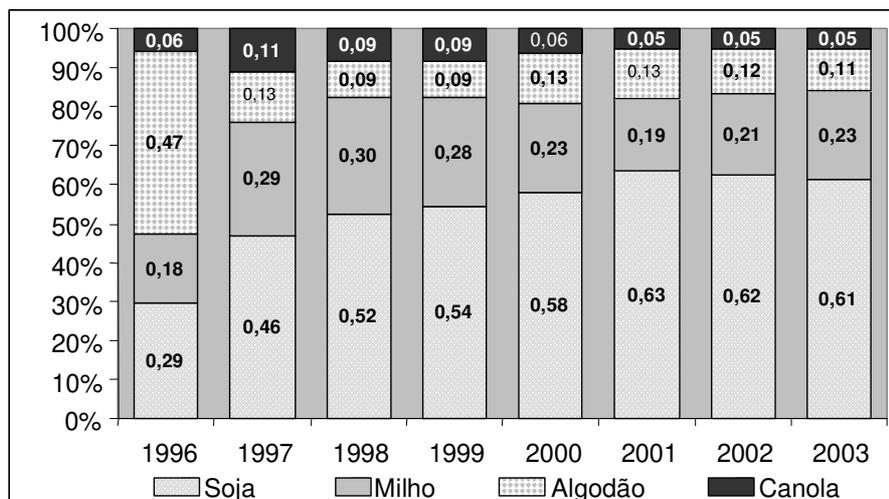


Fonte: ISAAA, 2003

Gráfico 4.2 - Área Global com cultivos transgênicos, de 1996 a 2003: países industrializados e em desenvolvimento (em milhões de hectares)

O Brasil liberou o cultivo de plantas GMs pela primeira vez em 2003, aprovando cultivo de soja tolerante a herbicida. Neste ano, juntamente com as Filipinas, associou-se aos 16 países que já cultivavam lavouras GMs em 2002, tendo-se elevado para 18 a quantidade de nações com tais cultivos, dos quais 11 são países em desenvolvimento e 7 são industrializados.

Globalmente, em 2003, o crescimento continuou, como mostra o Gráfico 4.3, nas quatro espécies geneticamente modificadas comercializadas: a soja GM ocupou 61% da área global com lavouras GMs (41,4 milhões de hectares), comparados com os 36,5 milhões de hectares registrados em 2002; o milho GM foi plantado em 15,5 milhões de hectares (23% da área global), em comparação com os 12,4 milhões de hectares de 2002, tendo apresentado a mais alta taxa de crescimento dentre todas as espécies – 25% –, após o aumento de 27% obtido no ano anterior; o algodão transgênico foi cultivado em 7,2 milhões de hectares (11% da área total), acima dos 6,8 milhões de hectares plantados em 2002; e a canola GM ocupou 3,6 milhões de hectares (5% da área total), enquanto, em 2002, ficou na casa dos 3 milhões de hectares.



Fonte: Adaptado de Silveira *et alli*, 2005.

Gráfico 4.3 - Distribuição dos Cultivos GMs por produtos (em % da área plantada)

Durante um período de oito anos, entre 1996 e 2003, a tolerância a herbicidas foi, de forma consistente, o atributo dominante dos produtos GM, seguido pela resistência a insetos. Em 2002, a tolerância a herbicidas, expressa na soja, no milho, na canola e no algodão, ocupou 73%, ou 49,7 milhões de hectares, da área global com lavouras GMs, de 67,7 milhões de hectares. Do restante, 12,2 milhões de hectares (18%) foram cultivados com plantas Bt ¹¹⁸.

A combinação de genes para tolerar herbicidas e resistir a insetos, empregada tanto no algodão quanto no milho, continuou crescendo nesse período e tomou 8%, ou 5,8 milhões de hectares, da área total, em comparação com os 4,4 milhões de 2002. A combinação dominante (planta e atributo) foi, em 2003, a soja tolerante a herbicida, que ocupou 41,4 milhões de hectares, ou 61% da área total plantada com transgênicos, em sete países. O milho Bt totalizou 9,1 milhões de hectares, o equivalente a 13% da área global cultivada com transgênicos, em nove países.

O papel da P&D em agrobiotecnologias envolve uma série de fases, sem, no entanto, ser um processo necessariamente linear. A divisão em fases abaixo apresentada é apenas analítica, uma vez que o processo de desenvolvimento de novos cultivares de plantas deve ser contínuo,

¹¹⁸ Variedades “Bt” são OGM que receberam um gene da bactéria *Bacillus thuringiensis* que permite à planta produzir uma substância tóxica para pragas que dela se alimentem, tornando-se assim resistentes a estas últimas.

estabelecimento de regimes de regulação e de biossegurança, além dos tradicionais mecanismos de *marketing* e gestão estratégica.

Projetos Genoma no Brasil

Entre 1997 e 2004, justamente no mesmo período no qual as culturas de OGM mais se expandiram no mundo, mais de 20 projetos de sequenciamento genômico ou programas de investigação sobre DNA, genes e proteínas de potencial impacto biotecnológico foram realizados no Brasil. O *Genoma Xylella*, primeiro PG realizado no país a partir de 1997, envolveu inúmeras universidades do Estado de São Paulo. O objetivo desse projeto – gerar competência científica em genética molecular – foi vinculado à idéia de que a escolha da bactéria *Xylella fastidiosa* relacionava-se ao combate a esse parasita causador da *clorose variegada dos citros*¹²⁰ (Dal Poz, 2000)¹²¹.

O Quadro 4.1 apresenta algumas características dos PG que já foram ou estão sendo realizados no Brasil, a partir de 1997; alguns deles fazem parte (ou fizeram) de redes internacionais de pesquisa. Na sua maioria, são subsidiados pelo setor governamental, envolvendo potenciais aplicações biotecnológicas e contando com apoio financeiro minoritário (nunca mais do que 14% dos custos totais) de algumas empresas.

Quadro 4.1– Projetos Genoma no Brasil: visão geral

Projeto/ Financiador	Rede / Organismo Estudado/ Aplicação biotecnológica	Instituições envolvidas
Genoma Brasileiro/ MCT	<i>Mycoplasma synoviae</i> Controle do patógeno do sistema respiratório de aves.	30 laboratórios de genética molecular e Laboratório de Bioinformática do Laboratório Nacional de Computação Científica (LNCC/MCT).
	<i>Chromobacterium violaceum</i> Obtenção de biotecnologias para as áreas ambiental, industrial e de saúde humana.	30 laboratórios de genética molecular e Laboratório de Bioinformática do Laboratório Nacional de Computação Científica (LNCC/MCT).

¹²⁰ Doença de citros, conhecida popularmente como “amarelinho”, causadora de perdas de produção aos laranjais.

¹²¹ Brooks (1967) afirma que o trabalho dirigido a objetivos aplicados pode ser fundamental quanto ao seu caráter. A base de suas observações, como destaca Stokes (1997), foi o “exemplo de Louis Pasteur, cujo trabalho de maturidade constituiu (...) uma síntese impressionante dos objetivos de entendimento e uso”.

Redes Regionais de Genômica / MCT	Rede Centro Oeste/ Genoma Funcional e Diferencial de <i>Paracoccidioides brasiliensis</i> / Desenvolvimento de novas drogas contra micose endêmica.	12 laboratórios, três unidades da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA).
	Rede Genoma do Estado de Minas Gerais / em curso/ <i>Schistosoma mansoni</i> / Identificação de genes alvos para o desenvolvimento de drogas inibidoras e vacinas contra o parasita.	5 laboratórios de Universidades Federais, Centro de Pesquisas Renê Rachou – FIOCRUZ e EMBRAPA
	Rede Genoma do Nordeste – ProGeNe/ <i>Leishmania</i> / Identificação de vacinas e drogas que possibilitem o controle da doença em seres humanos e animais.	12 laboratórios de universidades públicas da região.
	Instituto de Biologia Molecular do Paraná/ em curso / <i>Trypanosoma Cruzi</i> / Seleção e caracterização de novos genes e análise de novos alvos quimioterápicos.	FIOCRUZ, Universidade de Mogi das Cruzes e Instituto de Biologia Molecular do Paraná
	Programa Genoma do Estado do Paraná – GENOPAR/ <i>Herbaspirillum seropedicae</i> / Obtenção de estirpes mais produtivas da bactéria fixadora de nitrogênio.	10 laboratórios de universidades públicas e privadas do Sul e Sudeste, Instituto Agrônomo do Paraná, EMBRAPA e Instituto Tecnológico SIMEPAR.
	Rede Genoma do Estado do Rio de Janeiro – RioGene/ <i>Gluconacetobacter diazotrophicus</i> / Obtenção de novas estirpes fixadoras de nitrogênio e desenvolvimento de promotores de crescimento vegetal	4 laboratórios de universidades públicas do Sudeste, EMBRAPA e Laboratório Nacional de Computação Científica.
	Rede de genômica do Estado da Bahia/ finalizado/ <i>Crinipellis perniciosal</i> Reconhecimento de genes relacionados com a patogenicidade do fungo e com resistência do cacauero.	Universidade Estadual de Campinas, Centro de Pesquisas do Cacau, Universidade Estadual de Santa Cruz, EMBRAPA, Universidade Estadual de Feira de Santana, Universidade Federal da Bahia, Universidade Católica de Salvador.
	Rede da Amazônia Legal de Pesquisas Genômicas – REALGENE/ <i>Paullinia cupana</i> / Desenvolvimento de métodos para o combate às principais doenças do guaranazeiro e melhorar sua produtividade, utilizando melhor o potencial agrônomo e farmacológico da planta.	7 universidades públicas do Norte e Nordeste, EMBRAPA, Instituto Nacional de Pesquisa da Amazônia e Centro de Pesquisa em Medicina Tropical de Roraima.

	Programa de Investigação de Genomas Sul (PIGS) / <i>Mycoplasma hyopneumoniae</i> Capacitação de recursos humanos nos Estados do Rio Grande do Sul, Santa Catarina e Paraná e desenvolver tratamento para suinocultura regional.	7 universidades públicas e uma privada do Sul e Norte, EMBRAPA e Laboratório de Nacional de Computação Científica em consórcio com FAPERGS e setor de suinocultura.
	Rede Genoma Global Musa / consórcio de pesquisa genômica de banana.	EMBRAPA Recursos Genéticos.
	Genoma Eucalyptus (GENOLYPTUS) / Aumento de produtividade de biomassa, resistência e melhoramento da produção florestal.	Universidade Católica de Brasília/ 7 universidades sob coordenação da EMBRAPA/ consórcio com empresas do setor de papel e celulose
Programa Genoma/ Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP)	Projeto Genoma <i>Xylella</i>/ <i>Xylella fastidiosa</i> /Capacitação científica	Laboratórios de universidades públicas e privadas do Estado de São Paulo/ Fundo Paulista de Defesa da Citricultura (FUNDECITRUS)
	Genoma Cana (SUCEST) <i>Saccharum sp.</i> /Melhoria das características agrícolas da espécie (produção de açúcar e resistência a doenças).	Universidades públicas dos Estados de São Paulo, Alagoas, Pernambuco, Rio de Janeiro, Universidade de Mogi das Cruzes, Centro de Citricultura “Sylvio Moreira” e Copersucar
	Genoma Humano do Câncer / Análise de expressão de genes de tumores humanos.	16 laboratórios, Hospital do Câncer (SP) e Instituto Ludwig de Pesquisas contra o Câncer
	Genoma Xanthomonas/ <i>Xanthomonas axonopodis</i> pv <i>citri</i> e <i>Xanthomonas campestris</i> pv <i>campestris</i> / informações biológicas sobre o câncer cítrico.	Laboratórios de universidades públicas, FUNDECITRUS e CNPq
	Agronomical and Environmental Genomics (AEG) / <i>Xylella fastidiosa</i> da videira e <i>Leifsonia xyli</i> subsp. <i>xyli</i> da cana.	Laboratórios de universidades do Estado de São Paulo
	Genoma Schistosoma mansonii/ <i>Schistosoma mansonii</i> /Consórcio global <i>Schistosoma Genome Network</i> / Tratamento de esquistossomose.	Laboratórios de universidades públicas dos Estados de São Paulo e Minas Gerais
	Genoma funcional da <i>Xylella fastidiosa</i>/ <i>Xylella fastidiosa</i> / Análise de patogenicidade da bactéria.	Laboratórios de universidades do Estado de São Paulo e FUNDECITRUS
	FOREST's/ finalizado/ <i>Eucalyptus</i> sp./ Consórcio com empresas de papel e celulose / Análise de genes de produção de celulose.	Laboratórios de universidades do Estado de São Paulo.

Fonte: Elaboração própria

A ampla rede científica em genômica instalada no Brasil gerou, até o momento, alguns *spin offs* empresariais (Quadro 4.2).

Quadro 4.2 - Empresas de biotecnologia genômica criadas com o advento dos Projetos Genoma

Empresa e fonte de financiamento	Projetos originais	Setores envolvidos	Foco biotecnológico baseado em genômica
Allelyx: biotecnologias genômicas para cana, soja, laranja, uva e eucalipto (capital de risco – Votorantim Ventures)	Genoma <i>Xylella</i>	Citrícola	Controle de doenças dos citros causadas por vírus e bactérias
	Genoma Cana	Sucro-alcooleiro	Desenvolvimento de novas variedades com maior teor de açúcar.
	Genoma <i>Xanthomonas</i>	Vinícola	Controle de pragas da videira
		Produção de soja	Melhoramento da produtividade.
		Papel e celulose	Desenvolvimento de novas variedades de eucalipto com maior produção de celulose por m ³ de árvore.
Canavialis	Genoma Cana	Sucro-alcooleiro	Desenvolvimento de novas variedades geneticamente modificadas, a partir de genes da própria planta.
Scylla Bioinformática: desenvolvimento de softwares de genômica (capital de risco – Votorantin Ventures)	Genoma <i>Xylella</i>	Centros de pesquisa agrícola, Indústria farmacêutica.	Ferramentas de software e serviços; informações genômicas de aplicação em agricultura e outros setores
	Genoma Cana		
	Genoma <i>Xanthomonas</i>		

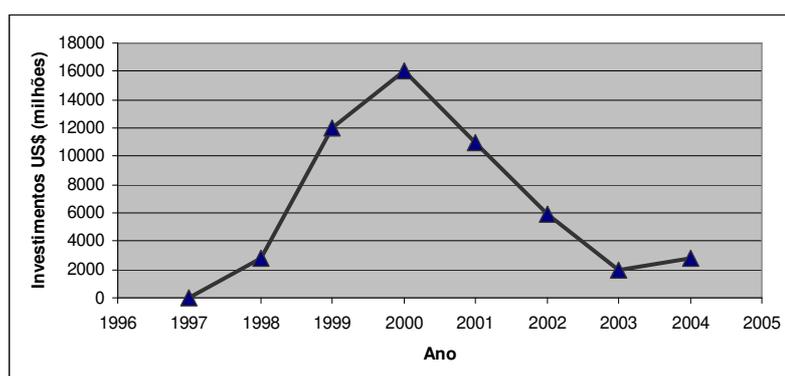
Fonte: Elaboração própria¹²².

A Votorantim Ventures, empresa de capital de risco que administra fundos da *holding* Votorantim, financiou as *start ups* – *Allelyx*, *Canavialis* e *Scylla Bioinformática*.

Os esforços para promover Projetos Genoma geraram importante produção científica e capacitação de recursos humanos em pesquisa na área de genética molecular e genômica no Brasil. Todos eles se inserem no campo da biotecnologia e, segundo Queiroz (2000), no ano de 2000, estavam envolvidos 6.616 pesquisadores, distribuídos em 1.718 grupos e 3.814 linhas de pesquisa. A área de ciências agrárias, líder dos grupos, apresentava 1.075 linhas de pesquisa.

¹²² Atualização até dezembro de 2004.

Neste contexto majoritário da pesquisa agrícola no Brasil é que se insere a pesquisa em genômica no país. O Genoma *Xylella*, iniciado em 1997, capacitou, formalmente, 180 pesquisadores¹²³, que faziam parte de 28 grupos de pesquisa, espalhados principalmente pelo estado de São Paulo. A mensuração do volume de investimentos em Projetos Genoma no Brasil, feitos em especial pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), Ministério de Ciência e Tecnologia e fundações de financiamento à pesquisa em outros estados brasileiros mostrou-se inviável. Um exemplo disto é o caso dos Genomas da FAPESP: assim como mostra o Gráfico 4.4, entre 1998 e 2003, a agência aplicou quase US\$ 50 milhões em capacitação de recursos humanos e instalação de laboratórios. Após 2004, os investimentos não necessariamente caíram, apenas a forma de financiamento mudou. Uma vez instalada a capacidade de pesquisa, passou-se a incluir o apoio à genômica no rol de bolsas e projetos¹²⁴ da área de ciências biológicas, ciências biomédicas e ciências agrônômicas.



Fonte: Gusmão & Ramos, 2005.

Gráfico 4.4 - Dispendio em Projetos Genoma, FAPESP, 1997 a 2004 (US\$ milhões)

Dadas as dificuldades em isolar, no conjunto de fomentos da FAPESP e CNPq, dois maiores financiadores de pesquisa do Brasil, o montante referente à pesquisa genômica¹²⁵, optou-se por

¹²³ Segundo o número de autores – pesquisadores e alunos - da publicação do Genoma *Xylella* em artigo na Revista *Nature*, em fevereiro de 2000.

¹²⁴ Segundo o Sistema de Estatística da FAPESP.

¹²⁵ Bolsas e financiamento à pesquisa são computados pelas agências de fomento, segundo as áreas tradicionais de Saúde Humana, Agronomia, Ciências da Terra, etc. Em cada uma destas áreas a genômica poderia estar incluída. Seria necessário investigar os títulos de cada um dos mais de 13 mil projetos da grande área de Ciências Biológicas, categoria mais abrangente da FAPESP, por exemplo. Assim, optou-se, como anteriormente dito, por fazer uma análise do contingente de RH em pesquisa, o que nos pareceu mais produtivo para as discussões desta tese.

avaliar o contingente de recursos humanos nesta subárea de pesquisa, disposição que pode ser muito mais interessante e ilustrativa para avaliar a capacidade brasileira naquela área do conhecimento. Além da dificuldade de recortar os recursos específicos dos Projetos Genoma das respectivas áreas científicas, a contagem de pesquisadores permite avaliar, com maior precisão, os esforços e resultados em capacitação na área do que a soma de recursos despendidos em atividades por vezes pouco relacionadas à P&D.

Uma investigação feita na Plataforma Lattes do CNPq¹²⁶, revelou que houve um importante aumento no contingente de pesquisadores envolvidos com genômica e genética molecular, desde a publicação do pioneiro Genoma *Xylella*.

A metodologia utilizada buscou os grupos de pesquisa segundo dois critérios: os que incluem a “genômica” e os que incluem “genética molecular” na descrição de suas atividades. Também foram obtidos o número de pesquisadores e o número de alunos de doutorado e mestrado. Isto permitiu mapear os grupos, o contingente de recursos humanos em pesquisa e sua distribuição por instituição, por estado brasileiro e por região.

A palavra “genômica” define de modo bem focalizado as atividades de C&T do escopo desta tese. Envolve pesquisa em sequenciamento de DNA, manipulação de trechos de genes, bioinformática, utilização de vetores genéticos, etc. As palavras-chave “genética molecular” foram utilizadas para que se obtivesse uma amostra expandida, com importante correlação técnica com a área de genômica. A genética molecular é um campo dos estudos em ciências biológicas; envolve o uso de técnicas de um espectro mais amplo, como as da biologia molecular e que visam não somente estudar o DNA e o RNA, mas todo o complexo de moléculas e sua função na célula, tais como proteínas, etc.

Infelizmente não seria possível, no escopo deste trabalho, verificar a proporção de pesquisadores que utilizam técnicas de biologia molecular e genômica no Brasil, em relação a este contingente no mundo.

¹²⁶ A Plataforma Lattes é o Banco de Currículos do CNPq dos pesquisadores brasileiros, em formulário eletrônico, desenvolvido a partir de 198 e lançado em 1999. Foi compatibilizado com outras bases de dados de C&T a partir de julho de 2000, incluindo o Relatório CAPES. Hoje é um banco internacionalizado para uso dos Conselhos de C&T de vários países da América Latina. Pesquisa feita em maio de 2005, base corrente.

Mas os resultados desta pesquisa mostraram, como se apresenta resumidamente no Quadro 4.3, logo adiante, um significativo contingente de recursos humanos em pesquisa geradora de ABG, quando comparado com os 180 pesquisadores que publicaram o artigo resultante do Genoma *Xylella*, no ano 2000.

No ano de 2000, ao final do Projeto Genoma *Xylella*, estavam formados 32 grupos de pesquisa em genômica no Brasil (Dal Poz, 2001). Houve, até 2005, um crescimento de mais de 300% no número de grupos de genômica, neste curto período. O número de pesquisadores envolvidos com genômica e com genética molecular, que ao final daquele mesmo projeto, era de 180 pessoas, sofreu crescimento de maior importância. Há, em 2005, dez vezes mais pessoas que se dedicam às atividades de pesquisa¹²⁷ nestas duas áreas do que no ano de 2000. O número de estudantes inclusive supera o de pesquisadores, o que demonstra a tendência de crescimento do contingente de RH capaz de gerar ABG no país¹²⁸.

Quadro 4.3 - Grupos de genômica e de genética molecular, Plataforma Lattes, CNPq, 2005.

Palavras-chave	Número de Grupos	Nº de Pesquisadores	Nº Estudantes de Mestrado e Doutorado	Contingente Total do RHCTn¹²⁹
Genômica	97	759	1069	1828
Genética molecular	291	2274	2542	4816
Total	388	3033	3611	6644

Fonte: Elaboração própria a partir da Plataforma Lattes, CNPq.

Em termos da significância da genômica para a ciência brasileira, é só pensar que dos 70 mil inscritos na Plataforma Lattes, quase 5000 - cerca de 7% - atuam por meio da utilização de técnicas de genética molecular no Brasil. O número de estudantes envolvidos dá reforço à idéia

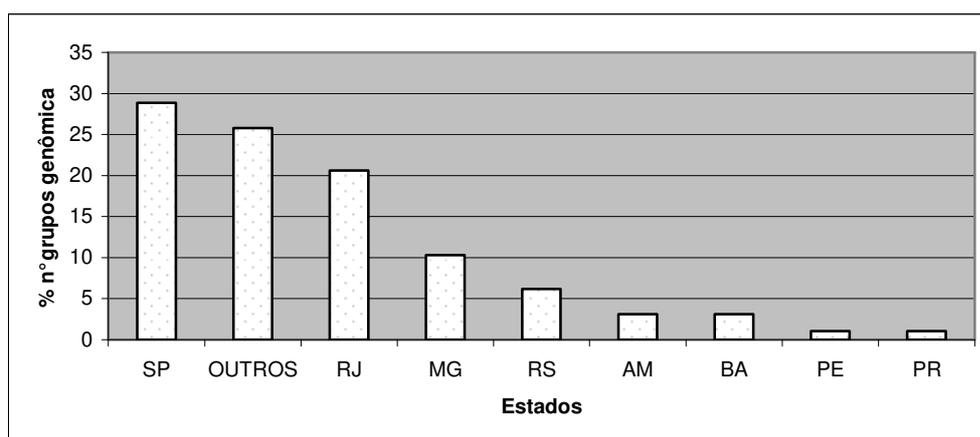
¹²⁷ A pesquisa na Plataforma Lattes não diferenciou atividades dirigidas para o campo da saúde humana, animal ou vegetal, considerando que as técnicas de pesquisa podem ser utilizadas em quaisquer destas áreas.

¹²⁸ Segundo o sítio de *internet* www.cienciaemdia.zip.net, enquanto a produtividade científica do Brasil ocupa o 24º lugar no mundo, o número de consultas feitas por pesquisadores brasileiros às bases de dados genômicos da NCBI, ou *National Center of Biotechnological Information*, se usadas como indicador de C&T, colocaria o país em nono lugar do mesmo *ranking*. O NCBI é uma espécie de biblioteca, na qual figuram apenas dados escritos em quatro letras: A, C, T e G, usadas para descrever as seqüências de bases nitrogenadas que compõem o DNA dos seres vivos.

¹²⁹ RHCTn – Núcleo dos RH em C&T, pois inclui apenas pesquisadores formados na área e que trabalham na área (ver Capítulo 4 - Indicadores de C&T para o Estado de São Paulo, FAPESP, 2004).

de que vem aumentando o interesse geral pela pesquisa em engenharia genética e melhoramento de animais e plantas no Brasil. Estes dados demonstram, no mínimo, como os esforços de pesquisa nesta área do conhecimento vêm sendo progressivamente incorporados pelas instituições.

O Gráfico 4.5 apresenta a distribuição dos grupos de genômica por estados brasileiros. O estado de São Paulo, líder em quase todas as áreas de pesquisa, o é também em pesquisa genômica, talvez porque também foi o pioneiro em Projetos Genoma, seguido pelos do Rio de Janeiro e Minas Gerais. Na categoria “outros” estão os grupos de todos os outros estados brasileiros. A EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, que tem unidades em mais de 20 estados brasileiros, tem 5 grupos de genômica (5,1% do total) e 20 em genética molecular (6,8% do total), espalhados por todos os estados.



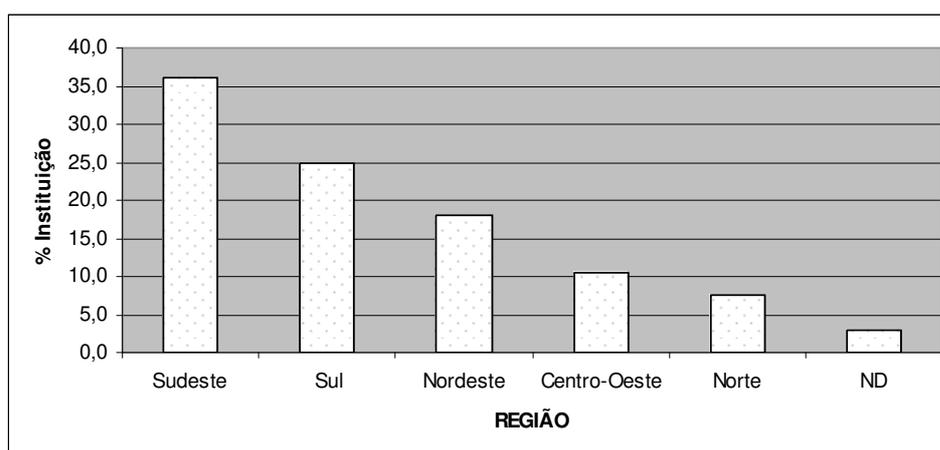
Fonte: Elaboração própria a partir da Plataforma Lattes, CNPq.

Gráfico 4.5 – Distribuição dos grupos de genômica por estado brasileiro.

Foram encontradas 106 diferentes instituições, na Plataforma Lattes, nas quais há grupos de pesquisa envolvidos com atividades de genômica ou de genética molecular.

O Gráfico 4.6 mostra que aproximadamente 60% das instituições que executam atividades em genômica estão nas regiões Sul e Sudeste. Chama a atenção o número de instituições na região Nordeste, em especial voltadas para questões agrícolas, como as de plantio e manejo de cana de açúcar e de cacau. Ambas as vertentes parecem ter sido o resultado da difusão de recursos

humanos derivados dos Projetos Genoma Cana (Fapesp, 2000) e Genoma da Vassoura de Bruxa, financiados pelo Ministério de C&T, já que os pesquisadores que coordenaram estes dois projetos eram oriundos dos grupos pioneiros do Genoma *Xylella*.

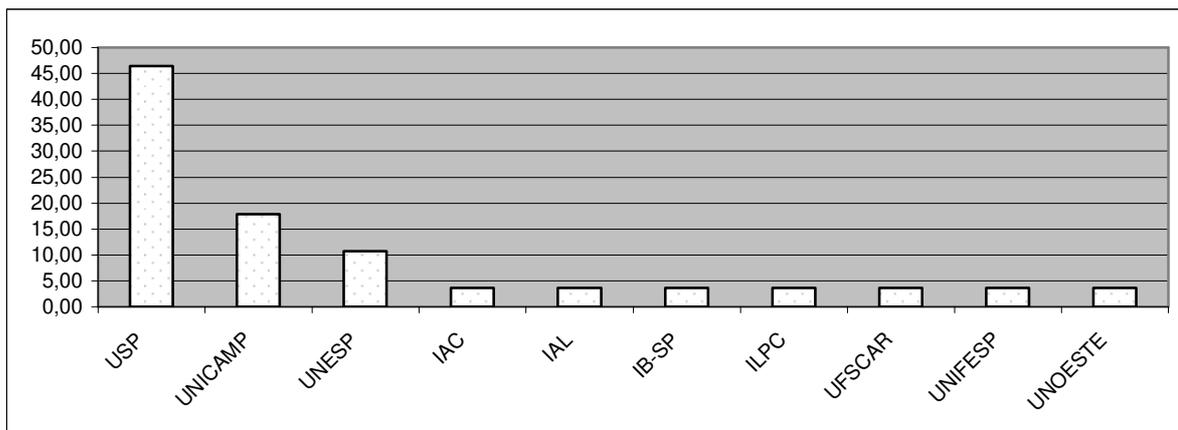


Fonte: Elaboração própria a partir da Plataforma Lattes, CNPq.

Gráfico 4.6 – Distribuição (%) das instituições que abrigam grupos de pesquisa genômica

Colocando-se o foco sobre o estado de São Paulo, aponta-se que 36% são deste estado. Esta média está acima dos 30% de pesquisadores de todas as áreas do conhecimento que este estado apresenta no cenário científico nacional (FAPESP, 2005). O pioneirismo do Genoma *Xylella*, cujos coordenadores eram pesquisadores da USP e da UNICAMP, universidades paulistas, parece ter resultado numa difusão intensa da pesquisa nestas duas instituições, como era de se esperar¹³⁰ (ver Gráfico 4.7), o que também colabora para o aumento da média de pesquisadores no cenário brasileiro.

¹³⁰ Apesar de ser um dado isolado, a importante supremacia genômica do estado de São Paulo, centro de difusão dos Projetos Genoma no Brasil, não deixa de ser interessante no escopo desta tese, que se funda no princípio de que grupos de atores sociais em ciência aprendem uns com os outros, na interação. Esta observação dá ânimo ao trabalho empírico da tese, que visa mostrar como os inventores e detentores de patentes biotecnológicas se relacionam entre si, aprendendo a se apropriar dos conhecimentos por eles gerados, assim como aqueles gerados por outrem.



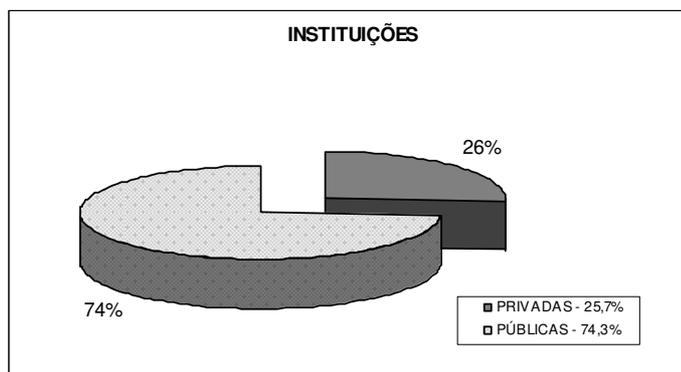
Fonte: Elaboração própria a partir da Plataforma Lattes, CNPq.

Legenda: IAC: Instituto Agrônomo de Campinas; IAL: Instituto Adolfo Lutz; IB-SP: Instituto Biológico de São Paulo; ILPC: Instituto Ludwig de Pesquisas contra o Câncer; UFSCAR: Universidade Federal de São Carlos; UNESP: Universidade do Estado de São Paulo; UNICAMP Universidade Estadual de Campinas; UNIFESP: Universidade Federal de São Paulo; UNOESTE: Universidade do Oeste Paulista; USP: Universidade de São Paulo.

Gráfico 4.7 – Porcentagem de pesquisadores atuantes em genômica, entre instituições do estado de São Paulo

O Gráfico 4.8 demonstra como se deu o impacto dos investimentos públicos em genômica no Brasil, que são, considerando-se todas as áreas do conhecimento, também majoritários ¹³¹: a maioria das instituições que abrigam grupos de pesquisa é pública. A difusão da capacitação em instituições privadas de ensino e pesquisa, maior do que um quarto do total, demonstra o quanto a “cultura” e o interesse por pesquisa na fronteira das ciências biológicas vem crescendo no Brasil, independentemente do caráter da instituição. Esta observação é relevante quando se tem em mente a característica de pesquisa no Brasil, quase exclusivamente pública, sobretudo no que diz respeito a pesquisa básica.

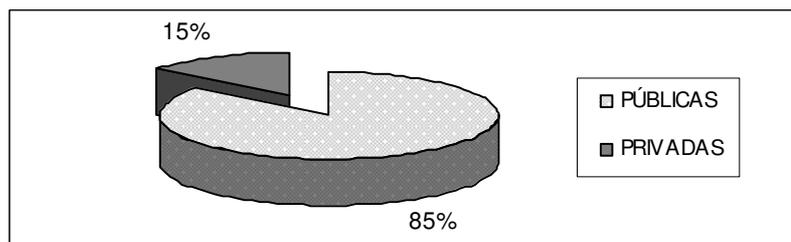
¹³¹ Segundo os Indicadores de C&T&I em São Paulo, 2004, FAPESP - Dispêndios em P&D no Brasil, por setor, em R\$ correntes - o setor público investiu, de 2000 a 2004, R\$ 6,4 bilhões, o que corresponde a 0,58% do PIB nacional, contra R\$ 4,561 bilhões do setor privado, no mesmo período, equivalente a 0,41 % do PIB.



Fonte: Elaboração própria, a partir da Plataforma Lattes, CNPq.

Gráfico 4.8 – Porcentagem de instituições que realizam genética molecular – por dependência administrativa.

Já em termos dos grupos de pesquisa em genômica, este percentual é de 85% para 15%, como mostra o Gráfico 4.9¹³².

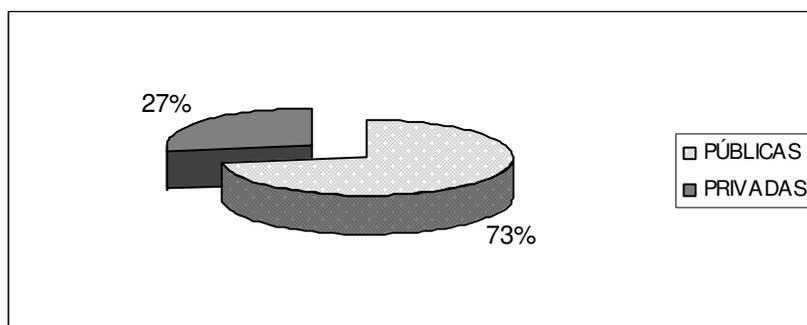


Fonte: Elaboração própria, a partir da Plataforma Lattes, CNPq.

Gráfico 4.9 - Porcentagem de Grupos de pesquisa em genômica – caráter das Instituições

Em genética molecular, aqui considerada como uma expansão da amostra da área de genômica, 27% dos grupos encontrados estão em instituições privadas (Gráfico 4.10). Estes dados fornecem indicações de que a pesquisa em ciências biológicas na fronteira do conhecimento, no Brasil, tem sido realizada até mesmo no setor privado, o que não é comum na pesquisa do país.

¹³² Considerou-se, para a busca por grupos de pesquisa na área, a possibilidade de que este dado poderia não refletir com acuidade o padrão de RH em genômica, já que o número de pesquisadores por grupo poderia variar muito. Mas os grupos apresentam composição muito semelhante, variando de 5 a 8 componentes, o que levou à opção pela análise do contingente de RH por meio do número de grupos de pesquisa.



Fonte: Elaboração própria, a partir da Plataforma Lattes, CAPES

Gráfico 4.10 - Porcentagem de Grupos de pesquisa em genética molecular - por caráter da instituição

Este cenário de crescimento da pesquisa potencialmente geradora de ABG mostra a importância de se entender se e de que forma tais competências poderão contribuir para a melhoria das condições de competitividade das atividades agrícolas brasileiras. Isto coloca a discussão central desta tese na agenda do desenvolvimento, num cenário das economias em crescente globalização. Paralelamente, trata-se do processo de formação da chamada “sociedade do conhecimento”, que justifica os esforços de proteção aos DPI empreendidos pelos acordos TRIPS.

Desde já é importante ressaltar que o trabalho de campo desta tese identificou apenas uma patente cujo detentor participou de PG brasileiros, dentre as quase 800 patentes da subclasse de DNA e RNA que contêm a palavra *plant no quadro reivindicatório*.

Neste contexto da difusão do plantio de OGM e dos investimentos brasileiros em genômica, este capítulo analisa, de forma integrada, como o processo de “globalização”, de difícil definição¹³³, apresenta uma relação dual com as atividades de C&T&I, induzindo muitas vezes investimentos governamentais em pesquisa científica. Tais investimentos parecem não levar

¹³³ A origem ideológica do termo globalização vem sendo atribuída às faculdades de administração norte-americanas que, desde a década de 1950 o empregavam para designar o processo de liberalização dos mercados mundiais. Nesta visão, esta condição permitiria a expansão da influência dos grupos financeiros da economia internacional, considerados os atores principais deste processo de desregulação. Segundo Pires (2001), o debate sobre o termo “globalização”, a dificuldade em chegar a um consenso sobre a origem de tal fenômeno e as dificuldades de formulação de um conceito científico sobre ele podem se revelar por apenas duas alternativas: ou se pretende enfrentar ou se adaptar à globalização. Esta questão é aprofundada logo adiante, quando se inserem os TRIPS no contexto da “globalização”, ou, na opção conceitual adotada por esta tese, na mundialização do capital.

em conta que o SNI brasileiro carece de maior capacidade para se apropriar e absorver conhecimentos gerados pelo pólo científico. No caso em tela, tais conhecimentos estariam na forma de novas biotecnologias agrícolas, de grande importância para o desenvolvimento de um país como o Brasil, cuja base científica em ciências biológicas tem excelente inserção internacional.

A análise da capacidade de se apropriar dos resultados de pesquisa implica em assumir que os estudos sobre a mudança técnica, no caso a provocada pela pesquisa em genética molecular, devem contemplar o fluxo e a transferência do conhecimento, incluindo as fases deste processo nas quais a inovação está incorporada em patentes. Assim, justifica-se por quê, nesta tese, optou-se por buscar evidência empírica acerca de como os conhecimentos genômicos são incorporados por certos atores, na forma de instrumentos de DPI formais, as patentes do grupo C07h021/04 e C07h021/02 - relativas à proteção de DPI sobre seqüências de DNA e RNA, segundo a Classificação Internacional de Patentes.

Globalização, regimes tecnológicos e capacidade de apropriação de novas biotecnologias

Há um razoável consenso acerca da falta de evidências acerca dos efeitos dos DPI sobre as atividades econômicas. O relatório da Comissão de Direitos de Propriedade Intelectual (CIPR, 2002), órgão internacional que visa analisar os efeitos dos DPI no mundo, aponta que a análise sobre o impacto dos regimes de DPI nos países desenvolvidos ou em desenvolvimento é uma tarefa complexa. A visão que guia este relatório da CIPR, sobre o valor destes estudos sobre DPI, é a mesma assumida por esta tese: não se focalizam os DPI como um fim em si mesmos, mas na forma como poderiam contribuir para o desenvolvimento. O pré-requisito para isto é o desenvolvimento científico e tecnológico interno dos países. Assim, os estudos sobre DPI não estão desvinculados das questões sobre educação e pesquisa científica, dos processos de transferência de tecnologia, da manutenção e melhoria das capacidades institucionais do setor de C&T&I e das estruturas legais que contribuem para o que já se definiu, anteriormente, como “sistemas nacionais de inovação”, ou SNI.

Resta, assim, entender se e como os DPI podem contribuir para a promoção do SNI, no contexto da diversidade que estes sistemas apresentam no conjunto de países em desenvolvimento. A maior parte das evidências sobre DPI são indiretas, ou se baseiam em

medidas feitas por aproximação (Correa, 2000), da mesma forma que não se pode medir diretamente a inovação ¹³⁴.

É extensa a agenda de pesquisa sobre o tema dos impactos dos DPI. Evidências integrando os aspectos econômicos, jurídicos e inovativos compõem a agenda de pesquisa e de formulação de políticas deste campo de estudos. Seus desdobramentos envolvem os impactos redistributivos dos DPI, em relação ao seu potencial de desenvolvimento, questões sobre a capacidade de transferência de tecnologia resultante do fortalecimento do padrão de proteção daqueles direitos, as relações entre inovação, investimentos diretos estrangeiros e desenvolvimento.

Não sendo o objetivo deste trabalho mensurar os impactos ou discutir a redistribuição econômica derivada da aplicação de sistemas de DPI, aponta-se apenas que, segundo o Banco Mundial (2001), os países mais desenvolvidos seriam os maiores beneficiários dos TRIPS, na forma da melhoria do valor de suas patentes. A literatura sobre o tema é extensa e contraditória, apresentando evidências ora positivas, ora negativas acerca do impacto da proteção das patentes em países em desenvolvimento (Thurow, 1997; Sachs, 2003, *apud* CIPR, 2002).

Pareceu mais útil, no âmbito deste trabalho, apresentar uma discussão sobre o processo chamado de *internacionalização*, ou *mundialização* ou ainda *globalização* do capital¹³⁵, contextualizando os DPI neste processo. Também inserir a discussão no contexto de desenvolvimento da América Latina, de ora em diante AL.

As duas seções a seguir discutem, respectivamente, a questão da *mundialização do capital*, recuperando, inclusive, o pensamento acerca do desenvolvimento da AL e do papel dos processos de industrialização no dinamismo econômico desta região.

¹³⁴ Talvez isto possa ser feito por uma combinação de medidas por aproximação, como por meio de indicadores de C&T&I.

¹³⁵ Estes termos são discutidos logo a seguir no texto deste trabalho, à luz das formas como foram construídos e no contexto da expansão do capitalismo em escala mundial. Cada um dos termos é referido, na literatura sobre desenvolvimento, como um conjunto ímpar de pressupostos a respeito do modo como o capital flui através das fronteiras nacionais.

DPI e mundialização do capital

Os acordos TRIPS, visando a harmonização dos DPI no âmbito internacional, podem ser considerados como emblema da mundialização do capital, termo aqui utilizado segundo a concepção de Chesnais, (1996).

Para Chesnais (1996) o termo latino *mundialização* estaria livre do viés ideológico contido no termo globalização e por isto melhor se aplicaria para explicar os mecanismos de estruturação e valorização do capital produtivo e financeiro no âmbito internacional. Este autor começa seu estudo “A Mundialização do Capital” (1996) pelo escrutínio da origem do termo “globalização”. Não considera tal termo ideal para explicar o processo atual de produção e comércio mundial: o autor prefere o da mundialização do capital, argumentando que no primeiro há embutido um caráter de propaganda, para vender a idéia de um “mundo sem fronteiras”, como se as grandes empresas não tivessem nacionalidade. A adaptação do mundo a esta nova condição *sem fronteiras* supõe levar adiante a liberalização – reduzir os impostos de importação, abrir a economia aos produtos do mundo globalizado – e a desregulamentação – retirar parte das regras do jogo que limitam a atuação das empresas (por exemplo, impostos, controle do sistema bancário e alguns dos direitos dos trabalhadores) – para que as empresas tenham ampla liberdade de movimentos. Segundo Chesnais, se, de fato, a “economia se mundializou”, seria essencial construir instituições políticas também mundializadas, capazes de balizar tal processo de fluxo de capital e dar alguma governabilidade aos seus efeitos sobre o desenvolvimento dos países.

Os TRIPS trazem em seu bojo exatamente este discurso: dá suporte ao comércio internacional, reduzindo-lhe os fatores causadores de assimetria. Este é o objetivo declarado¹³⁶ dos TRIPS, cujos efeitos benéficos potenciais resultariam no desenvolvimento mais harmônico dos países.

A OMC seria a instituição responsável por melhorar a dinâmica das transações internacionais, o que justificou sua criação, consubstanciando os esforços de liberalização do comércio internacional. Resta esclarecer em que condições a atual lógica de proteção dos TRIPS poderia levar os países em desenvolvimento a melhorar suas condições competitivas no comércio global.

¹³⁶ Que pode, por outro lado, não ser o objetivo real daqueles acordos, como esta tese defende.

A mundialização do capital tem (Chesnais, 1997) nas modernas tecnologias organizacionais a sua base operacional. A produção enxuta (*lean production*), a terceirização e o *just in time* serviram, por exemplo, no caso japonês, para fazer recair sobre as empresas “terceiras” os imprevistos conjunturais e para impor contratos precários e salários bem mais baixos nessas empresas que na empresa contratante. Junte-se a isto o fato de que o processo de internacionalização das principais decisões de investimento se vê facilitado por um movimento de *desnacionalização* das instituições financeiras e bancárias, o que facilita as fusões de empresas e as compras das multinacionais.

Por outro lado, a especialização de parques industriais, distribuídos em regiões dispersas do planeta, com produção de partes e peças (o que ocorre com a produção do carro mundial) retira, dos países onde se localizam, as ferramentas de política capazes de afetar as decisões das empresas, que são, de fato, ditadas pela matriz no exterior. Estes efeitos da organização industrial, no âmbito global, são discutidos no item “DPI, América Latina e Desenvolvimento” deste trabalho.

Tal movimento é profundamente apoiado pelas iniciativas de harmonização legal, assim como vem acontecendo através dos TRIPS. Apesar destes acordos enunciarem seu objetivo de instaurar melhores condições para o *livre comércio internacional*, atribuindo norma à transferência de tecnologia, não é isto que acontece, de fato. Não estão explicitados no texto dos TRIPS os mecanismos que conduziram a estas condições de livre comércio; apesar disto, está claro que as legislações nacionais deverão se adaptar ao piso mínimo de proteção aos DPI.

Em tempos de economia baseada em conhecimento, esta ausência de definição protege, de fato, os detentores de tecnologia, que podem ficar eternamente à espera de tais definições.

Ao mesmo tempo, determinando a harmonização dos DPI, os TRIPS criam um contexto muito favorável ao fortalecimento da proteção dos DPI para quem já possui tecnologias. Tudo isto, no cenário das vantagens organizacionais acima descrito - da mundialização do capital - reverte positivamente, em termos competitivos, para as empresas transnacionais que apresentem toda esta pletora de competências: organizar-se no contexto global e proteger DPI minimamente em quaisquer dos contextos dos mercados nacionais onde estiverem atuando.

Voltando a Chesnais (1996), é possível compreender o papel das novas tecnologias na intensificação da “globalização”: tecnologias de comunicação produziram um salto na

mobilidade do capital, fazendo concorrerem os países devido a suas diferenças de salário; o capital internacional pode atuar pelo investimento ou pela terceirização para aproveitar as melhores condições, onde quer que elas estejam; as redes informatizadas de comunicação permitem estender a terceirização das empresas para qualquer região geográfica, o que permite a utilização de mão-de-obra – onde ela se mostrar mais barata - para tarefas rotineiras em indústrias que utilizam muito a informática.

A facilidade com que as empresas se furtam às obrigações relativas aos direitos sociais – de qualquer dos países em questão – é outra vantagem dessa relação contratual ainda não suficientemente regulamentada. Além da diferença setorial está a possibilidade de utilização de pessoal em horários diferenciados do país de origem, multiplicando os turnos sem acréscimo por horário noturno ou horas extraordinárias¹³⁷. São inúmeros os efeitos deste tipo de estratégia sobre a produtividade das empresas.

Muitos outros fatores relativos à organização mundial da economia mereceriam destaque, como o fato da concentração de grandes fundos internacionais em redes virtuais nas quais há fluxo de ativos. Mesmo que todos fossem aqui detalhados, concorreriam apenas para que se conclua ser a “globalização” um processo de ampliação e facilitação das operações dos grupos industriais transnacionais. Na fase de acumulação capitalista, uma parte do capital aplicado separa-se do conjunto do capital e valoriza-se como capital financeiro. Este processo, hoje generalizado, vem se configurando como um impasse estrutural ao conjunto da reprodução lógica do sistema capitalista. Assim, o capital financeiro se constitui, muitas vezes, de modo autônomo, apresentando-se de maneira desvinculada do lastro real da produção. Daí emerge como uma nova forma de capital, fictícia e simulada, mas capaz de se reproduzir de forma ampliada.

Já em termos do setor produtivo, a atual forma de capitalismo encontra-se fortemente baseada na capacidade de gerenciar ativos cujo caráter é crescentemente intangível, à qual frequentemente se chama de *economia baseada em conhecimento*. Esta tem, nos DPI, uma das suas principais formas de proteção, o que justificaria fortemente as ações de harmonização destes direitos no âmbito da OMC.

¹³⁷ Como no caso da mão-de-obra indiana, contratada por empresas de *software* que operam nos EUA.

A discussão sobre DPI de genes, seqüências de DNA e outros artefatos biotecnológicos de grande impacto na produção agrícola insere-se duplamente nesta discussão sobre a mundialização do capital. As tecnologias são ativos centrais do processo de reestruturação industrial das grandes empresas que aconteceu nas últimas duas décadas, marcado, dentre outros fatores, pela desverticalização e simplificação das grandes estruturas corporativas. Assim como apontado por Chesnais (1996), empresas multinacionais, em geral, mantêm o centro de geração de novas tecnologias na matriz, transferindo aos países periféricos apenas as atividades de produção propriamente ditas. Por esse motivo, as empresas estrangeiras têm maior facilidade na adoção de inovações, geradas pelas respectivas matrizes. Também é possível entender, neste contexto, a importância da capacidade de proteger ativos tecnológicos, que dão suporte à competitividade *via inovação* ¹³⁸.

A proteção a estes ativos se faz tanto na forma de sistemas de proteção aos DPI quanto de maneira dinâmica, gerando ininterruptamente mais inovação.

Mais especificamente sobre as ABG, é preciso lembrar que, sendo os genes *entidades* bastante intangíveis, representam uma das formas mais significativas de *ativos baseados em conhecimento*. Por isto faz sentido que, no contexto da mundialização, sejam protegidos formalmente, por meio de patentes. Em seu Artigo 27.3, os TRIPS, tratando do objeto de patentamento, permitem aos países signatários optarem pela exclusão de genes, plantas e animais (ou suas partes) do escopo da proteção patentária no âmbito das legislações nacionais. Esta disposição representa uma barreira ao processo de harmonização legal; em conseqüência, desenvolvem-se esforços de extensão do padrão patentário típico dos países desenvolvidos para aqueles em desenvolvimento. Poder excluir seres vivos – a não ser no caso de microrganismos – do escopo da proteção patentária, significa, ao menos para os países desenvolvidos que não possuem biodiversidade – uma barreira à livre apropriação de ativos intangíveis resultantes da pesquisa em genômica e biologia molecular. Genes isolados em laboratório, que porventura venham a originar certas inovações, não teriam como ser

¹³⁸ Na primeira fase da internacionalização do capital, as empresas transnacionais se estabeleciam nos países em desenvolvimento pela exportação de máquinas. Só numa fase posterior, alguns desses países tiveram acesso à possibilidade de produzir as máquinas. Isto coloca a transferência de tecnologia no centro das discussões sobre o papel da inovação no desenvolvimento dos países, justificando a discussão do item a seguir, sobre DPI, AL e Desenvolvimento.

protegidos por meio de patentes, nos territórios nacionais nos quais tal objeto de patenteamento não fosse aceito.

Tal processo origina, de fato, um sistema de negociação sobre tais ativos do conhecimento, chamados nesta tese de *jogos de apropriação*. Neles, diferentes partes interessadas defendem argumentos opostos sobre o caráter e a natureza dos genes e de partes dos seres vivos utilizados no desenvolvimento de inovação. Discutem as considerações a serem incorporadas pelas legislações dos países em desenvolvimento, argumentando que a harmonização global do sistema de proteção sobre DPI só poderia ser benéfica para a economia destes países.

Tais jogos revelam de modo indiscutível as providências essenciais para a mundialização do capital, cuja instância central é a capacidade de proteger conhecimentos, ou seja, seus ativos intangíveis. A base legal, normativa, é parte importante da manutenção da capacidade de manter e absorver conhecimentos.

As grandes empresas, então, ao descentralizarem suas atividades, conformaram o que Chesnais (1996) chamou de “empresas-rede”, em que a grande empresa internacionalizada especializou-se em uma ou mais funções estratégicas específicas, o que lhe conferiu a capacidade de coordenar uma vasta rede mundial de fornecedores e distribuidores. A manutenção das competências sistêmicas da empresa nestas redes depende profundamente da manutenção dos seus ativos de conhecimento, como detalhado no item logo a seguir. No caso da genômica, cujos esforços de pesquisa dão origem a bancos de informações públicas, mobilizar tais conhecimentos para a geração de inovação é uma competência central da apropriação biotecnológica. Países em desenvolvimento, como o Brasil, podem contribuir para o enriquecimento destes bancos, que, por natureza são públicos. Mas enfrentam o desafio de se tornarem capazes de se apropriar desses conhecimentos, capacidade esta que está concentrada nos países desenvolvidos.

Além dos fatores relativos à própria dinâmica da mundialização do capital, novas biotecnologias são essenciais para a manutenção da competitividade. São capazes de fornecer vantagens no cenário de mercado. Exemplo disto é a história da recente difusão dos OGM¹³⁹,

¹³⁹ O caso da difusão dos OGM encontra-se brevemente descrito no início deste item de tese, e, de modo mais detalhado, no item a seguir. Há uma indiscutível falta de estudos sobre o tema dos impactos econômicos destas variedades de plantas nos mercados agrícolas e de seus processos de difusão global.

que, pelo menos na sua fase inicial, baseou-se na redução dos custos de produção, fator essencial de tal difusão.

Os poucos estudos encontrados sobre a difusão – principalmente da soja *Round Up Ready* no Brasil, a partir da Argentina, permitem compreender como a redução do custo de produção levou à introdução da variedade. Isto aconteceu num cenário legal de absoluta aversão – que manteve uma total indefinição sobre o tema - ao plantio de organismos geneticamente modificados no país. Mesmo com a indefinição da Lei de Biossegurança, cujos aspectos relativos ao princípio de precaução sempre se mostraram capazes de bloquear OGM, o que bloquearia, pelo menos de modo formal, o plantio de OGM, a difusão da soja transgênica foi uma realidade. Isto ocorreu de tal forma que causou uma série de “permissões” temporárias de comercialização de soja transgênica por parte do governo brasileiro, que foi colhida entre os anos de 2000 e 2005.

Este exemplo respaldaria uma visão dos DPI como simplesmente a resultante do confronto das forças de mercado, obviamente beneficiando o lado mais forte das multinacionais. A indiferença do mercado em relação à legislação local deve preceder a pressão formal para a modificação desta a favor dos interesses – e da racionalidade – das empresas transnacionais.

Assim, no contexto da mundialização do capital, a lógica da proteção das ABG e de seus conhecimentos científicos correlatos é central para a manutenção da competitividade agrícola. Resta saber quais países podem tirar proveito dela e com isto manter e aumentar suas vantagens competitivas. Para avançar nesta análise, mostra-se ainda necessário discutir os aspectos de como os conhecimentos – genômicos, no caso – circulam no cenário de um mundo de economia mundializada. A apropriação tecnológica de tais conhecimentos se mostra, de fato, como um fenômeno assimétrico, já que alguns atores, dados os contextos legais e inovativos nos quais estão imersos, se mostram mais ou menos eficientes em se apropriar de ABG.

DPI, América Latina e Desenvolvimento

Este item insere a questão dos DPI no campo das reflexões acerca do desenvolvimento da América Latina (AL). Neste sentido, é preciso resgatar, ainda que de modo muito breve, os temas da industrialização e dos problemas de dinamismo econômico da região. Implica, em

especial, definir quem se apropria do desenvolvimento tecnológico, na forma de produtos de maior produtividade.

Assim, o papel do processo de mundialização do capital mantém-se no centro da discussão, mais especificamente em termos das características da estrutura produtiva da AL e de como se difunde o progresso técnico. Um agente central deste processo é a empresa multinacional (MNC¹⁴⁰), ou seja, a grande corporação que atua no nível global.

A discussão sobre o desenvolvimento econômico da AL sempre se baseou nas análises sobre as dinâmicas desiguais do capitalismo, resultando do fato de que as novas tecnologias, dominadas pela grande corporação, lhes conferem vantagens econômicas em relação às empresas locais.

A ocupação de setores economicamente mais dinâmicos pelas empresas que detêm tecnologia, assim como será discutido brevemente a seguir, seria a causa da emergência de um novo padrão concorrencial no nível global. Daí toda a tradição dos estudos do campo da Política Científica e Tecnológica em pensar as formas de transferência tecnológica da grande corporação para as empresas locais, como forma de reduzir as assimetrias de desenvolvimento entre regiões.

No caso brasileiro estão sendo feitos investimentos sustentados em capacidades de C&T próprias desde os anos de 1970. Também é um fato que o território brasileiro guarda a maior parte da biodiversidade presente em ecossistemas terrestres. Outro fator de extrema relevância é a capacidade das instituições de pesquisa agrícola do país, que vêm avaliando e prospectando mercados, de modo a só absorver demandas por pesquisa que possam manter competitiva a agricultura do país¹⁴¹. Este conjunto de fatores pode fazer da apropriação tecnológica derivada de conhecimentos genômicos um caso de exceção na história das relações entre desenvolvimento e progresso técnico do Brasil. Claro que os fatores derivados da supremacia econômica serão sempre bastante decisivos, em termos da apropriação de tecnologia, já que, historicamente, não se transferem tecnologias dos países desenvolvidos para aqueles em desenvolvimento. A questão é que, neste caso, as tecnologias poderiam ser geradas no próprio

¹⁴⁰ Multinational Companies, MNC, sigla utilizada para designar as empresas multinacionais.

¹⁴¹ Pelo menos no que tange a agricultura de escala. Não se relacionam a esta afirmação as questões fundiárias, de produção agrícola de pequena escala, ou de subsistência. A discussão sobre este grupo de questões políticas, ainda que da maior importância para o desenvolvimento do país, não caberiam nesta tese.

país. Mas tudo isto só poderá acontecer caso o conjunto de políticas de C&T venha a ser consolidado, entre outras condições. Não se trata de aproveitar quaisquer *janelas de oportunidade*, ou seja, de se inserir num sistema cuja dinâmica é dada por fatores exteriores, mas de ser agente central de uma nova dinâmica econômica, pelo menos no que se refere aos setores produtivos aos quais as modernas biotecnologias oferecem impacto na produção e vantagens competitivas.

O pensamento econômico liberal sobre desenvolvimento, em especial no pós-guerra, e no que diz respeito aos países subdesenvolvidos, parte da contraposição entre economias do setor tradicional e “moderno”. Seria possível, olhando-se para o fenômeno da industrialização da AL, entender os seus problemas de subdesenvolvimento? Ou ainda: até que ponto a industrialização *reproduz os aspectos centrais do subdesenvolvimento?*

O pensamento desenvolvido na CEPAL - Comissão Econômica Para a América Latina - é contrário ao das correntes teóricas que vêem o capitalismo como um fenômeno convergente. A maioria dos autores ¹⁴² focaliza o estilo de desenvolvimento da AL, *tão pouco dinâmico*, na tentativa de propor a superação do modelo liberal. A originalidade do pensamento cepalino reside no fato de ver o desenvolvimento de modo diferente do conceito de sociedade tradicional. Subdesenvolvimento não é legado histórico, incapacidade de transição agrícola-industrial, mas fenômeno especial do sistema capitalista, a outra face do desenvolvimento, concomitante e decorrente de sua manifestação concreta em um mundo desigual. O pressuposto dos estudos tradicionais sobre etapas do desenvolvimento da AL e suas relações com o progresso técnico é que a industrialização, gerada de modo endógeno pelo país, é a propulsora do desenvolvimento econômico. Tenta compreender os aspectos do subdesenvolvimento a partir das suas relações com as capacidades tecnológicas, para o que se torna essencial também entender o papel das empresas MNC, no contexto das vantagens que tais empresas podem usufruir por serem gerenciadas no nível internacional. Os argumentos

¹⁴² Entre os autores que se tornaram referências nestas discussões, citam-se, entre outros: Fajnzylber, F. (1991), “*United States and Japan as models of industrialization*”. In: G. Gereffi e D. Wyman, (eds.) *Manufacturing Miracles, Paths of Industrialization in Latin America and East Asia*, Princeton University Press, Princeton, NJ, pp. 323-352; Furtado, C. (1979) *Teoria e Política do Desenvolvimento Econômico*. Companhia Editora Nacional, São Paulo; Prebisch, R. (1981). *Em torno de las ideas de la CEPAL. Problemas de la industrialización en América Latina*. In: R. French-Davies (org). *Intercambio y Desarrollo*, Fondo de Cultura Económica, El Trimestre Económico, Serie de Lecturas nº38, vol 1, pp. 143-171; Rodríguez, O (1981) *Teoria do Subdesenvolvimento da CEPAL*. Forense -Universitária, Rio de Janeiro.

acerca do efeito das multinacionais sobre o dinamismo econômico e tecnológico dos países periféricos freqüentemente levam em conta a estrutura oligopólica destas empresas, cuja construção histórica estabelece, já no início do século XX, um caráter multidimensional, não centralizado. O dinamismo do “centro”¹⁴³ econômico do capitalismo seria o resultado das vantagens competitivas da organização MNC, depois chamadas *empresas transnacionais* (ET), somadas à capacidade de apropriação de ganhos pela inovação de produtos e processos. A expansão das MNC no entre-guerras do século XX se dá principalmente porque deslocam a produção para países periféricos¹⁴⁴ e apresentam forte aptidão para transferir tecnologia, aliada à produção dos mesmos produtos em vários países, o que fornece às MNCs vantagens competitivas traduzidas sob a forma de concorrência desigual. Estabelece-se assim, uma interdependência entre a expansão da corporação e o dinamismo econômico e superávit crescente.

Na América Latina, as MNCs realizam investimentos diretos estrangeiros durante a fase de substituição de importações e aumentam rapidamente a acumulação de capital, remetendo lucros para países centrais, que passam também a obter melhores condições de integração regional. Por isso pode-se dizer que a grande corporação é o vetor de um eficiente processo de apropriação tecnológica, por meio da obtenção de matérias primas em mercados externos e da verticalização da produção, ao mesmo tempo em que se apropria de lucros obtidos nos mercados periféricos. Numa segunda etapa deste processo (até os anos de 1970), ocupando o mercado interno, a filial da corporação adquire certa autonomia, e, sendo responsável por boa parte do PIB dos países periféricos, consegue um poder de barganha que pode ser considerado como orientador de políticas econômicas nacionais, em geral voltadas para seus benefícios fiscais e de produção.

¹⁴³ Os termos “centro” econômico, assim como seu contraponto, “periferia”, são aqui utilizados apenas como referência à forma como são aplicados em grande parte da literatura sobre desenvolvimento. As aspas se referem ao fato de que esta *geografia* do fenômeno do desenvolvimento traz em seu bojo um viés, de que este último, então, fluiria de uma esfera (centro) para outra (periferia). Já que a própria concepção do que é ser “desenvolvido” é um tema em si mesmo, no contexto da evolução do capitalismo, preferiu-se manter os termos assim como utilizados – e muitas vezes também criticados – pelos autores citados na nota de rodapé anterior.

¹⁴⁴ Essas empresas criam subsidiárias, transferindo-se em parte para esses países em um momento em que a acumulação de capital extravasa as fronteiras nacionais dos países centrais e o comércio internacional é insuficiente para permitir a realização desse capital. Trata-se também de prolongar a vida útil de equipamentos já depreciados naqueles países, além de burlar em alguns casos o controle da entrada de capitais estrangeiros e de remessa de lucros, que passa a ser feita em boa parte através da relação matriz-filial.

Para a “periferia”, as conseqüências são que os setores dinâmicos, que dependem de tecnologia, passam, no período pós-1970, às mãos das corporações. No âmbito interno, dependendo do tamanho do mercado, este fica tomado pela corporação, o que restringe o crescimento de empresas nacionais concorrentes, mesmo sob incentivos subsidiados pelo Estado, apesar de dar margem à criação de pequenas e médias empresas fornecedoras ou consumidoras das MNC. Assim, numa fase mais avançada, mesmo estando os países periféricos industrializados, suas empresas não poderiam competir com a grande corporação. Esta última explora a divisão internacional do trabalho e coordena suas atividades de forma a aproveitar as vantagens da estrutura oligopolista, apoiada na unificação dos mercados em escala mundial. Além disso, pode negociar, como sustentáculos das economias locais, vantagens financeiras que se tornam verdadeiras barreiras à entrada e as tornam bastante protegidas.

Ao contrário das empresas nacionais, que não acumulam tais vantagens e devem pagar por tecnologia e não conseguem competir interna nem internacionalmente, este tipo de proteção garante, junto com as outras estratégias já citadas, a manutenção do monopólio dos setores dinâmicos. Mas, protegidas pelas barreiras à entrada, as MNCs comportam-se na periferia como menos dinâmicas, não transferindo tecnologia nem realizando P&D local. Como os investimentos em P&D locais são escassos, as empresas nacionais tornam-se cada vez menos competitivas.

No Brasil, até o final da década de 80, tenta-se socorrer a empresa nacional subsidiando-a e fechando o mercado¹⁴⁵. A falência desta iniciativa ocorre a partir da saturação do mercado no final dos anos 70 e parece se dar por conta das dificuldades em fazer crescer o mercado consumidor interno, que adquiriu alta concentração de renda.

Dá-se importância ao caráter estrutural do conjunto de políticas, mas, além dele, os autores apontam que sua eficiência também é derivada do modo como criam condições de superação das barreiras à inovação, num ambiente da economia baseada em conhecimento. Torna-se,

¹⁴⁵ O protecionismo para a indústria nascente foi um mecanismo eficientemente utilizado na industrialização dos Estados Unidos e de vários outros países. Tal como as novas gerações, o problema é que as empresas em nossos países resistem a se tornarem maduras, o que prolonga o período de proteção. Também pode ocorrer que a competitividade não seja uma meta fácil de atingir em empresas nacionais e a proteção prolongada inibe novos investimentos e a modernização produtiva, tornando as empresas obsoletas e não competitivas.

então, essencial compreender as relações entre a universidade, na qual são gerados conhecimentos, as empresas e as políticas governamentais em suas determinações históricas concretas, no contexto dos países em desenvolvimento.

Muitos países asiáticos adotaram, nas décadas de 1970 e 1980, políticas de desenvolvimento baseadas num “protecionismo competitivo”, enquanto os da AL optaram por um “protecionismo autárquico”. O primeiro caso implicava em dar apoio ao desenvolvimento tecnológico das empresas, de modo a que seus produtos, competitivos, fossem exportados. Esta disposição incluía incentivos fiscais à exportação e importantes esforços de educação em todos os níveis, criando a base sobre a qual a produção de conhecimento pudesse se apoiar. Não se deve deixar de lado, no entanto, no caso dos países do Sudeste Asiático, a grande influência da posição assumida pelo Japão, que tratou essas economias como parceiras necessárias para a conformação de sua oferta internacional de bens de alto conteúdo tecnológico, o que significou a necessária transferência de tecnologia para esses países (Etzkowitz & Brisolla, 1999).

Já no caso da AL, apesar de terem sido realizados alguns esforços para que as tecnologias fossem desenvolvidas localmente, a produção foi calcada em tecnologias antigas, e o desenvolvimento pensado a partir de barreiras tarifárias, visando o mercado interno. No Sudeste Asiático – como no caso da Coreia do Sul – implementaram-se políticas de financiamento, com recursos japoneses e norte-americanos, e apoio às atividades de P&D, integrando-as às atividades acadêmicas e lhes dando suporte monetário e fiscal. Já na AL, como no caso brasileiro, o volume de recursos declinou, pois esse período coincidiu com o corte do crédito internacional, e as formas de financiamento foram desenhadas de maneira pouco eficiente em relação às exigências financeiras envolvidas na introdução de inovações.

As relações universidade-empresa-governo colocam-se, deste modo, no centro das discussões sobre o desenvolvimento científico e tecnológico dos países, a partir da criação de conceitos como o SNI, que reconhece a interdependência das instituições econômicas em relação a outras instâncias da superestrutura ideológica e política, como o setor educacional e os mecanismos que regulam a política científica e tecnológica, sendo exploradas, na literatura, pelo campo dos Estudos sobre Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS).

Herrera (1973), pesquisador de destaque na área de CTS, localiza, no sistema internacional de geração de inovação, as causas da incapacidade inovativa industrial dos países da AL. Herrera (*apud* Etzkowitz & Brisolla, 1999), classifica as dificuldades que resultam desta relação de dependência tecnológica a partir dos seguintes obstáculos:

- Culturais – incluindo os investimentos limitados em recursos humanos;
- Relacionados ao sistema produtivo – no qual a demanda por capacidades científicas e tecnológicas é limitada;
- Institucionais – derivados de efeitos organizacionais, da falta da formulação e implementação de políticas de C&T.

Ao longo desta tese, estes fatores são discutidos – com foco nas biotecnologias. O primeiro, na forma do estudo sobre capacitação de RH em genômica, na revisão dos esforços aplicados em Projetos Genoma e na pertinência das políticas de C&T a eles relacionadas. O segundo - a falta de demanda local por inovação dos sistemas produtivos locais na AL - é considerado por grande parte dos autores dos estudos de C&T como o mais importante deles, já que as empresas, inclusive as MNC, sempre despenderam poucos recursos em P&D local. Também é um fato que os processos de transferência de tecnologia foram de reduzida eficiência no caso da AL.

Mas, no caso das ABG, apesar das iniciativas continuarem a ser de cunho governamental, parecem estar avançando as relações entre a universidade (ou institutos públicos de pesquisa) e as empresas. Muitos dos Projetos Genoma tiveram apoio do setor privado, na forma de recursos financeiros e na formulação e implementação destas iniciativas.

Faz sentido, então, resgatar o conceito de Jorge Sábato (1994), o “Triângulo de Sábato”, visto pelo autor como uma ferramenta de política de C&T, integrando, na busca pelo desenvolvimento tecnológico, as responsabilidades conjuntas da universidade, da empresa e do governo, com ênfase no papel norteador deste último ator. Segundo o autor, enquanto a base do triângulo – formada pelas relações entre a infra-estrutura produtiva e a produção científica - não estivesse solidificada (ele representava a base do triângulo por uma linha pontilhada), não haveria desenvolvimento. O papel central de um vértice, o setor governamental, seria o de *deliberar acerca de ações, seguidas de estratégias*, ou seja, de

promover políticas para provocar esse efeito. Ao vértice científico caberiam as competências criativas e ao vértice empresarial as capacidades empreendedoras.

O marco de referência resultante dos conceitos que envolvem as relações universidade-empresa-governo vem sofrendo evolução. Apesar de sua influência no pensamento em CTS e na elaboração de políticas de C&T, o Triângulo de Sábato é, na verdade, uma representação bastante geral acerca dos elementos que devem ser tomados em conta na formulação e implementação de políticas industriais.

No Brasil, segundo a revisão apresentada por Etzkowitz & Brisolla (1999), é possível entender como os elementos essenciais das relações Universidade-Empresa-Governo se conectam, a partir de estudos sobre o papel da universidade nas políticas de C&T do país. Analisando os modelos acadêmicos e a estrutura institucional da universidade brasileira os autores supõem que em determinadas circunstâncias as políticas de inovação na AL poderiam ter estabelecido as relações dispostas pelo Triângulo de Sábato, mas que são explanadas segundo uma nova abordagem teórico-analítica¹⁴⁶.

Segundo os autores proponentes do modelo da Hélice Tripla (HT), Etzkowitz & Leydesdorff (1999), a tese se funda na pressuposição de que a universidade pode desempenhar um papel cada vez mais crucial nas sociedades baseadas em conhecimento. Analiticamente, a HT é diferente do modelo dos SNI, para o qual a empresa detém o papel central nos processos de inovação e desenvolvimento. Diferencia-se também do Triângulo de Sábato, que privilegia o papel do estado. A HT estaria focalizada sobre a rede recursiva de comunicações e expectativas de um conjunto de atores institucionais – das esferas da universidade, das empresas e do governo - que traçariam, de modo tridimensional, uma trajetória de alterações mútuas e contínuas sobre si mesmos¹⁴⁷.

¹⁴⁶ O texto é resultante do estudo de caso da Companhia de Desenvolvimento Tecnológico (CODETEC), a primeira incubadora de empresas formada em 1979 a partir da Universidade Estadual de Campinas (Unicamp). O projeto esteve bastante próximo de obter resultados palpáveis na constituição de todo um setor de produção de conhecimento para a instalação de empresas inovadoras principalmente na área de produção de medicamentos, a partir de plantas naturais do país, que teve apoio do governo federal, através da Central de Medicamentos (CEME), entre outras iniciativas menores. O projeto foi abortado pela abertura econômica, na época do governo Collor.

¹⁴⁷ Para uma análise crítica acerca dos modelos explicativos e sobre a modificação dos modelos normativo-institucionais que vêm referenciando, ao longo das duas últimas décadas, os estudos das relações Universidade-Empresa-Governo, vide Dagnino (2004). O autor mostra como a substituição de modelos vem acontecendo nos ambientes da pesquisa e da *policy-making*, de forma a consolidar o modelo da *Hélice Tripla*.

Neste contexto, assume-se que as redes de inovação em ABG, unidade de análise desta tese, são compostas por toda uma gama de atores. Como se irá ver no estudo de caso da tese, pretende-se compreender o modo como, nas redes, determinados grupos de atores desempenham, em momentos diferentes, diferentes funções em cada uma das três “esferas” – universidade, empresa e governo. As forças que atuam sobre eles podem ser representadas por pressões seletivas de mercado, pelo contínuo progresso da base técnica¹⁴⁸, pelos movimentos de re-organização de mercado, e, como se pretende demonstrar, pelas relações entre a base de políticas de C&T e a base legal em DPI.

Uma vez que o processo de desenvolvimento das redes de ABG se estabelece no nível global, optou-se por entender *os modos* de comunicação e tradução (Callon, 1992) que permeiam tais redes tecno-econômicas, mais do que definir um determinado filtro de observação – ou modelo de relações universidade-empresa-governo. Isto porque, buscando-se o modo como os componentes da rede se relacionam – incorporando conhecimentos na forma de patentes dos grupos das subclasses de DNA e RNA, é possível entender como as redes evoluem, como certos atores se traduzem, e como adquirem capacidade de alcançar este nível de formalização do conhecimento que é a patente.

Entendendo a dinâmica e o fluxo de conhecimentos em ABG que fluem pela rede de atores – sejam eles instituições detentoras de patentes, ou inventores, ou ainda os governos que financiaram a pesquisa, - podem ser mantidas as especificidades geopolíticas pertinentes à análise. Isto porque os regimes regulatórios e os sistemas de proteção aos DPI recebem um tratamento nacional. Ao mesmo tempo, analisar o fluxo de conhecimentos permite eliminar as potenciais barreiras analíticas a que uma abordagem de cunho “nacional” obrigaria.

Por último, também parece ser muito útil para o campo dos estudos de Política Científica e Tecnológica, entender como os contextos internacionais de *policy*, protagonizados pelos acordos TRIPS, na forma de padrões de proteção de DPI, alteram os seus congêneres nas esferas nacionais.

¹⁴⁸ Há que se reconhecer que, no momento em que as pesquisas científicas estão começando a obter aplicações práticas, e novos genes e processos biomoleculares estão sendo incorporados aos sistemas produtivos, este efeito pode estar tendo um pico de importância dentro do fenômeno inovativo do setor. Se isto é verdade, somente uma análise *ex post* poderá confirmar.

Para quê Projetos Genoma?

Este tópico discute e expõe algumas das possíveis vantagens competitivas e algumas das barreiras para a adoção de plantio de OGM, que perfazem o contexto de adoção de ABG que, por sua vez, justificariam os investimentos em pesquisa genômica no Brasil, já que este é um “super NARS”¹⁴⁹, pois possui um forte sistema nacional de pesquisa agrícola (Traxler, 2004).

Realmente, o Brasil é o único país tropical que é grande produtor agrícola, visto com capacidade competitiva no cenário agrícola mundial. Esta posição foi conquistada com muitos anos de pesquisa científica que resultou em técnicas agrícolas e agrônômicas específicas para a agricultura nas diferentes regiões brasileiras¹⁵⁰. Inclui-se nestas ações a manutenção e contínua seleção de germoplasma adaptado de grande variabilidade ambiental. A pesquisa científica contribuiu não apenas para o aumento da produtividade, mas também para a melhora na qualidade dos produtos e para o aumento da diversificação da produção. A produção de soja na região Centro-Oeste e a produção de frutas na região Nordeste são exemplos da contribuição da pesquisa para a diversificação.

No atual estágio da agricultura de escala, os OGM são representados pela primeira geração de cultivares bio-engenheiradas, desenvolvidos com a finalidade de melhorar a resistência das plantas aos herbicidas. São eles, basicamente:

- ✓ Cultivares “Bt”.
- ✓ Cultivares resistentes a herbicidas¹⁵¹ – em especial ao *Round Up Ready*.

O cultivo de plantas Bt, milho, algodão, canola, etc, passou a ser comercialmente interessante a partir de 2002. Nos EUA, desde a sua introdução, em 1996, as variedades de algodão Bt se expandiram – de 15% da área plantada em 1997 para 37% em 2001. Em 2003, da área total com cultivos GMs, 73% referia-se a variedades tolerantes a herbicidas, 18% a variedades resistentes a insetos e 9% àquelas com as duas funções (James, 2004).

¹⁴⁹ *National Agricultural Research System*

¹⁵⁰ O dispêndio em P&D agrícola (principalmente executado pela EMBRAPA) corresponde a 20% dos dispêndios nacionais públicos em P&D (Fapesp, 2004).

¹⁵¹ Variedades “*Round Up Ready*”, conhecidas por “RR”, da Monsanto, resistentes ao herbicida *Round Up*.

Assim como discutido logo adiante, o fenômeno da expansão dos OGM acontece amplamente nos EUA, e em países em desenvolvimento. Na América Latina, isto acontece em especial na Argentina, seguida pelo Brasil.

O bom desempenho da pesquisa científica e tecnológica agrícola brasileira pode ter reforçado a percepção de que as novas biotecnologias genômicas podem resultar em melhoria das condições produtivas, reduzindo custos de produção, resolvendo problemas com parasitas e doenças ou melhorando a produtividade agrícola. Assim, a opção de utilizar OGM na agricultura vem sendo relacionada com ganhos econômicos para os produtores agrícolas. Como justificar, no atual ambiente de mercado agrícola, a adoção de ABG? Em suma, por que e para que serviriam os Projetos Genoma do setor agrícola no Brasil? Quanto a pesquisa sobre ABG é importante para o futuro da agricultura de escala no país?

As variedades GM trazem uma inconfundível mudança tecnológica para a agricultura. Tecnologias são um dos componentes críticos da produtividade e do crescimento econômico (Griliches, 1995, *apud* Fernandez-Cornejo, 2002). Mas isto não quer dizer que seus efeitos devam ser necessariamente simétricos, em termos econômicos, ambientais e sociais. Segundo Fernandez-Cornejo (2002), a adoção de variedades GM é uma decisão que deve levar em conta uma série de consequências¹⁵², que são o (a):

- aumento das taxas de lucro, derivado da inovação
- aumento da taxa de retorno de investimentos agrícolas
- maior flexibilidade da produção
- aumento da eficiência na produção e no controle de pragas
- preferências do consumidor
- potenciais impactos ambientais

A agenda dos estudos sobre a difusão de ABG envolve o monitoramento contínuo da adoção de OGM. É preciso levar em conta todos os problemas de comparabilidade dos *surveys*, em termos das unidades de análise, da mudança de atividade agrícola em uma mesma área, ao longo do tempo, da alternância de técnicas agrícolas que podem ser utilizadas numa mesma área, dependendo da enorme idiosincrasia entre diferentes demandas econômicas,

¹⁵² Nem todos, necessariamente, de potencial impacto positivo, como se verá em seguida.

agronômicas e ambientais. Há, também, a questão da substituição de lavouras, cujos determinantes nem sempre são previsíveis.

Segundo Maskus (2000), a agenda sobre a introdução de novos padrões de DPI na economia já seria, por si própria, suficiente para gerar enormes controvérsias sobre os impactos destes direitos nos sistemas econômicos. A agenda de discussões envolve, no mínimo, as seguintes frentes¹⁵³:

- O que determina a força internacional dos DPI?
- Quais fatores explicariam a adoção de novos padrões de proteção aos ativos intelectuais por parte dos países?
- Quais são as recentes tendências das transações internacionais de bens e serviços sensíveis aos impactos dos DPI que poderiam auxiliar a entender a elevação do nível de proteção mundial daqueles direitos?
- Quais são as recentes tendências da aplicação de DPI, indicadas por meio de estatísticas e de indicadores de C&T? Há diferenças sistemáticas entre países? Empresas que estão instaladas em países em desenvolvimento fazem ou não uso de sistemas de proteção de DPI?
- Em que extensão a aplicação de fortes padrões de DPI favorece a criação ou a manutenção de monopólios e em quais situações afetam as decisões sobre as estruturas de preços?
- Como as variações internacionais de DPI podem ser vinculadas aos fluxos de capital, aos investimentos diretos estrangeiros e ao licenciamento de tecnologias?
- Quais são as relações entre DPI e desenvolvimento econômico? Em que medida os DPI dinamizam as economias?
- Quais são os mecanismos pelos quais as informações técnicas se difundem no cenário internacional? Os DPI poderiam melhorar o nível de aprendizagem tecnológica ou apenas o dificultam? Como a difusão de ABG pode ser estudada para melhorar o nível de compreensão sobre o papel das biotecnologias no desenvolvimento?

Ainda que se alcançasse um nível satisfatório de resposta sobre estas questões, o que de fato não ocorre, seria ainda pertinente discutir, por exemplo, como compensar os países que, porventura, tivessem tido seu nível de desenvolvimento comprometido pela introdução de

¹⁵³ O contexto de desenvolvimento dos países no qual a maioria destas questões se insere encontra-se no item “DPI, América Latina e Desenvolvimento”, desta tese, Envolverem, assim como discutido no referido item, relacionar o impacto dos DPI aos diferentes níveis de desenvolvimento industrial e tecnológico dos países. Leva-se em conta que os custos e benefícios do fortalecimento de regimes de DPI são muito diferentes, dependendo da intensidade da atividade tecnológica de cada país.

determinado padrão de proteção aos DPI. Ou, no caso ainda de se obter certos parâmetros acerca da capacidade dos DPI em promover o desenvolvimento, como elaborar políticas de C&T que fossem capazes de dinamizar ainda mais os ganhos relacionados àqueles direitos?

Neste contexto, os problemas metodológicos a serem enfrentados por este trabalho são bastante complexos, pois envolvem modelizar a percepção de agricultores e consumidores, contemplando o dinamismo da difusão das ABG, já que esta pode deslocar outras tecnologias mais tradicionais. Incluem-se nestas disposições metodológicas a predição das taxas de infestação por pragas, que exemplificam um tipo de variável a ser contemplada que costuma ser bastante aleatória.

Em geral, as análises de produtividade são baseadas em estudos microeconômicos¹⁵⁴. Este tipo de análise mostra que a utilização de variedades agrícolas GM oferece vantagens derivadas principalmente da redução de custos com o controle de pragas, o que implica numa redução do custo variável de produção.

Mas tais análises, em geral, baseadas em estudos específicos sobre determinados produtos agrícolas, não se mostram representativas, já que não contemplam a multiplicidade de fatores e de condições agrônômicas que devem ser levadas em conta para que se possam auferir os ganhos relativos à adoção de OGM.

Segundo Silveira *et alli* (2005), as vantagens de utilizar a variedade GM dependerão da participação dos gastos com inseticidas na planilha de custos do produtor. Quanto maior a incidência de pragas, maiores as vantagens econômicas da adoção da variedade GM, porque a percepção do produtor acerca das vantagens de utilizar sementes transgênicas depende, em grande parte, da real incidência das pragas. Tais sementes custam mais do que as tradicionais, de forma que seu uso só se justificaria caso venham a se mostrar essenciais para o controle de quaisquer fatores que reduzam drasticamente a produtividade, como é o caso das pragas. Por pressuposto, espera-se a melhoria das taxas de retorno de investimentos em sementes GM, já que se reduzem os gastos com agroquímicos e processos de sua aplicação, lavra mecânica e controle de ervas daninhas.

¹⁵⁴ Diferentes modelos econométricos podem compor as análises sobre a adoção de OGM. Em geral, variações do modelo de Tobin são utilizadas; a complexidade de tais análises impede que sejam detalhadas no escopo desta tese, mas é bom apontar que este é outro braço da agenda de pesquisas sobre DPI em biotecnologia agrícola.

Do ponto de vista da empresa produtora de sementes, esta deve estabelecer o preço da semente num nível comparável ao dos ganhos oferecidos ao produtor. Deve também induzir o produtor a utilizar as variedades engenheiradas, reduzindo a demanda pela utilização de herbicidas, o que faz o preço deste insumo cair, reduzindo, conseqüentemente, os custos totais de produção. A incidência de pragas depende de uma série de fatores ambientais e biológicos – como as variações anuais do regime de chuvas, modificações do padrão de temperaturas médias, alterações de solo, etc – que podem alterar a percepção do usuário em relação à necessidade de usar OGM no plantio.

Os ganhos derivados da redução do custo de produção variam muito, dependendo da cultivar e da espécie de planta em questão. Tais ganhos sempre dependem do volume de esforços necessários para o controle de pragas, que varia segundo as condições agrônômicas e do tipo de produto em questão¹⁵⁵. De qualquer forma, na média, a disposição em adotar OGM parece ter obtido sucesso, já que, como já se demonstrou no início deste capítulo, houve um aumento de grande importância na área mundial de cultivo destas cultivares.

Este conjunto de considerações serve para mostrar alguns dos fatores que tornam difícil traçar, antecipadamente, o perfil da adoção de sementes GM, assim como calcular o preço de tais produtos ou a alíquota de *royalties* – ou seja, a parte dos DPI, que deve compor seu preço final. Ou seja, as ABG vêm sendo difundidas num contexto no qual, no limite, apesar de nem sempre oferecerem ganhos homogêneos, os OGM reduzem e simplificam significativamente os processos de controle de pragas agrícolas. Seria possível, neste sentido, estender o mesmo raciocínio para outras ABG, tais como as que oferecem sementes com maior produtividade, ou cujos componentes bioquímicos apresentem maior valor agregado¹⁵⁶. Daí a pesquisa em genômica compor hoje extensas e complexas redes de P&D. .

Do ponto de vista ambiental, é esperado um impacto positivo da redução do uso de pesticidas proporcionada pela adoção de OGM. Segundo a NASS (1997), a adoção de OGM nos EUA fez declinar em 6,2% o total de aplicações de pesticidas tradicionais, considerados três vezes

¹⁵⁵ O processo de difusão das ABG não foi, desde o início, em 1995-96, homogêneo. Para maiores detalhes, ver Fernandez-Cornejo, 2002, que detalha as estratégias de mercado das empresas produtoras de sementes GMs e mostra como certas cultivares GMs oferecem maior ou menor vantagem competitiva, dependendo das pressões de controle de pragas em diferentes casos.

¹⁵⁶ Este é o caso de inúmeras ABG protegidas por patentes no Escritório Norte-Americano de Patentes (USPTO), encontradas na amostra que esta tese focaliza e que estão detalhadas no Capítulo final deste estudo.

mais tóxicos¹⁵⁷ que o glifosato, vinculado aos OGM. Isto equivale a uma redução real equivalente a 1,2 mil toneladas de pesticidas. Este tipo de dado deve ser visto sempre com cautela. Primeiro, porque o impacto da adoção de qualquer insumo agrícola não depende apenas de suas vantagens relativas à produtividade ou à menor toxidez dos produtos¹⁵⁸. Depende de inúmeros outros fatores, tais como sazonalidade da produção e da infestação, que variam também de acordo com a implementação de programas agrônômicos de controle de pragas, efeitos climáticos, etc.

A inerente complexidade da tomada de decisão acerca das vantagens e desvantagens da utilização de ABG também envolve as questões relativas ao mercado consumidor. O sistema de regulação de consumo, no nível nacional, pode ou não considerar os cultivos transgênicos como produtos equivalentes aos tradicionais, não-transgênicos – ao que se dá o nome de “princípio da equivalência substancial”.

Os Estados Unidos, grande produtor e exportador de produtos agrícolas, em especial de OGM, adotam tal princípio. No Brasil, assim como na União Européia, grande importadora de produtos agrícolas, adota-se o “princípio da precaução”, que diferencia os cultivos GMs dos convencionais. Em termos de consumo, estas duas disposições representam um verdadeiro divisor de águas.

O princípio de precaução leva em conta que o cultivo e o consumo de produtos GMs podem causar problemas – respectivamente ambientais e para a saúde humana, já que tais produtos teriam efeitos ainda desconhecidos. Segundo Silveira (2005), esta divergência entre os países produtores de cultivos GMs, sobretudo Estados Unidos e Argentina e, por outro lado, a União Européia, dota de argumentação os defensores do movimento “Brasil livre de transgênicos”, já que a separação de mercados com diferentes demandas faria do Brasil um grande fornecedor. Conseguir evidências de que manter o “Brasil livre de transgênicos” represente qualquer vantagem agrícola competitiva parece bastante difícil.

¹⁵⁷ Há várias maneiras de avaliar a toxidez de pesticidas. Uma delas é relativa ao tempo em que o produto fica ativo no ambiente.

¹⁵⁸ O cultivo de algodão tradicional consome, segundo a FAO – Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação, 25% de todo o agro-químico utilizado no mundo. Mas esta porcentagem é muito variável para os outros produtos agrícolas, o que ilustra a dificuldade em se determinar genericamente o impacto ambiental da adoção de OGM.

Wilkinson (2002), destaca que os mercados agrícolas vêm sofrendo significativas alterações na sua estrutura, com a participação de grandes importadores asiáticos; o Brasil vem aumentando sua participação nos mercados mundiais; a Argentina não somente expandiu sua produção total, como também expandiu, como nenhum outro país, a produção de OGM, obtendo desempenho comercial nunca antes experimentado; os custos de produção de soja, que é um dos principais produtos GM cultivados no mundo, sofreram alterações importantes. Seria difícil relacionar, neste cenário repleto de variáveis e estruturalmente mutável, o aumento das exportações brasileiras com o fato dos seus produtos não serem transgênicos¹⁵⁹.

Quanto aos DPI sobre biodiversidade e as estimativas sobre os impactos ambientais da adoção de tais variedades agrícolas, são questões tratadas em item à parte, logo a seguir, já que se relacionam intimamente com a tomada de decisão acerca de produzir pesquisa e comercializar produtos transgênicos. Compõem esta discussão as questões advindas da Convenção para Diversidade Biológica e da consolidação nacional brasileira de um sistema de regulação de mercados e do consumo¹⁶⁰.

Assim, investir ou não em pesquisa genômica pode parecer uma decisão repleta de voluntarismo. Mesmo sendo a produção de conhecimentos, em qualquer área, um bem em si, vale a pena iluminar um pouco mais a trajetória de emergências das ABG, de modo a entender o contexto mundial favorável para sua difusão.

Segundo Lesser (2001), *a moderna¹⁶¹ biotecnologia é uma criação norte-americana*. Nos EUA, as primeiras técnicas de engenharia genética foram desenvolvidas com a indústria aplicando recursos em P&D; o governo adotou o primeiro sistema regulatório sobre OGM: o famoso caso Diamond *versus* Chatrabark, que resultou na aceitação da primeira patente norte-

¹⁵⁹ Até porque, ao longo de todo o período de indefinição acerca da legalidade do cultivo de OGM, entre 1998 e 2005, eles vêm sendo, de fato, cultivados e comercializados no Brasil. Existe a possibilidade de manter regiões livres de transgênicos, seja por justificativa de mercados cativos, que exigem esta condição, seja por questões ambientalistas. A questão é que, se existem, por um lado, alternativas técnicas, elas vêm sendo barradas pela questões políticas, no que esta autora costuma chamar de *imbróglia GM*.

¹⁶⁰ A extensão da agenda de discussão - sobre o fator de aceitação de OGM por parte dos consumidores e sobre o impacto deste fator sobre as cadeias produtivas e inovativas - pode ser avaliada a partir do trabalho de Verdurme *et alli* (2001).

¹⁶¹ Considera-se como *moderna biotecnologia* o conjunto de técnicas baseadas em DNA recombinante, desenvolvidas na década de 1980, e progressivamente adotadas por inúmeras indústrias, entre elas a agrícola. O DNA-recombinante é a técnica desenvolvida por Cohen & Boyer, que permite que genes de diferentes fontes sejam recombinados.

americana de um microrganismo, abriu espaço para o atual padrão de jurisprudência sobre OGM. Este pioneirismo resultou, segundo os mesmos autores, na incrível expansão da agricultura baseada em OGM e na atual dominância do mercado agrícola por empresas norte-americanas¹⁶² na agricultura de OGM, assim como está apontado no início deste Capítulo. Além do território norte-americano, a expansão se deu nos países em desenvolvimento, em parte porque os países europeus sempre apresentaram forte resistência ao plantio de OGM. Os países-alvo foram os que apresentavam fortes mercados agrícolas, com sistemas regulatórios relativamente fracos. Na Argentina, por exemplo, os OGM não somente se difundiram muito rapidamente, como provocaram um aumento nunca antes experimentado na produção de grãos no país. Eram produzidos na Argentina, entre 1988 e 1999, 26 milhões de toneladas de grãos por ano, e entre 2002 e 2003 ultrapassou-se à marca de 75 milhões de toneladas.

Segundo Trigo (2003), esta revolução¹⁶³ foi o resultado de muitos fatores, entre os quais os de ordem institucional, mas o mais importante foi a introdução de variedades transgênicas resistentes a herbicidas da empresa Monsanto. O primeiro plantio de variedades transgênicas de soja, milho e algodão resistentes ao glifosato na Argentina não ocupavam mais do que 1% da área total de plantio no país em 1996. Entre 2001 e 2002 mais de 90% dos 12 milhões de hectares ocupados por atividades agrícolas naquele país já eram de OGM, resultando numa taxa de difusão maior do que a dos EUA.

No caso brasileiro, a difusão dos transgênicos aconteceu de modo diverso. Não aceitos legalmente, os OGM foram introduzidos pelo sul do país, com o plantio de sementes contrabandeadas da Argentina.

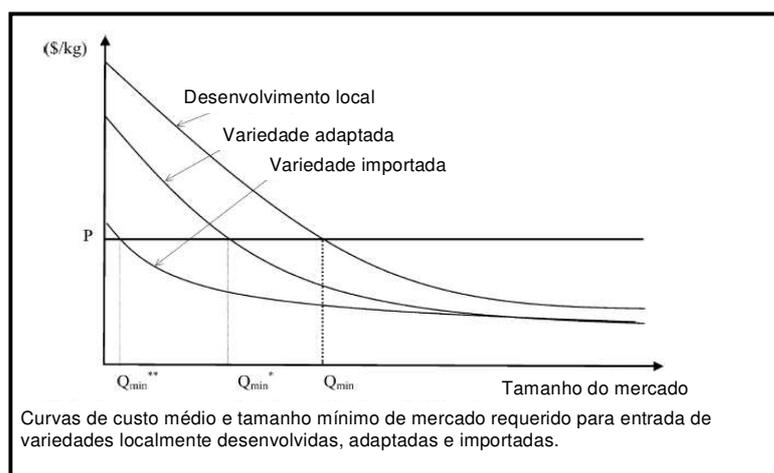
Segundo Silveira (2005), apesar da existência de uma forte rede de pesquisas e desenvolvimento e do país ser um grande produtor e exportador de produtos agrícolas, a difusão de organismos geneticamente modificados na agricultura é muito inferior aos demais competidores no comércio internacional. Em 2003 a produção de transgênicos no Brasil representava apenas 4% da produção mundial. Além disso, a soja *Round up Ready*, da

¹⁶² Apesar da importante oposição da opinião pública da Comunidade Européia em relação aos OGMs, o mercado destes produtos é hoje fortemente disputado também por empresas sediadas naquela região.

¹⁶³ A literatura sobre os efeitos e impactos ambientais e sociais do plantio de OGM é extensa, guardando proporção com o grau de polêmica que o tema suscita. Assim, não seria possível estender muito esta discussão, contemplada no item logo a seguir, que relaciona os nexos entre a produção de ABG e recursos genéticos, biodiversidade, a legislação nacional de biossegurança, etc.

Monsanto, era o único produto transgênico produzido no país, apesar deste também ser grande produtor de milho e algodão. Pingali & Traxler (2002) afirmam que não valeria a pena, para os países em desenvolvimento, desenvolver internamente novas variedades de plantas, já que o custo médio das variedades importadas para a entrada nos mercados é muito menor do que daquelas desenvolvidas localmente, ou ainda daquelas adaptadas, como mostra o Gráfico 4.11.

Contra-pondo-se a esta afirmação, Silveira *et alli* (2005), constatam que há uma rede de pesquisa agrícola no Brasil, cuja forte institucionalidade torna relevante e vantajoso o desenvolvimento de novas variedades de plantas, em especial as derivadas de pesquisa genômica, para a utilização nacional. Este é um importante ponto a favor da manutenção de pesquisa geradora de ABG no país, apesar de toda a indefinição sobre a comercialização destes produtos nos últimos anos.



Fonte: Pingali & Traxler, 2002.

Gráfico 4.11 – Curvas de custo médio e tamanho mínimo de mercado, para entrada de variedades localmente desenvolvidas, adaptadas e importadas.

A indefinição sobre os mercados de OGM dificultou o estabelecimento de um quadro regulatório para a agricultura baseada em ABG. Apesar do Decreto nº 1.752, de 20 de dezembro de 1995, que regulamentou a Lei de Biossegurança e conferiu à Comissão Técnica Nacional de Biossegurança (CTNBio) o poder de emitir pareceres conclusivos, uma ação judicial movida pelo Instituto Brasileiro de Defesa do Consumidor (IDEC) e pela organização internacional “Greenpeace” impediu a produção e a comercialização destes produtos desde

1998. Esta situação não impediu, de fato, a difusão clandestina da soja transgênica no país, principalmente no Estado do Rio Grande do Sul (Silveira, *et alli*, 2005). O grande volume de colheita transgênica neste estado forçou o governo federal a emitir uma medida provisória liberando a comercialização destes produtos em 2002 e 2003. Em 2004 a área cultivada com soja transgênica no Brasil foi de 5,610 milhões de hectares, o equivalente a quase um terço da área cultivada com soja convencional, apesar da falta de regulação destas atividades. Segundo Silveira *et alli* (2005), *considerando as vantagens da soja transgênica para os produtores e um possível avanço no quadro regulatório da biossegurança, as projeções são de aumento da participação da soja transgênica na produção brasileira.*

Toda esta situação – incluindo a indefinição sobre o quadro regulatório - é demonstrativa de que certos países se mostraram especialmente próprios para a difusão dos mercados de OGM. Seja porque foi possível estabelecer rapidamente fortes padrões de apropriabilidade e DPI para os OGM, como no caso da Argentina (Trigo, 2003), ou porque, em ambientes nacionais livres de controle governamental, como no caso brasileiro, os detentores de biotecnologias baseadas em melhoramento genômico identificaram, segundo Lesser (2001), oportunidades de vender produtos GM usando germoplasma de elite, que servisse como veículo para as ABG¹⁶⁴. A difusão aconteceu, de fato, contrariando o controle governamental.

A polêmica dos transgênicos – biodiversidade, regulação e percepção pública

A emergência de novas biotecnologias baseadas em estudos científicos – que utilizam como base organismos vivos e seus genes, vêm alargando a agenda de pesquisas sobre as relações entre DPI, biossegurança, recursos genéticos, biodiversidade e conhecimentos tradicionais. As chamadas “ciências da vida” vêm fazendo com que se tenha de depositar maiores atenções aos conflitos criados pela produção e distribuição de conhecimentos e seus nexos com a inovação.

Estas áreas apresentam interfaces bastante nebulosas, o que se reflete nas discussões, na formulação e implementação de políticas de C&T, de agricultura e de controle ambiental.

¹⁶⁴ O autor se refere ao germoplasma de soja da EMBRAPA, empresa pública capaz de produzir pelo menos duas novas variedades de soja por ano. A Monsanto adquiriu as empresas do setor privado de sementes, formando a Monsoy, que, no entanto, não é capaz de produzir variedades de soja mais produtivas do que as da EMBRAPA.

Envolvem questões éticas, culturais, econômicas e comerciais, tanto em fóruns nacionais quanto nos internacionais.

Na tentativa de iluminar alguns aspectos relevantes no âmbito desta tese, ou seja, de detectar alguns vínculos, similaridades e diferenças interpretativas sobre os DPI das biotecnologias, apresenta-se um resumo dos principais conceitos envolvidos no debate e, em seguida, uma análise das interfaces entre eles. Os acordos TRIPS são sempre o foco das comparações. Procede-se, então, à análise de diversas instâncias legais, normativas e decisórias de importância para este estudo, tais como a Lei de Biossegurança, a Convenção de Diversidade Biológica – CDB e suas relações com os TRIPS, e o Conselho de Gestão do Patrimônio Genético – CGEN.

O direito internacional reconhece como “herança comum dos povos” o conhecimento tradicional, na forma de suas manifestações culturais, folclóricas, técnicas agrícolas, etc. O conceito vincula, de fato, os recursos biológicos ao conhecimento tradicional, como no caso do uso de plantas curativas por populações autóctones de determinada região.

Já o termo “recursos genéticos” origina-se dos conhecimentos gerados pela moderna biologia, cujo desenvolvimento não necessariamente envolveu aquelas populações.

Parte dos ativos envolvidos nesta questão é tangível, como, por exemplo, as plantas inteiras ou os animais utilizados por populações locais, no bojo de suas manifestações culturais, práticas curativas, etc. Outros, como os genes que são estudados e incorporados à inovação em ABG ou farmacêutica, podem ser vistos como ativos intangíveis, já que seriam detectáveis apenas por meio de esforços do intelecto humano. Neste caso, valorar o produto que fazia parte da natureza, originariamente, e que tenha servido para a P&D de inovações na área de genética molecular passa a ser uma tarefa sem precedentes: é preciso que as diferentes partes interessadas entrem em acordo sobre como e quais benefícios seriam revertidos de um grupo humano para outro. Outro fator complicador da questão é o fato de que, na maioria das vezes, não é possível conhecer, *ex ante*, o valor real dos ativos contidos na biodiversidade.

A questão dos DPI ¹⁶⁵ sobre este conjunto de entidades culturais e que poderiam ser alvo de discussões epistemológicas envolve grupos humanos de diferentes origens e evolução histórica, tais como cientistas da área de genômica e indígenas que, porventura, ocupem reservas ambientais nas quais determinado gene de valor comercial possa ter sido *descoberto*.

A negociação acerca dos modos de distribuição de benefícios oriundos da biodiversidade e de conhecimentos tradicionais se mostra uma tarefa complexa. Determinada empresa, pretendendo comercializar produtos derivados da biodiversidade, terá de traduzir para um grupo de representantes indígenas, conceitos básicos sobre propriedade, advindos do direito romano. Mesmo que isto acontecesse com sucesso, ainda assim o resultado dependeria de que o grupo que venha a aceitar o acordo passe a fincar determinantes de sua decisão na história do outro. Além disso, dependendo do caso, os indígenas poderiam estar *aculturados* e ter se apropriado dos conceitos necessários para que a negociação pudesse ser considerada “legítima”. Como não é possível estabelecer regras prévias para a determinação desta *legitimidade*, a questão depende da análise caso-a-caso.

Sem dúvida é necessário manter os recursos genéticos, a biodiversidade e as condições ambientais, não apenas para um ou outro povo, mas para o futuro da *humanidade* como um todo. Esta idéia é um truísmo, posto que é indubitável o valor dos cuidados sobre as condições ambientais para a manutenção da vida no planeta. No entanto, a humanidade é constituída por um conjunto heterogêneo de indivíduos, que consomem recursos naturais de modo muito assimétrico; resta saber a quem cumpre tal manutenção.

A questão relativa à manutenção da biodiversidade, à integridade ambiental e à repartição de benefícios sobre recursos genéticos e conhecimentos tradicionais se mostra, neste contexto, uma tarefa para mais do que uma tese. O que dizer, então, dos DPI sobre ativos encontrados na natureza, em cujos territórios habitam povos de diferentes culturas? Quanto à biossegurança,

¹⁶⁵As discussões sobre este tema apresentam uma série de desafios analíticos, originados a partir das diferentes concepções que cada povo elabora sobre uma mesma *entidade*. Genes, por exemplo, não são conhecidos por populações autóctones. Como, então, negociar comercialmente os produtos derivados de manipulação gênica, ou fazer com que certos indivíduos de uma população ameríndia, por exemplo, concordem em receber benefícios sobre algo que desconhecem? A estrutura política e as relações de poder estabelecidas por diferentes culturas também seria um real empecilho para dar legitimidade a este tipo de acordo, já que o conceito de “representatividade para a tomada de decisão” varia de cultura para cultura. O próprio conceito de descoberta (dos genes) causa importante intrusão na análise, já que designa algo que não existia aos olhos das populações autóctones, e só passaria a existir por meio da ação intelectualizada, na forma específica da prática científica.

esta também envolve questões ambientais e o direito futuro (da humanidade) de que não se alterem *significativamente*¹⁶⁶ as suas condições. A maioria dos países necessita, de fato, de um sistema de avaliação de segurança ambiental e sobre os efeitos alimentares e nutricionais de OGM, assim como de um regime de regulação, o que envolve rotulagem, que define para o consumidor o conteúdo de transgênicos em determinado alimento, etc.

O debate sobre os impactos ambientais dos OGM no ambiente são outro tema cujo debate apresenta grande amplitude. O setor privado de agronegócios vem promovendo pesquisa de alto custo e difundindo seus resultados, no sentido de provar que os OGM não resultam em impactos ambientais ou em risco para a saúde humana. De fato, produtos contendo OGM vêm sendo amplamente utilizados há mais de dez anos, sem que pareçam oferecer riscos à saúde. Contrapondo-se a estas iniciativas, certas organizações sociais vêm buscando evidenciar o contrário, na tentativa de vincular os OGM a possíveis problemas de ordem ecológica. Este tipo de comportamento evidencia, mais do que se OGM são ou não lesivos, que a verdade científica é *socialmente construída*. O resultado deste confronto de idéias, no entanto, nem sempre favorece o lado cuja razão está mais solidamente amparada, pois é afetado em maior medida por fatores de ordem econômica. Quando se avaliam os danos já causados pelo homem ao ambiente, mesmo depois do avanço da consciência desse problema, a questão ecológica recobra sentido. Deve-se ter claro, no entanto, que o excesso de zelo infundado também afeta o destino da civilização.

Neste amplo contexto de discussões caberia, como apontam Arocena & Sutz (2003), avaliar se há um SNI em biociências na América Latina, já que a região é rica em biodiversidade, e muitos países, em especial o Brasil, apresentam significativa produção científica na área de biociências. Mais uma vez isto significa voltar ao foco desta tese, que é o de discutir a produção científica, em específico em genômica, no contexto do desenvolvimento dos países.

O Brasil é o país de maior diversidade biológica do planeta, representada por mais de 60 mil espécies de vegetais, mais de 20% do total de plantas taxonomicamente catalogadas no mundo.

¹⁶⁶ É patente que ecologia não é uma ciência experimental. Não é possível alterar as condições ecológicas, no modo como a humanidade vem fazendo nos últimos 150 anos, por conta das atividades industriais, como num ensaio de laboratório e em seguida retroceder às condições iniciais, para validá-lo ou o replicar. O ambiente, uma vez alterado, passa a seguir trajetórias ecológicas não previsíveis. Assim, como saber quais seriam as condições ecológicas suficientes para que, no futuro, a humanidade as tenha como garantia? Isto não significa que não se possam prever muitos dos danos ambientais e tratar de preveni-los.

Como já se disse anteriormente, o país é responsável por 1,7% da produção científica mundial, e grande parte desta produção se relaciona à ampla área das biociências (FAPESP, 2004). Esta conjugação de biodiversidade com certa capacidade científica – mas não necessariamente tecnológica ou inovativa - suscita discussões sobre o valor dos recursos genéticos. Este é um aspecto de difícil avaliação, posto que não é possível determinar, *ex ante*, quais recursos genéticos poderiam ser revertidos comercialmente para o Brasil, nem como isto poderia representar vantagem para o desenvolvimento do país.

Assim, a situação do Brasil é ímpar: não é um país desenvolvido, mas é um grande produtor mundial agrícola, e suas instituições públicas de P&D vêm garantindo esta posição comercial. Também gera conhecimentos na fronteira da ciência, apresentando certo contingente de RH em pesquisa de biologia genética e molecular, como o estudo sobre o contingente de RH apresentado neste trabalho demonstra. Apesar disto, os indicadores de recursos humanos em C&T no Brasil demonstram que o país está longe de apresentar contingentes de pessoal envolvido com a geração de conhecimentos e com sua aplicação semelhantes aos de muitos países da União Européia.

Utilizando-se o indicador de RHCTn¹⁶⁷ para os casos do Brasil com alguns países europeus (Tabela 4.1) é possível demonstrar que, no caso brasileiro, o RHCTn é bem menor (4,0% da PEA) do que o de Portugal (7,2% da PEA), que ocupa a pior posição entre os países da União Européia. Estes indicadores¹⁶⁸, apesar de bastante gerais, permitem inferir que a capacidade brasileira de realizar inovação é baixa.

Assim, como a posição brasileira - produção científica de relativa importância – como no caso da genômica, mas com evidentes fragilidades em gerar inovação - se insere no âmbito das legislações específicas sobre DPI sobre biodiversidade?

¹⁶⁷ Segundo categorias do Manual de Canberra, da Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE, 1995), os indicadores RHCTn – Núcleo dos Recursos Humanos para Ciência e Tecnologia, que se refere os RH com educação superior, do conjunto dos ISCED - *International Standard Classification of Education*, níveis 5, 6 e 7, que correspondem, respectivamente, à educação de 3º grau, com titulação não equivalente a uma graduação, com titulação equivalente a uma graduação e à pós-graduação ou equivalente. São indicadores de pessoal titulado em nível superior com ocupação em C&T. Podem ser apresentados por área geográfica em relação à população (em milhares de pessoas) ou pela proporção deste contingente (%) em termos da População Economicamente Ativa PEA).

¹⁶⁸ Tal afirmação se funda não apenas nestes indicadores, mas no conjunto de estudos que compõem o livro “Indicadores de C&T&I em São Paulo”, da FAPESP (2004).

Assim como visto anteriormente, os TRIPS têm uma dimensão normativa que garante que os países signatários da OMC criem mecanismos (ainda que *sui generis*, como é o caso da Lei de Proteção aos Cultivares no Brasil) de proteção aos DPI sobre plantas. Tal sistema tem na UPOV - União Internacional para a Proteção de Obtenções Vegetais, ou *International Union for the Protection of New Varieties of Plants*, a instância modelo da proteção.

Tabela 4.1 - Recursos Humanos em Ciência e Tecnologia – pessoal titulado em nível superior e com ocupação em C&T (RHCTn) - Brasil e países selecionados da União Européia. 2004.

Área Geográfica	Em mil pessoas	Em proporção à PEA (%)
Brasil	3159	4
Alemanha	5714	14,4
Bélgica	852	19,5
Dinamarca	530	18,6
Espanha	2068	12,7
Finlândia	475	18
França	3886	15
Grécia	556	12,5
Holanda	1324	16,8
Itália	1891	8,1
Portugal	365	7,2
Reino Unido	4322	14,8
Suécia	917	20,9

Fonte: Re-elaborado a partir de “Indicadores de C&T&I em São Paulo, FAPESP, 2004

Em princípio, segundo os TRIPS, todos os tipos de genes que tenham sido identificados, isolados, modificados e transferidos de uma planta para outra seriam passíveis de serem patenteados. Mas os países são soberanos para decidir sobre a exclusão dos seres vivos (com exceção de microrganismos) de tal tipo de proteção. Daí a necessidade de, ao optar pela exclusão, criarem uma forma *sui generis* de proteção aos DPI sobre obtenções vegetais.

Assim, a exclusão do patenteamento de genes é um ponto a favor dos países em desenvolvimento ricos em biodiversidade. Além disso, a adesão aos TRIPS tem menos a ver com o fato de fortalecer os DPI em inovações biotecnológicas do que com a possibilidade de ter acesso a outros grupos de tecnologias que contribuam para o desenvolvimento, além, é claro, de não perder potenciais benefícios comerciais derivados da participação na OMC.

Aderir aos TRIPS, no caso da proteção de DPI sobre plantas, significa, por pressuposto, alinhar-se ao chamado sistema de *Proteção de Variedades de Plantas*, ou PVP, da UPOV¹⁶⁹. Tal sistema tem como objetivo proteger os direitos dos melhoristas de plantas, de modo a lhes garantir o retorno de investimentos usados no desenvolvimento de novas variedades vegetais. Em princípio, a lógica das patentes e da PVP não é a de tornar mais ricas as grandes corporações do mercado de sementes, mas garantir a todos os agricultores – independentemente dos esforços financeiros utilizados ou do volume das atividades agrícolas envolvidos – o direito a usar as variedades por eles desenvolvidas. Estes sistemas têm, na origem, a intenção de promover o uso igualitário de recursos de germoplasma.

O dilema e os efeitos dos TRIPS aparecem quando se compara a intensidade científica – e os custos da P&D – necessárias para que um agricultor de pequena escala reproduza suas variedades de sementes e uma empresa transnacional desenvolva novas variedades de plantas, como por exemplo, os OGMs. Os investimentos da indústria de sementes só podem ser garantidos caso haja um fortalecimento da proteção formal aos DPI. Neste sentido, há interesse, por parte do oligopólio mundial agrícola, de que os TRIPS não mais deixem em aberto a forma de proteção de DPI de plantas.

A análise dos *jogos de apropriação*, realizada anteriormente neste trabalho, mostra como as empresas agrícolas mundiais vêm encaminhando o processo de difusão do padrão TRIPS para a proteção de obtensões vegetais, inclusive pressionando por modificações neste corpo de acordos, no sentido de excluir a possibilidade de não aceitação de patenteamento de seres vivos, incluindo seus genes.

A visão e interpretação do caráter dos DPI relativo às novas obtensões vegetais foram profundamente alteradas ao longo do século XX¹⁷⁰. A Ata de Plantas (EUA, 1930), marco inicial das atividades de proteção de variedades vegetais, criou um regime especial diferente do sistema de patentes de utilidade dos setores industriais. Na década de 1950 iniciou-se na Europa a implementação do sistema UPOV, visando proteger as criações vegetais resultantes

¹⁶⁹ O Brasil é signatário da UPOV 1978, e não aderiu, até o presente momento, à Ata de 1992 da Conferência do “Rio-92”.

¹⁷⁰ O trecho das duas próximas páginas é fortemente baseado no Capítulo 13 de: Dal Poz, *et alli* (2005), *in*: Silveira *et alli* (org.), “Biotecnologia e Recursos Genéticos: desafios e oportunidades para o Brasil”, do qual a autora desta tese é também organizadora.

de fito-melhoramento, que entrou em vigor em 1968. Pensava-se que apenas os métodos tradicionais de melhoria genética pudessem resultar em novas variedades vegetais homogêneas e geneticamente estáveis. Não foram, portanto, contempladas as questões relativas à manipulação do material hereditário dos seres vivos, de suas “partes genéticas” ou “sistemas moleculares”¹⁷¹.

Todavia, o UPOV avançou muito nas questões sobre DPI em agricultura, principalmente no que diz respeito ao conceito de “variedade essencialmente derivada”¹⁷², que garante os privilégios dos agricultores que utilizam técnicas tradicionais para conseguir variedades vegetais melhoradas. Os conteúdos deste convênio foram revisados em 1972, 1978 e em 1991, e, até a Ata de 1978, não havia a possibilidade de concessão de patentes às variedades vegetais; a Ata de 1991 demonstra claro alinhamento com a lógica dos acordos TRIPS, que na época ainda estavam sendo encaminhados, já que permite “que cada país membro possa decidir se deseja ou não conceder o privilégio aos agricultores que executam fitomelhoramento por técnicas tradicionais”, mas poder-se-ia aceitar a “dupla-proteção”, abrindo a possibilidade de obtenção de patentes ou títulos sobre obtenções vegetais (Hermitte & Joly, 1991).¹⁷³

Apesar desta possibilidade, a maioria dos países da América Latina não aceitou a possibilidade de patenteamento de variedades vegetais, o que parece garantir assim, no âmbito nacional, os direitos de agricultores que utilizam técnicas de plantio e reprodução tradicionais, e que não envolvem a chamada biotecnologia do DNA recombinante. Isto seria capaz de proteger as atividades de fitomelhoramento que não necessariamente envolvem atividades científicas, mas que resultam das práticas de plantio realizadas por usuários, diretamente no campo.

¹⁷¹ Os termos “partes genéticas” e “sistemas moleculares” são utilizados no sentido de que, em muitos países desenvolvidos, genes e moléculas não são considerados como seres vivos, mas como partes destes últimos, que só são conhecidas por conta e obra do trabalho intelectual humano; como tal, são itens patenteáveis.

¹⁷² Rege a proibição de que uma variedade protegida seja utilizada para a criação de outra, quando a segunda resultar da inserção de característica individual ou modificação “cosmética”. Desta forma, as variedades protegidas estão a salvo de serem utilizadas como base para a introdução de genes – como os de resistência a insetos.

¹⁷³ O *International Treaty of Plant Genetic Resources for Food and Agriculture* iniciado antes da Convenção de Diversidade Biológica, dispõe sobre questões multilaterais relacionadas aos *Plant Genetic Resources* (PGR) que incluem os chamados *farmers rights*, ou direitos de melhoristas, a conservação e acesso aos recursos genéticos e também sobre as regras de repartição de ganhos sobre os resultados de pesquisas entre os que os utilizam. A FAO é a organização encarregada de conduzir os processos de adesão e ratificação do tratado, assim como de fornecer informações relativas às espécies envolvidas no processo.

Todavia, o artigo 27.3 dos acordos TRIPS requer de seus membros a adesão a *alguma forma* de proteção das cultivares, o que foi reconhecido em abril de 1989 pela FAO como “não incompatível com os direitos sobre os recursos genéticos” (Domian, 2001). Daí a rápida elaboração e implementação da Lei de Proteção às Cultivares no Brasil, que atendeu de modo expresso às definições legais dos TRIPS.

Muitas cultivares passíveis de modificação genética para a melhoria da produtividade são utilizadas há séculos na pequena e média produção agrícola e para sustento familiar de populações que vivem em regiões ricas em biodiversidade. Isto introduz os DPI na questão da preservação da biodiversidade, tratada na Convenção da Diversidade Biológica (CDB).

A CDB foi adotada em 22 de maio de 1992 e aberta por assinatura durante a Conferência do Meio Ambiente e Desenvolvimento das Nações Unidas no Rio de Janeiro em junho de 1992. Em agosto de 1993 a CDB foi assinada por 183 países, mas ratificada por apenas 168 deles. (Wilkinson, 2002). A Convenção foi criada por iniciativa da ONU e do Banco Mundial, em grande parte para atender às pressões do grupo de países com grande biodiversidade, entre eles o Brasil, México e a Índia. A partir dela são reconhecidos os direitos nacionais dos Estados sobre a diversidade genética, em termos de sua exploração e aplicação em políticas ambientais e a estreita dependência das comunidades locais e populações indígenas dos recursos biológicos. A CDB prevê que os benefícios que derivam de conhecimentos tradicionais e das inovações baseadas em ciência moderna sejam compartilhados equitativamente, de modo que em todas as regiões do planeta sejam alcançados patamares de sustentabilidade ambiental.

De um modo geral, a CDB prevê:

- Uso e conservação de material natural, das condições gerais mais fundamentais para a conservação e uso de recursos genéticos, as diretrizes e as normas coletivas de manutenção de material *in situ e ex situ*¹⁷⁴;
- Formas de cooperação entre participantes de utilização coletiva de recursos genéticos, dos instrumentos de controle, incentivo e financiamento de pesquisa e desenvolvimento de produtos e processos baseados nesses recursos¹⁷⁵;

¹⁷⁴ Conservação *ex-situ* significa a conservação de componentes da diversidade biológica fora do seu habitat natural; é especialmente aplicável à manutenção de sementes de vegetais em laboratório. Conservação *in situ* é a que envolve a conservação em ecossistemas e ambientes naturais, de modo a garantir a viabilidade biológica e genética das populações das espécies; no caso de espécies domesticadas ou cultivadas, envolve também a garantia das condições do entorno no qual estas espécies mantêm suas características distintivas.

- As responsabilidades dos países em estabelecer políticas de C&T e programas de educação que subsidiem a implementação da convenção.

A Convenção vem sendo discutida e implementada nos âmbitos nacionais e no Brasil vem sendo encaminhada por legislação pertinente.¹⁷⁶

No contexto da CDB está o Protocolo de Biosegurança. Este foi negociado ao longo de seis sessões, entre julho de 1996 e fevereiro de 2000, tendo recebido um número superior a 50 signatários em 2003, estando, portanto, em fase de discussões sobre sua regulamentação. Conhecido também como Protocolo de Cartagena sobre Biossegurança da Convenção de Diversidade Biológica, foi completado e adotado em Montreal em janeiro de 2000.

Entre os pilares fundamentais do Protocolo está o “Princípio da Precaução”, que visa regular apenas os movimentos de alimentos geneticamente modificados entre fronteiras, para evitar riscos ambientais e sanitários. Este princípio permite aos governos rejeitar a importação de OGM sem o risco de serem penalizados internacionalmente. O princípio garante aos governos a possibilidade de restringir o comércio de OGM na ausência de informações científicas suficientes para garantir a segurança ambiental e sanitária (Wilkinson, 2002; Larach, 2001).

Mantendo a perspectiva de questões que se desenvolvem de forma simultânea à constituição dos DPI em biotecnologia¹⁷⁷, introduz-se a questão do comércio, especificamente das Barreiras Técnicas ao Comércio (BTC), o que envolve diretamente a OMC, que é o espaço para as negociações multilaterais sobre comércio. Isto apesar de, segundo Ramos (2003), não existirem na OMC regras específicas para produtos da biotecnologia, assim como não existem regras sobre nenhuma outra opção tecnológica ou científica. Em outras palavras, as regras de

¹⁷⁵ O acesso à diversidade biológica se dará “sob consentimento informado, entre partes contratantes” (artigo 15, inciso 5), e “as iniciativas para desenvolver pesquisa científica baseada nestes recursos genéticos deve ser contratada e levada a cabo com a participação de ambos os contratantes” (artigo 15, inciso 6).

¹⁷⁶ Medida Provisória nº 2186-16, de 23/08/2001, Convenção sobre Diversidade Biológica, dispõe sobre o acesso ao patrimônio genético, a proteção e o acesso ao conhecimento tradicional associado, a repartição de benefícios e o acesso à tecnologia e a transferência de tecnologia para sua conservação e utilização; Decreto nº 4154, de 07/03/2002, que regulamenta a Lei nº 10.332, de 19 de dezembro de 2001, na parte que institui mecanismo de financiamento para o Programa de Biotecnologia e Recursos Genéticos – Genoma; Decreto nº 3945, de 28/09/2001, que define a composição do Conselho de Gestão do Patrimônio Genético e estabelece as normas para o seu funcionamento, e a Portaria MMA nº 69, de 21/02/2002, que designa os membros do Conselho de Gestão do Patrimônio Genético.

¹⁷⁷ A autora deve grande parte das discussões a seguir à generosidade e capacidade acadêmica do Prof. Dr. José Maria da Silveira, que muito auxiliou na compreensão dos temas e consolidação deste trecho da tese.

comércio internacional dirigem sua atenção para o comércio de produtos e não aos processos e métodos de produção, a não ser que o processo produtivo afete a segurança dos recursos naturais e da saúde humana e animal. Em tais casos a OMC aceita exceções ao livre comércio e não considera tais medidas discriminatórias ou como barreiras disfarçadas. Os diferentes sistemas nacionais de regulação levam os países a adotarem visões divergentes em relação ao papel da OMC no comércio de produtos da biotecnologia. Representantes dos países que consideram que um produto obtido por meio de biotecnologia é idêntico àquele obtido pelos métodos tradicionais, argumentam que os acordos da OMC são os adequados para resolver as diferenças entre as partes. Aqueles países que consideram que os produtos da biotecnologia são diferentes, porque o processo produtivo é distinto, argumentam que existe uma “ausência de regulação” no comércio de produtos originados da biotecnologia moderna (Larach, 2001), o que não é mais verdadeiro, à luz de certos acordos multilaterais.

Nesta perspectiva, existem três acordos da OMC que estabelecem normas que são aplicáveis aos produtos da biotecnologia: Acordos sobre Medidas Sanitárias e Fitossanitárias, Acordos sobre Barreiras Técnicas ao Comércio e os TRIPS (Larach, 2001; Ramos, 2003).

O Acordo sobre Medidas Sanitárias e Fitossanitárias refere-se, entre outras medidas, às regulamentações em matéria de segurança dos alimentos, permitindo aos governos impor medidas temporais internas e externas de restrição ao comércio caso não estejam garantidos a segurança e o controle sanitário dos alimentos, animais e vegetais. Dá aos governos a liberdade de aplicar seus próprios regimes de regulação, desde que justificada cientificamente. O requisito científico do Acordo é uma forma de garantir que a restrição comercial por questões sanitárias não seja uma medida protecionista disfarçada (Larach, 2001). O Acordo sobre Barreiras Técnicas ao Comércio “inclui as disciplinas técnicas sobre os padrões e regulações nacionais, regula os requisitos sobre a qualidade alimentar como de qualquer outra característica não englobada pelo Acordo sobre Medidas Sanitárias e Fitossanitárias e incorpora as prescrições técnicas que resultam das medidas em matéria de segurança dos alimentos, em matéria de inspeção e rotulagem” (Larach, 2001).

A União Européia, ao estender questões de Segurança Alimentar, a partir do *CODEX Alimentarius* da FAO, para os procedimentos relativos à biossegurança, cria um contexto de restrições que envolve o comércio de *commodities*, principalmente agrícolas, dentro de outro,

já marcado pelo protecionismo dos países ricos. Combinando o Acordo sobre Barreiras Técnicas (TBT) com o acordo sobre questões sanitárias e fitossanitárias (SPS), a UE aplica o “Princípio da Precaução” de forma a criar exigências de rastreabilidade, segregação e rotulagem que podem implicar em restrições ao comércio, atingindo com isto as questões referentes aos DPI, no contexto dos TRIPS, que veremos adiante.

Um balanço da situação atual dos países em relação às questões “paralelas” aos DPI pode, então, ser resumido em dois pontos:

- Há um número crescente de notificações referentes a OGMs envolvendo Barreiras Técnicas e Acordos Sanitários e isto é atribuído à falta de normas internacionais que permitam tratar de questões de identificação, monitoramento e comunicação de risco atribuído a esses organismos, principalmente no que se refere à rotulagem;
- A posição dos países é bastante variada, ainda que EUA e UE encontrem-se em pólos opostos, no que tange à interpretação do “Princípio da Precaução” e da suficiência ou não da identificação de equivalência substancial¹⁷⁸.

No âmbito do Acordo de Medidas Sanitárias e Fitossanitárias, a demanda implica em que as normas estejam fundamentadas em evidências científicas, para que se evite a criação de barreiras sanitárias e/ou fitossanitárias ao comércio. No âmbito do Acordo sobre Agricultura critica-se a atitude de vários países sobre transgênicos como um caso de restrição quantitativa às importações. Tais disposições se chocam com o Protocolo de Cartagena, que dá ao país importador o direito de exigir maiores estudos por parte dos exportadores no caso que envolva fluxo trans-fronteiriço de organismos vivos relacionados à biossegurança e que firam o conceito interno de segurança alimentar (Nutti *et alli*, 2003). O fato é que as discussões

¹⁷⁸ O conceito de equivalência substancial (Silveira et al, 2003) foi criado pela Organização Mundial da Saúde e pela OCDE, tendo em vista, de um modo particular, os alimentos produzidos por técnicas biotecnológicas modernas. De acordo com a terminologia da OCDE, o referido conceito exprime a idéia de que os organismos existentes utilizados como alimentos ou fontes de alimentos podem servir de base comparativa na avaliação da segurança para o consumo humano de um alimento ou ingrediente alimentar novo ou que tenha sido objeto de modificação. Se um novo alimento ou ingrediente alimentar for considerado substancialmente equivalente a um alimento ou ingrediente alimentar tradicional, pode ser tratado do mesmo modo no que respeita à segurança; deve, porém, ter-se em conta que o estabelecimento de uma equivalência substancial não constitui uma avaliação da segurança ou do valor nutricional, mas uma *abordagem para a comparação de um novo alimento potencial com o seu homólogo tradicional*. Questões sobre a rotulagem de OGMs e derivados é discutida por uma força-tarefa *ad hoc*, o *Intergovernmental Task Force on Food Derived From Biotechnology*, pelo *Codex Committee on Food Labelling* da FAO e também, no que tange a movimentação de organismos vivos entre fronteiras, pelo Protocolo de Cartagena (que ainda não recebeu a adesão de Brasil nem dos EUA, que assinaram mas não ratificaram o Protocolo).

continuam em âmbitos bastante variados, sem que se chegue, para essas questões, à harmonização de critérios.

O Quadro 4.4 dá um panorama dos conflitos e das diferenças de concepções acerca dos objetos de análise que potencialmente podem ser engendrados pela CDB e pelos acordos TRIPS. A melhoria do nível de compatibilidade da convenção com os acordos depende de como são regulamentados os dispositivos concernentes ao acesso e repartição de ganhos de recursos genéticos e como são exercidos os DPI, no âmbito dos organismos vivos e do material genético. Mas, se UPOV e TRIPS ainda apresentam certa contigüidade em termos da capacidade de proteger, mais simetricamente, as obtenções vegetais, isto não acontece em relação à CDB.

Quadro 4.4 - Conflitos Potenciais e diferenças de concepções sobre objetos de análise entre CDB e TRIPS

CDB	TRIPS	Conflito
O acesso aos recursos biológicos deve estar condicionado ao consentimento prévio informado do país de origem (PIC). Também requer aprovação e participação das comunidades locais.	Não existe nenhuma disposição que obrigue o consentimento prévio informado para o acesso aos recursos biológicos que possam, posteriormente, viriam a ser protegidos por DPI.	A CDB outorga aos Estados as capacidades jurídicas para enfrentar a biopirataria ao requerer seu conhecimento prévio informado. Argumenta-se que o TRIPS teria uma visão distinta de biopirataria.
Os Estados têm direitos públicos soberanos sobre seus recursos biológicos.	Os recursos biológicos têm que estar sujeitos a direitos privados de propriedade intelectual. A concessão de licenças obrigatórias, de interesse nacional, deve ser restringida.	A soberania nacional supõe que os países tenham direito de proibir DPI sobre seres vivos. Os TRIPS abrem espaço para uma concepção mais ampla do tema.
A utilização ou exportação dos recursos biológicos, assim como de conhecimentos tradicionais, inovações e práticas relevantes no emprego da biodiversidade, deve dar-se com base na divisão equitativa dos benefícios.	O uso e a exploração dos recursos biológicos devem ser protegidos por DPI. Não se prevê nenhum mecanismo para que os benefícios sejam compartilhados entre o titular da patente de um país e o doador do material biológico de outro país.	A CDB permite que cada estado nacional crie uma base legal para que os países em desenvolvimento possam reivindicar participação nos benefícios. Os TRIPS enfatizam a harmonização, ainda que garantam a flexibilidade do ajuste de cada país.
Os Estados são obrigados a promover a conservação e o uso sustentável da biodiversidade, como uma preocupação comum aos direitos de toda a humanidade.	A proteção da saúde pública e a segurança alimentar, assim como os interesses públicos em geral, se sujeitam aos interesses privados dos titulares dos DPIs, segundo as disposições do TRIPS.	As noções de segurança alimentar podem servir de estímulo à criação de barreiras técnicas e de ordem sanitária e fitossanitária ao comércio. Neste sentido, a CDB eleva os custos de

		transação derivados da bilateralidade.
--	--	---

Fonte: Elaboração própria, segundo Dal Poz *et alli*. (2005), modificado de Wilkinson, 2002.

A CDB, como já se disse, foi consolidada como resultado da Convenção das Nações Unidas sobre Meio Ambiente (“Rio-92”) e, portanto, está alinhada aos interesses dos países ricos em biodiversidade (Mascarenhas, 2004) e aos interesses dos direitos de melhoristas de plantas. Tem como objetivo encorajar a conservação da biodiversidade, garantindo o direito soberano sobre os recursos genéticos. Prevê a possibilidade de um país não aceitar o patenteamento de organismos vivos ou de suas partes, além de estabelecer que os benefícios auferidos pela utilização destes recursos sejam revertidos para populações detentoras de conhecimentos tradicionais ou para aquelas que vivam nas regiões de origem dos organismos utilizados para o desenvolvimento de determinada inovação.

Segundo Butler (2002), os atores envolvidos nas discussões e nos fóruns da CDB nunca foram os mesmos daqueles envolvidos nos TRIPS. Estes dois grupos de acordos apresentam caráter central muito diferente: enquanto os TRIPS visam a harmonização legal de DPI, a CDB pretende dar garantias aos detentores de direitos sobre biodiversidade. De qualquer forma, a comparação das disposições contidas em ambos, em termos da biodiversidade, permite observar que:

- a) TRIPS é um dispositivo que contempla inovações “formais”, ou seja, as capazes de serem descritas de modo científico e/ou comercial, na forma de patente ou de pedido de proteção por *Proteção de Variedades de Plantas*¹⁷⁹; normatiza, neste contexto, os ativos tecnológicos e inovativos, atribuíveis a indivíduos ou empresas, vistos como inventores e/ou detentores dos DPI. As comunidades locais, detentoras de “conhecimentos tradicionais” ou que residam em regiões ricas em biodiversidade potencialmente útil para inovação genômica não são contempladas no âmbito de TRIPS como atores passíveis de proteção de seus DPI.
- b) CDB é uma convenção que não atribui valor econômico aos ativos de biodiversidade, apenas estabelece a necessidade de que sejam contemplados os direitos de uso direto de recursos genéticos; restringe e não permite que organismos vivos sejam patenteados.

Esta breve comparação permite inferir que a CDB e os TRIPS apresentam uma série de pontos incongruentes, que se originam no fato de que cada um deles tem um escopo diverso. No

¹⁷⁹ Da UPOV.

entanto, no âmbito dos DPI, tal assimetria normativa, no contexto das diferenças de capacidade econômica dos países desenvolvidos em relação aos países em desenvolvimento, resulta em barreira para que estes últimos explorem e se apropriem de certas biotecnologias. Vejamos uma discussão que possa esclarecer esta idéia. Já que não se aceita, na CDB, a proteção de genes ou de animais e plantas, não há porque definir, no corpo daquela convenção, as normas para tal tipo de proteção. Para os países em desenvolvimento que não apresentam capacidade de desenvolvimento científico e tecnológico, adotar os princípios da CDB pode ser interessante. É uma forma de proteger biodiversidade, não entrando em aspectos sobre DPI vinculados aos interesses em obter ganhos relativos aos investimentos em P&D.

Mas não é exatamente esta a situação brasileira. A capacidade científica é relevante e há instituições com competências nucleares em biotecnologia, como já se viu no início deste Capítulo, com relação ao contingente de RH em pesquisa científica em genômica. Isto resulta num dilema, em termos de política de C&T: a capacidade científica, uma vez gerando inovação genômica, não encontra força normativa na legislação, já que esta, baseada na exclusão do patenteamento de genes, não prevê a proteção de DPI por meio daqueles dispositivos legais.

Esta é uma situação *sui generis*. O país produz conhecimentos, mas adota uma base legal não propriamente favorável à sua apropriação.

Os esforços puramente preservacionistas têm se mostrado pouco eficientes, porque o controle da biopirataria é, num país de tamanha dimensão geográfica e porosidade fronteiriça, de fato, uma tarefa quase impossível. Sabe-se que, além de ser muito difícil controlar a saída de espécimes de plantas ou animais do país, muito do conhecimento sobre eles pode ser “carregado” por meio de intercâmbio científico internacional, ou por meio de publicações científicas, formas naturais de fluxo de conhecimentos entre pesquisadores no mundo.

O processo de obtenção de parecer favorável sobre o uso de recursos genéticos no CGEN - Conselho de Gestão do Patrimônio Genético, do Ministério do Meio Ambiente - apresenta pelo menos sete fases, cada uma a ser superada de modo independente da anterior. A cada pedido de parecer, o solicitante deve re-iniciar o processo, partindo sempre da estaca zero. Ao final, uma comissão interministerial re-avalia o processo como um todo - caso todas as fases anteriores tenham sido superadas, e somente com parecer unânime, é dada a concessão de

exploração de certo organismo vivo com fins comerciais. O papel do CGEN, na sua atual forma, é ilustrativo de como é possível obstaculizar a dinâmica inovativa das ABG. Ao contrário do que possa parecer, a atual forma de desempenho do Conselho não contribui para a preservação de recursos genéticos. Não há dúvida sobre a pertinência deste tipo de instância regulatória para um país rico em biodiversidade. Mas como este tipo de órgão poderia realmente manter a soberania sobre a biodiversidade? Ao CGEN não cumpriria apenas dificultar, *lato sensu*, as ações que visam transformar a biodiversidade em ativos intelectuais, conhecimentos capazes de gerar inovação, definindo os parâmetros para os usos tecnológicos de seus componentes. Para isto, o foco das políticas de preservação e na manutenção da biodiversidade deveria estar não no simples preservacionismo, que se mostra inócuo, no âmbito da economia mundializada baseada em conhecimento. Deveria, outrossim, se basear na apropriação dinâmica, que se mostra muito mais eficiente, mas que envolve investimentos em programas fortes de catalogação botânica¹⁸⁰, constante capacitação científica e tecnológica em genômica e à manutenção das competências em DPI que apoiem a proteção de genes e/ou organismos. Resta, desta forma, promover a apropriação real destas riquezas.

Mesmo assim, caso o material biológico tivesse origem em regiões biodiversas ocupadas por certas populações locais envolvidas com o uso e preservação destes materiais, seria ainda necessário discutir as questões de repartição de benefícios. Mas, neste caso, a negociação se daria no âmbito interno do país e, de qualquer forma, estaria definitivamente apropriado pelo país. Em alguns casos isso requer discussão em nível internacional, como no caso do desenvolvimento conjunto de princípios ativos contra endemias tropicais por equipes bolivianas e francesas em territórios indígenas cujas populações detêm parte do conhecimento necessário para isso.

A dinâmica típica da inovação em ABG

Este tópico tem como objetivo discutir dois grupos de questões integradas sobre a P&D em ABG: sua organização e estrutura em rede e a difusão de conhecimentos por esta última. Esta disposição analítica – em conformidade com o instrumental conceitual eleito na parte inicial da tese - se mostra importante, já que nela se pretende mostrar como subsectores de uma mesma

¹⁸⁰ Nos moldes do “Programa Biota Fapesp”- disponível em www.fapesp.br – acesso em janeiro de 2004.

rede apresentam importantes diferenças em termos da capacidade de absorção de conhecimentos¹⁸¹, o que se reflete na capacidade de apropriação de novas biotecnologias.

Assim como o estudo de caso pretende demonstrar, considerando-se a rede composta pela totalidade de atores envolvidos com a geração de conhecimentos pertinentes à obtenção de ABG, apenas um subsetor daquela rede alcança o patamar do patenteamento. Inclui-se nesta totalidade o contingente de RH formado no âmbito do território brasileiro, apoiado por políticas de C&T conhecidas como “Projetos Genoma”, que, no entanto, não se mostra (ainda?) capaz de participar dos processos de apropriação de modo importante.

Como afirma Callon (1992), a rede dedica-se à análise do nível ‘meso-institucional’. A unidade de análise são as *interações entre componentes da rede*, sejam eles instituições, firmas, universidades. As capacidades de *tradução* entre atores resultam em dinâmicas mais ou menos virtuosas, em termos da capacidade de gerar inovação¹⁸². Entre estas capacidades, está a de se apropriar de conhecimentos gerados pelos próprios inventores ou detentores de patentes em ABG. Por isto, faz-se necessário analisar a arquitetura dos arranjos tecno-econômicos, de modo a iluminar os principais aspectos de sua organização e seus modos de governo.

Este instrumental metodológico rompe os limites institucionais¹⁸³, abrigando o conjunto de organizações públicas ou privadas; pode ser utilizado para análises estáticas (no sentido de *momentum*) ou para análises dos desdobramentos das interações num período imediatamente após a ação indutora de determinada política, como é o caso dos Projetos Genoma no Brasil.

Coloca-se em jogo, então, muitos conceitos do campo da teoria institucionalista, relativos a como as instituições co-evoluem, criam trajetórias e aprendem, levando em conta o ambiente tecno-econômico e concorrencial mutável no qual estão imersas. Esta abordagem se baseia na idéia de que as conexões entre firmas (no caso, entre instituições de diferente caráter),

¹⁸¹ Ao que se chama, ao longo da tese, de *assimetria de apropriação, no contexto dado por TRIPS*.

¹⁸² Lembrando-se que a apropriação depende, assim como apontado por esta tese, da “robustez” dos SNI, dada pela aderência entre políticas de C&T&I, a base legal e as capacidades institucionais em criar e manter competências nos ambientes técnico-econômico-concorrenciais. Tais ambientes, dinâmicos, sofrem modificações frequentes, forçando as instituições a conviver com uma constante tensão entre extrair proveito econômico do que já sabem fazer e explorar novas oportunidades (derivadas, inclusive, das capacidades técnicas da empresa ou da instituição).

¹⁸³ Sem, contudo, impedir que a evolução das trajetórias institucionais particulares de cada componente da rede – empresas, universidades, institutos de pesquisa, organizações setoriais, etc, seja também contemplada. Ou seja, não se excluem as possibilidades de analisar, de modo complementar, as formas de co-evolução entre tecnologias e trajetória da firma (Klein, 1998).

constituem um elemento importante da dinâmica industrial (Nelson, 1994; Dosi & Kogut, 1993; Dosi and Malerba, 1996).

Britto (2000) aponta que as redes (industriais) não devem ser compreendidas apenas como arranjos interorganizacionais genéricos, mas como *formas institucionais condicionadas pelas características específicas das indústrias nas quais estão imersas e pela complexidade das tecnologias que são mobilizadas por estes ambientes*. As inovações em ABG são os causadores de intrusões ambientais, que circulam pela rede, provocando intensa e permanente pressão por adaptação ao mercado.

Tem-se assim a questão de *como* um determinado *conjunto de instituições* coordena o processo de geração de inovação, numa governança dinâmica da P&D, dos limites da firma para fora, nas suas interações com outras instituições.

O processo de negociação e repartição de benefícios resultantes da inovação, na forma de DPI, envolve uma rede de atores institucionais, cuja composição e parcela de participação variam ao longo das cadeias de geração de ABG. Surge daí o desafio de compreender como os DPI seriam negociados¹⁸⁴, neste contexto mutável e recursivo, no qual, a cada passo da “P” ou da “D”, ou ainda dos processos de retro-alimentação entre eles, os papéis e funções dos atores da rede vão sendo definidos e redefinidos. As demandas tecnológicas, como é lógico pensar, são altamente dependentes dos resultados iniciais da pesquisa básica¹⁸⁵, chamando a atenção para o fato de que os regimes tecnológicos das redes de biotecnologia são (Coriat *et alli*, 2002), segundo os mesmos autores, um tipo *especial de regime science based*, porque a busca por conhecimentos científicos na sua fonte – ou seja, no *pólo científico* - é o que move o processo de inovação¹⁸⁶.

Reafirma-se, assim como já exposto no Capítulo inicial da tese, que, sob a perspectiva da rede, a análise do processo de inovação comporta um dinamismo maior. Ainda que, na rede, exista

¹⁸⁴ Esta idéia remete, mais uma vez, à agenda de pesquisa sobre as atividades de geração de inovação em rede. A compreensão de como são negociados os processos de obtenção de ganhos da P&D e a mensuração, por exemplo, dos custos destas transações, em termos da perspectiva jurídica, é uma das frentes de análise ainda bastante incipientes do campo de estudos citado.

¹⁸⁵ Muitas vezes até ditam a agenda da ciência básica.

¹⁸⁶ Tal característica da biotecnologia pode ser devida ao fato de que é uma ciência relativamente nova, por isto as tecnologias são ainda muito dependentes da geração de conhecimentos científicos, que são selecionados ao mesmo tempo em que novas tecnologias são geradas. Talvez, numa fase de maior amadurecimento tecnológico, o padrão fortemente *science based* venha a se modificar.

uma certa “divisão” de trabalho, no nível operacional, ela não é fruto de uma real parcelização de tarefas, como justificado a seguir.

A pesquisa em ABG é intensiva em ciência. Localiza-se na fronteira do conhecimento e só é possível graças a um conjunto de providências do campo da política de C&T - capacitação constante de recursos humanos para pesquisa e captação de grandes montantes de recursos financeiros. Esta situação cria uma demanda por organização em rede, cuja funcionalidade inovativa está ligada a um processo de internacionalização, como o estudo de campo da tese demonstra.

A genômica é um conjunto de atividades técnico-científicas integradas, envolvendo o seqüenciamento de DNA, a anotação de genes e manutenção de bases de dados que coloquem à disposição informações comparáveis sobre o material hereditário de diferentes seres vivos e o desenvolvimento de novos modelos matemáticos e estatísticos e sistemas de informação que permitam o armazenamento de dados e a compreensão das relações entre sistemas de expressão e controle gênicos.

Não bastasse a dimensão tácita da geração de conhecimentos – inclusive os que visam a apropriação - no nível da própria instituição, que dificilmente é explicitada por meio de códigos, que está embutida nas rotinas, nas normas que definem os processos decisórios no interior de instituições, a demanda por P&D em rede eleva o problema ao patamar de como se dá a governabilidade no âmbito geral, sistêmico, em rede. No caso das ABG, suas redes são associadas à obtenção de produtos baseados em novas tecnologias, as quais se encontram ainda em estágios iniciais de seu ciclo de vida, apresentando um potencial de obtenção de resultados econômicos ainda por ser explorado.

O estudo de caso do grupo de patentes C07h21 demonstra que muitas ABG devem resultar em ganhos importantes de produtividade agrícola¹⁸⁷. Requerendo a integração de muitos tipos de ativos e de diferentes frentes de geração de conhecimentos, as redes de biotecnologia constituem um bom exemplo de como os DPI agem governando o processo de inovação, de

¹⁸⁷ Apenas à guisa de exemplo, patentes de trechos de DNA – “cassetes” de manipulação de expressão gênica, devem resultar em sementes com três ou quatro vezes o teor de óleo em relação às que hoje são encontradas nos mercados agroindustriais; certas variedades presentes na mesma amostra de patentes significam redução do tempo do ciclo de vida total das cultivares, com impacto diretamente proporcional sobre ciclos de capital.

modo a sustentar as dinâmicas de C&T e seus nexos com o mercado, criando e transferindo tecnologia.

Para entender a demanda por organização em rede, no caso das ABG, é preciso levar em conta:

- A complexidade da base de conhecimentos requerida para viabilizar a introdução de inovações, dado o caráter interdisciplinar deste conhecimento, a demanda por complementaridade e recursividade das etapas da P&D;
- A necessidade de integração de distintos agentes atuantes nas esferas científica e tecnológica, dada a necessidade de integração de conhecimentos complexos e pela alta demanda por recursos financeiros.
- A necessidade de aplicação de esforços de integração de ativos e competências complementares necessários à obtenção de produtos de alta tecnologia, cuja P&D envolve incerteza radical.

Explorar oportunidades tecnológicas, neste caso, depende fortemente da combinação de capacidades de agentes especializados em diferentes estágios do processo de P&D. Tais oportunidades se expressam na forma de diferentes ganhos técnico-econômicos.

Em primeiro lugar, pela redução do *lead-time* associado à transição P&D-produção, devido ao intercâmbio de informações e conhecimentos entre agentes envolvidos com diferentes estágios do processo. Mais uma vez, estar numa rede que apresenta virtuosas capacidades de compreender, coletivamente, o valor dos ativos intangíveis contidos na pesquisa em ABG é essencial para alcançar retornos econômicos positivos dos esforços de P&D.

Também é importante apontar que há geração de economias externas associadas à provisão de serviços tecnológicos especializados. Dado o caráter cumulativo das biotecnologias, estes podem não envolver apenas a utilização de conhecimentos na fronteira do conhecimento, mas serem prestados na forma de serviços que incluem conjuntos de biotecnologias mais ou menos maduras. É o caso dos testes clínicos de novas drogas, contratados por empresas do setor farmacêutico, nos quais uma pletera de instrumentos e metodologias de pesquisa é utilizada: desde as técnicas de PCR¹⁸⁸ até as que envolvem o controle de expressão gênica.

Segundo Britto (1996) são obtidos ganhos de especialização associados à capacitação dos agentes em diferentes campos científicos e tecnológicos, reforçando a produtividade das atividades realizadas e favorecendo a acumulação de uma massa crítica associada a ativos

¹⁸⁸ *Polimerase Chain Reaction* – replicação artificial *in vitro* de moléculas de DNA, utilizada desde 1983.

“intangíveis”. A incorporação das inovações obtidas aos produtos gerados nos setores finais interligados à rede permite elevar o nível tecnológico daqueles produtos, reforçando a competitividade das firmas que os produzem.

Por outro lado, os gastos sistêmicos relativos aos ciclos de P&D em rede podem ser minimizados, através do compartilhamento de ativos tangíveis e intangíveis. Várias iniciativas – tais como a CEPRAP¹⁸⁹ e *The Biotech Club*¹⁹⁰, desempenham este tipo de tarefa, executando pesquisa básica e aplicada. Ativos tangíveis e intangíveis são compartilhados, na forma de consórcios para utilização de equipamentos, contratação coletiva de seguros, compartilhamento de risco e do ônus de possíveis litígios acerca de DPI, etc.

Em geral lotadas em universidades públicas, tais instituições recebem recursos financeiros majoritariamente públicos, apesar de exercerem papéis como entidades públicas de ensino e pesquisa, ou executando pesquisa *mission-oriented*, de maior teor tecnológico. Os arranjos são mantidos por mecanismos formais e informais de contratação de pesquisa, licenciamento de tecnologias intermediárias, negociação de utilização de equipamentos por outros grupos de pesquisa pública ou privada (MCT, 2000). O longo ciclo de desenvolvimento de produtos para mercados emergentes das ABG depende da manutenção destes arranjos formados por instituições e atores do processo de P&D. Aspectos relativos à capacidade das instituições em se relacionar satisfatoriamente com seus parceiros, em manter sua reputação científica e comercial, em selecionar seus potenciais e reais colaboradores, usuários e fornecedores, são críticos para o desempenho de suas atividades.

O instrumental político e a estrutura estatutária das instituições garantem que os vínculos entre componentes da rede mantenham a organização de negócios de empresas de base biotecnológica, a resolução de gargalos institucionais relativos à contratualização de P&D na interface público-privado, a geração de novas modalidades de financiamento à pesquisa e a criação de programas de capacitação de recursos humanos. Neste contexto é que os produtos e processos finais apresentam atributos, propriedade e funções definidas a partir das interações com os usuários finais das biotecnologias.

¹⁸⁹ *Center for Plant Research and Development*, nos EUA.

¹⁹⁰ Ou *Harvard Biotechnology Club*.

A estrutura de mercado é freqüentemente mantida por interações interfirmas de cunho científico e tecnológico, uma vez que os produtos apresentam alto conteúdo em ciência e seu desenvolvimento depende dos ganhos de especialização associados a estas competências. Empresas de base tecnológica agem como fornecedoras – quando interagem com usuários finais – ou como contratantes. O risco radical e incerteza acerca das reais possibilidades de ABG serem desenvolvidas vêm sendo compensados pela internalização e difusão destas tecnologias¹⁹¹.

Cabe aqui apontar a importância das questões relativas aos DPI e à contratualização de pesquisa na manutenção das redes. Os mecanismos que tornam viáveis a execução de pesquisa interinstitucional baseiam-se em fortes ferramentas jurídicas, resultado de negociação de interesses dos três pólos da rede e dos setores governamentais. O exercício de negociação de licenças e patentes proporciona aprendizagem institucional aos seus atores, resultando num processo de *self-enforcement*¹⁹² ou seja, estabelecer uma cultura que garanta o respeito e a valorização dos direitos e das regras de apropriabilidade¹⁹³.

A expansão desta lógica para o nível meso-institucional cria um campo fértil para que o mercado mundializado estabeleça regimes de regulação para suas atividades comerciais. Neste contexto é que os países desenvolvidos, no exercício da negociação de tecnologias, vêm consolidando as regras de mercado.

Como já comentado anteriormente, assim como grande parte da P&D em geral, as redes de ABG vem se internacionalizando¹⁹⁴. Esta condição é reforçada pelo fato de que, em genômica, os dados são depositados em bancos genéticos internacionais.

¹⁹¹ Ernst & Young, 2002. *Focus on Fundamentals: the Biotechnology Report, 15th Annual Review*.

¹⁹² O termo é utilizado por alguns autores da literatura da Teoria dos Contratos. Parte-se do pressuposto de que a racionalidade envolvida nas tomadas de decisão é limitada. Soma-se a isto a complexidade de questões de ordem técnica, científica e jurídica a serem contempladas no caso de litígio sobre propriedade intelectual. Assim, as “cortes” não teriam informações ou racionalidade suficientes para tomar a melhor decisão. Resta aos *policy makers* encaminharem regimes de *self-enforcement*, que garantam que a comunidade de atores envolvidos com questões de direitos de propriedade respeite a condição legal. Estabelecer *self-enforcement* reduziria a quantidade e os custos dos litígios sobre DPI, e a corte seria apenas uma última instância no julgamento destes aspectos.

¹⁹³ É interessante notar que a garantia de direitos de propriedade é um mercado em si, expressando-se na forma de serviços que associam atores do mercado de capitais, da pesquisa, do setor produtivo, da prestação de serviços jurídicos e de seguros sobre contratos de risco.

¹⁹⁴ Acosta e Modrego (2001); Van Pottelsberghe de la Potterie and Capron (2000); Hall and van Reenen, (1999); David, Hall and Toole (1999), segundo discussão realizada por Mariana Zanatta, (2002). *In*: ‘Internacionalização

Surge daí uma demanda por harmonização das regras de propriedade intelectual e de regulação das atividades comerciais nos âmbitos nacionais e internacionais. Corpos jurídicos muito díspares, que não permitam a comercialização de ABG em alguns países, certamente são vistos como fatores impeditivos da difusão destas biotecnologias e dos mercados aos quais estão vinculadas. A harmonização legal vem se configurando, para o pólo de mercado, sobretudo no caso do mercado oligopolizado, como a garantia de obtenção de taxas de retorno positivas sobre os investimentos aplicados no desenvolvimento de ABG.

É possível, então, entender porque as redes internacionalizadas de P&D, como as de ABG, representam evidência empírica a ser futuramente utilizada na negociação de DPI. Na ausência de outras peças de jurisprudência do comércio internacional que as contra-argumentem, poderão consolidar um padrão a ser seguido pelos países signatários da OMC. O fortalecimento das relações intra-redes – permeadas por DPI, força uma tendência já evidente em direção à harmonização daqueles direitos, sob o respaldo dos acordos TRIPS, que coroam internacionalmente os esforços de apropriação tecnológica.

Estas considerações mostram como, do lado da organização da pesquisa, não basta manter recursos humanos para C&T e P&D, sendo necessário manter modos de governo que resultem em ganhos sistêmicos, o que passa por instaurar vínculos entre atores de diversas áreas do conhecimento, mantendo ativas políticas e estratégias de coordenação da rede. Os aspectos-chave do sucesso de competitividade parecem ser a garantia de capital – já que biotecnologia é intensiva em pesquisa – e a governabilidade da rede.

Os modos de governo incluem a manutenção de investimentos empresariais privados, elaboração e implementação de políticas de C&T que ofereçam apoio à dinâmica inovativa.

Dal Poz *et alli.* (2004), demonstram como as redes de inovação em ABG podem se mostrar virtuosas, no sentido de que as biotecnologias efetivamente alcancem mercados¹⁹⁵. Isto pode ser considerado verdadeiro, pelo menos nos exemplos oriundos de países ou blocos econômicos desenvolvidos, analisados na literatura citada. Um fator essencial para isto, assim

da P&D', em Seminários de Doutorado, Departamento de Política Científica e Tecnológica, Unicamp, junho de 2002.

¹⁹⁵ Apesar de não ser parte central dos objetivos desta tese, o estudo de caso que lhe dá suporte empírico permite, em grande medida, vislumbrar o potencial inovativo das biotecnologias já protegidas na forma de patentes, apontando novas trajetórias tecnológicas para os mercados agrícolas, de saúde humana e animal.

como demonstram os mesmos autores, é que, nestas redes, estão presentes mecanismos formais e informais de aproximação e vinculação de atores – consolidando os nexos entre os pólos científico, tecnológico e de mercado.

A P&D em biotecnologia apresenta alto custo e a captação de recursos financeiros, especialmente para a ciência básica, se faz a partir do setor público (McMillan, Narin & Deeds, 2000); o mercado de capitais é, em países como os EUA, a segunda fonte os recursos financeiros.

Há ainda a questão da contratualização *ex ante* de DPI, que, dada a incerteza em relação à obtenção de inovações, se mostra uma tarefa bastante difícil: os contratos devem ser incompletos, o que, a priori, elevaria os custos das transações de contratação de P&D em rede. Deixar a divisão de benefícios acontecer ao final do processo de obtenção de ABG seria muito arriscado, já que, dada a incerteza acerca do grau do impacto econômico de certas ABG, os litígios sobre DPI poderiam vir a significar parcela excessivamente importante dos recursos obtidos ao longo das cadeias de P&D.

Além desta questão de “o que repartir”, coloca-se a de “com quem repartir” benefícios futuros: as redes apresentam configuração e composição variável ao longo do tempo. A permanência de empresas, instituições de pesquisa, organizações de mercado, governos nas redes apresentam variados graus, com as instituições exercendo papéis de maior ou menor duração e de importância variável. Alguns componentes podem compor a rede em mais de um momento, ao longo dos ciclos de P&D, na medida em que as demandas por suas competências específicas vão aparecendo. Isto dificulta a ponderação prévia dos DPI relativos ao processo final de obtenção de ABG, já que a definição destes papéis também não poderia ser realizada *ex-ante*, para que os benefícios assim fossem também determinados. O fato de que pode haver contratos de P&D específicos entre grupos de dois ou mais componentes da rede, cuja duração varia e que pode não ser exatamente igual ao ciclo total de obtenção de determinado produto baseado em ABG é um complicador a mais, dentro da plethora de dificuldades já apresentadas.

De qualquer forma, a proteção patentária se configura, neste contexto, como um fenômeno *ex post*: o conhecimento circula pela rede, por determinado tempo, mas é apropriado apenas por parte dos atores envolvidos na geração de inovação.

Trata-se, portanto, da questão da *capacidade de absorção* tecnológica e de *aprendizagem para a apropriação*..

Retomando o seminal artigo de Cohen *et al.* (1989), a P&D gera não somente informação, mas causa melhoria das habilidades das firmas em identificar, assimilar e explorar a informação existente. O processo de aprendizagem para se apropriar de informações e conhecimento gerado pela firma ou por quaisquer outros agentes afeta o comportamento geral da indústria e, segundo os autores, assim como os gastos com a P&D, as condições que influenciam a apropriabilidade e as oportunidades tecnológicas desta mesma P&D.

Segundo os pressupostos assumidos por este trabalho, quando determinado conjunto de atores traduz “bem” as “regras do jogo” dos DPI, é apoiado por políticas de C&T eficientes, incluindo o sistema de financiamento e apoio fiscal à P&D¹⁹⁶, encontrando-se num ambiente que possa ser chamado de SNI, são favorecidos os processos de aprendizagem, incluindo aquela que visa a apropriação tecnológica. Os mecanismos de aprendizagem para a apropriação são apenas uma categoria entre as diferentes formas de aquisição de conhecimentos embutidos nas rotinas¹⁹⁷ internas das instituições.

Cowan (2004) aponta que os estudos sobre o progresso técnico vêm, cada vez mais, enfatizando a importância do fluxo e da transferência de informações. Da mesma forma que esta tese assume, o autor lembra que *não se vê mais o conhecimento como um bem público, que se reproduz e difunde livremente*; na melhor das hipóteses, o conhecimento é um bem semipúblico, cuja circulação apresenta mecanismos idiossincráticos e depende das estruturas (formadas por atores sociais, no caso em tela) que impingem as condições para tal circulação. Discute como, nos diferentes cenários relativos ao potencial inovativo de certas indústrias, os aspectos estruturais do meio no qual o conhecimento flui contribuem para o crescimento do próprio estoque de conhecimentos e para a melhoria das condições de apropriação tecnológica. Tal potencial inovativo pode ser medido, considerando-se os fatores da extensão na qual o

¹⁹⁶ O que depende, também, muito das condições macro-econômicas experimentadas pelos países, do seu momento histórico e daquele derivado do contexto econômico mundial.

¹⁹⁷ Termo que define os comportamentos regulares das instituições quando mantêm práticas operacionais, definem políticas de investimento, estratégias concorrenciais, de capacitação e de priorização.

conhecimento está codificado¹⁹⁸ – em relação a como tais cenários influenciam a capacidade de aproveitar oportunidades tecnológicas. Os autores apresentam evidências de que, caso o componente tecnológico seja fortemente tácito, o crescimento do estoque de conhecimentos e sua apropriação são vinculados a uma dimensão geográfica. Ao contrário, quando há um certo grau de codificação dos conhecimentos – como é o caso das ABG – decai muito a importância da proximidade geográfica entre atores, em termos de sua efetividade para que haja fluxo de ativos intangíveis apropriáveis.

Para finalizar, também é possível considerar que a face heurística deste procedimento permite construir uma ponte micro-macro, entre o cenário mundial de DPI dado pelos acordos TRIPS e a capacidade de absorção de biotecnologias. Alguns SNI, neste cenário dado por TRIPS, se revelam mais capazes de proteger inovações do que outros. O mais interessante é que, mesmo havendo, para o caso de conhecimentos codificados, o referido efeito de diminuição da importância do componente geográfico, em termos do poder da capacidade de apropriação tecnológica, há contextos geo-políticos mais ou menos afáveis a esta apropriação.

Ou seja, empiricamente, a literatura apóia a conjectura de que o componente tácito, sendo reduzido, diminui dependência por proximidade geográfica entre os atores, para que se apropriem de tecnologia. No que se refere ao papel do componente tácito, isto pode ser verdade. Mas, no que diz respeito aos contextos legal e jurídico dado por corpos legais internacionais, no âmbito da economia baseada em conhecimento, o papel da distância entre os atores deve ser analisado. Mas, como este trabalho pretende demonstrar, tais contextos podem se mostrar como facilitadores da absorção de conhecimentos, de modo a minimizar a importância da proximidade entre atores. Assim, mesmo que a dimensão geográfica ainda seja importante, o cenário legal internacional dos DPI pode ser um fator de melhoria da absorção de conhecimentos, mas somente em parte dos contextos geográficos. Apenas no caso destes últimos estarem em conjunção com determinados SNI é que poderiam se mostrar virtuosos, em termos da capacidade dos atores em se apropriar de tecnologias geradas em qualquer parte do globo. Se a dimensão geográfica tem sua relevância, talvez, ainda assim, seja “dependente” de um contexto maior – o contexto geopolítico.

¹⁹⁸ As patentes, alvo do estudo empírico que apóia as análises desta tese, são consideradas uma forma razoavelmente codificada de conhecimento, o que justifica seu papel como objeto de análise na tese.

Isto significa que, mesmo que as instituições sejam capazes de vislumbrar e realizar a apropriação tecnológica, o que dependeria de boa tradução acerca de como patentear e tirar proveito desta forma de proteção aos DPI, ainda assim, a capacidade final de apropriação depende do contexto econômico e político no qual atores e instituições estão inseridos. Ou seja, é mesmo necessário que se providenciem condições concretas, que facilitem a aprendizagem tecnológica no nível das instituições, que as tornem mais flexíveis e eficientes. Seria o caso, por exemplo, da agilização das ações do INPI, no Brasil.

Ainda assim, a supremacia econômica de certos países ou blocos de países continua tendo seu papel, que não pode ser esquecido. Apenas à guisa de exemplo, tem-se o caso recente da EMBRAER, que, mesmo consolidada no mercado de aeronaves, passa por tensões derivadas da tentativa norte-americana de barrar sua entrada em novos mercados mundiais, tornando tanto mais difícil sua permanência nos mercados que hoje ocupa.

Estas considerações são feitas para que nos lembremos que, mesmo sendo a rede um fenômeno internacional, meio pelo qual os conhecimentos se difundem e permitindo que o contexto legal internacionalizado ganhe importância, isso não minimiza, nem teria poder para tal, os efeitos gerais e já conhecidos relativos à supremacia econômica de certos países. Mais do que isto, pode ser um causador de um efeito de assimetria de apropriação do qual se fala ao longo da tese, e que o estudo empírico pretende iluminar.

Parte III Estudo de Caso e Conclusões

Capítulo 5 – Estudo de Caso

Introdução

Este Capítulo apresenta o estudo sobre o perfil e o fluxo de conhecimentos incorporados em patentes na área científica da genômica, pretendendo demonstrar como os contextos legais e inovativos podem ser mais ou menos virtuosos em termos da capacidade de apropriação de agro-biotecnologias.

Considera-se que as atividades realizadas por atores do pólo científico (Callon, 1992), que geram conhecimentos, fluem para os pólos de tecnologia e de mercado, gerando valor. Sendo as patentes um instrumento de formalização da apropriação de tecnologias, constituem um importante ferramental para a análise dos fenômenos de absorção de inovações. Quando um inventor ou detentor de patente cita outro, considera-se que houve fluxo de conhecimentos, o que suscita seu mapeamento, de acordo com o que este Capítulo de tese apresenta. Este mapeamento permite relacionar o fenômeno da apropriação tecnológica a certos contextos geográficos e inovativos.

A construção desta “rede” de relacionamentos, via citação patentária, visa provar que em certos contextos – chamados nesta tese de “sistemas nacionais de inovação”, o fenômeno inovativo se mostra eficaz, já que os conhecimentos científicos alcançam o patamar de patenteamento. Ainda que as patentes não garantam, necessariamente, ganhos econômicos aos seus detentores ou inventores, já que seria necessário licenciar e comercializar as tecnologias por elas protegidas, é possível considerar que quando se formaliza um pedido de patente, uma parte essencial do processo de apropriação é alcançada. No caso em questão, tratou-se de relacionar a produção de conhecimentos produzidos por atores sociais em C&T à sua capacidade de patentear, vista então como uma procuração bastante fiel do fenômeno de apropriação de biotecnologias.

A base legal de garantia de propriedade intelectual é parte central dos sistemas nacionais de inovação: assim como as partes iniciais desta tese discutem, o fenômeno de apropriação tecnológica é dinâmico, e se faz através dos ininterruptos “jogos de apropriação”, nos quais diferentes partes interessadas negociam DPI. Tais jogos consistem na defesa de diferentes e polarizadas interpretações acerca dos conceitos sobre a natureza e o caráter do objeto

patenteável; na medida em que a base técnica vai avançando, e que novos conhecimentos científicos ficam disponíveis, certos atores passam a ter interesse em protegê-los, defendendo que tais conhecimentos sejam objeto de patenteamento. Uma vez que a unidade de análise em questão é o “gene”, os atores que obtêm conhecimentos sobre ele passam a defender a idéia de que esta unidade seja vista como uma “entidade intelectual”. Assim, só podendo ser isolada a partir de atividade intelectual, os genes seriam objeto de patenteamento, e, conseqüentemente, de proteção aos DPI deles derivados. Por outro lado, caso a pesquisa genômica seja realizada em outro contexto nacional, legalmente menos afeito à apropriação ou com menor capacidade de gerar inovação, faz sentido a interpretação dos genes como entidades “naturais”, não passíveis de patenteamento, como prevê a legislação sobre DPI no Brasil. Esta disposição é coerente, inclusive, com a manutenção da propriedade sobre potenciais ativos derivados da biodiversidade. Esta seria a condição ideal até que, talvez, o sistema de inovação venha a permitir que os agentes das redes de C&T e P&D, no âmbito nacional, se apropriem de biotecnologias genômicas.

Uma vez que está em curso a consolidação de um sistema internacional de proteção aos DPI para a economia como um todo, na forma dos acordos TRIPS da OMC, e que países desenvolvidos apresentam legislações mais afeitas ao patenteamento de invenções baseadas em pesquisa genômica, faz sentido entender como se dá a apropriação de agrobiotecnologias nos contextos que se mostram mais virtuosos.

Assim, baseou-se este estudo na busca por patentes na base do Escritório Norte-Americano de Patentes (USPTO), segundo a Classificação Internacional de Patentes (IPC - *International Patent Classification*), subgrupos C07h21/04 e C07h21/02, respectivamente patentes de DNA e RNA. A pesquisa em outras bases, como a Derwent, teria contribuído para a robustez da análise aqui apresentada. Infelizmente, não foi possível utilizá-la, porque envolve o custo da assinatura, muito freqüentemente interrompida pelo CNPq. Assim, para não correr o risco de realizar um trabalho incompleto, optou-se pela busca apenas no USPTO, levando em conta que este escritório de patentes é referência mundial para a comercialização de tecnologias, e que dificilmente um inventor de qualquer país deixa de depositar pedidos de patentes nele, já que, com isto, garante ter para si muitas das prerrogativas dos próprios acordos TRIPS, porque há um intenso alinhamento entre a legislação norte-americana e aquela dos acordos da OMC.

Os dados coletados envolvem informações capazes de gerar indicadores de C&T: residência dos inventores e detentores, citações, co-citações e autocitações de inventores e detentores entre si, número de citações bibliográficas científicas e número de citações de patentes.

Para a construção da rede de fluxo de conhecimentos, foram relacionadas as patentes que são citadas por outras, posteriores, pelo menos uma vez. Desta forma, foi possível proceder à interpretação da estrutura da rede e à análise de quais atores e biotecnologias podem ser considerados de maior importância, já que os índices de citação são importantes indicadores de inovação.

Apresentam-se, nos itens a seguir, o recorte amostral e temporal do estudo de caso e os resultados obtidos.

Recortes amostral e temporal

O recorte amostral de 725 patentes do subgrupo internacional C07h21, dentre as mais de 13 mil constantes na base, foi obtido a partir de filtragem, por meio da palavra “*plant*” no quadro reivindicatório. Isto garantiu que a análise privilegiasse a área agrícola, já que este trabalho focaliza primordialmente as agrobiotecnologias. Este recorte é a população do estudo. A análise do conteúdo das patentes permitiu estabelecer os 18 tipos de invenções - ou categorias biotecnológicas - às quais as patentes se relacionam, segundo a tipologia apresentada no Capítulo 1, que também foram classificadas segundo o tipo de instituição¹⁹⁹ detentora da patente: pública, privada, mista, colaborativa ou o inventor isolado.

Destas patentes, apenas 203 foram citadas posteriormente por outras patentes. Deste contingente, 86 patentes foram consideradas – ao acaso - para a amostra utilizada para a construção das redes.

O intervalo temporal considerado foi de janeiro de 1976 a dezembro de 2004, já que a base eletrônica disponibiliza dados desde aquele ano. Apesar disto, a primeira patente dos subgrupos

¹⁹⁹ PU - Públicas: universidades públicas, centros de pesquisa e laboratórios governamentais de C&T e P&D; PR - Privadas: empresas, centros de P&D, consórcios entre organizações; CO – Centros de C&T e P&D colaborativa entre o setor público e o setor privado; MI – Mistos: universidades ou outras instituições de caráter e administração privados, que captam recursos públicos e privados; I – Inventor: quando o detentor da patente for o próprio inventor.

anteriormente citados foi concedida apenas em 1983, logo após o advento da técnica do DNA Recombinante, que foi essencial para a geração de tecnologias baseadas em materiais hereditários. Assim de fato, a amostra cobre o intervalo de janeiro de 1983 a dezembro de 2004.

Indicadores de patenteamento e dinâmica de apropriação

Este tópico apresenta o estudo de campo segundo três dimensões, que constituem três grupos de indicadores de C&T, adaptados à questão da apropriação das ABG. São elas:

- ✓ temática, levando-se em conta as “categorias” determinadas pela tipologia especialmente construída para esta análise do perfil das biotecnologias que estão sendo patenteadas (categorias 1 a 18, apresentadas na seção 2.3).
- ✓ geográfica, que detalha a produção de patentes por país e por estado, quando relevante, de modo a demonstrar que o contexto do SNI importa, já que os dispositivos de apropriação de C&T, no caso, as legislações sobre DPI, são de cunho nacional;
- ✓ dinâmica, na qual são analisados os fluxos de conhecimento de um ator a outro, numa rede de atores sociais produtores de ciência genômica, de modo a estabelecer o padrão da apropriação e relacioná-lo ao contexto legal dos DPI.

No último tópico (dimensão dinâmica) é que se constituirá a análise das redes, por meio da estruturação das relações de co-citação de autores e daquelas entre detentores de patentes, ou seja, através dos indicadores de apropriação.

A dimensão temática levou em conta a população total de patentes, já que, com isto, foi possível traçar o perfil dos interesses gerais sobre as ABG. Nos casos da dimensão geográfica e da dinâmica, cujos focos de análise são mais diretamente a apropriação tecnológica, levou-se em conta a amostra de 86 patentes que foram citadas por patentes ulteriores pelo menos uma vez.

Em cada um destes tópicos apresentam-se algumas considerações e comentários de caráter técnico e em termos da importância da ABG para os potenciais mercados aos quais poderiam servir. Esta análise preliminar dos dados deverá pavimentar as conclusões finais do estudo.

O estudo sobre patentes foi feito com base na Classificação Internacional de Patentes (*IPC*), da OMPI, Organização Mundial de Propriedade Intelectual. A população de patentes faz parte da

classe geral “C”, de *Chemistry*, da qual dois subgrupos são relevantes para a análise deste estudo. O primeiro é o C12, que reúne invenções que envolvem bioquímica, imunobiologia, enzimologia, processos fermentativos, manipulação de materiais hereditários e engenharia genética. Este é um subgrupo que envolve as invenções mais gerais da biotecnologia, já que cobre toda uma gama de processos tecnológicos mais maduros, como os de fermentação alcoólica, até os de alteração de materiais hereditários, como no caso da classe C12N/00, de engenharia genética. O segundo grupo é o C07, de Química Orgânica, apresenta o subgrupo C07h, que inclui moléculas orgânicas, entre as quais os açúcares. Os materiais hereditários - DNA e RNA - são moléculas de grande peso molecular, compostas por unidades repetidas que contêm açúcares (desoxirriboses no caso do DNA e riboses no caso do RNA), nucleosídeos ou nucleotídeos - subgrupo C07h21. Uma vez que a C12N15 é mais ampla e apresenta sobreposições de base técnica com a C07h21, as patentes investigadas focalizaram este último grupo, mais específico para o caso da genômica. Além disto, mais de 90% das patentes C07h21 são também solicitadas como C12N15, o que fornece robustez ao recorte.

Uma busca por número de patentes concedidas pelo USPTO nos dois subgrupos da classe “C” apresenta nítida correlação. As primeiras patentes em bioquímica de moléculas hereditárias, ou seja, no amplo campo das biotecnologias, são de 1983, logo após a criação da técnica do DNA-Recombinante, que permite obter as moléculas de DNA e RNA em concentração suficiente para realizar ensaios científicos e P&D.

O Gráfico 5.1 mostra como as variações do número de registros de patentes dos dois subgrupos seguem-se mutuamente. Tome-se atenção para o fato de os picos de 1994-95 terem sido seguidos por uma queda muito significativa. Este é justamente o período que se segue ao estabelecimento dos acordos TRIPS e a queda se justifica pelo fato de que os postulantes aos DPI preferiram aguardar a maturação do processo de harmonização legal, evitando os potenciais problemas derivados da negociação mundial daqueles acordos.

A distribuição de patentes por categoria biotecnológica foi obtida a partir da população de 725 patentes. A pleora de detentores institucionais envolve empresas que podem ser isoladas ou subsidiárias de P&D de grandes empresas. Elas podem sofrer aquisição e/ou fusão, de modo que pareceu mais útil ao estudo considerar qua a propriedade da patente é, em tempo presente, da empresa que adquire ou daquela que resulta da fusão entre duas ou mais.

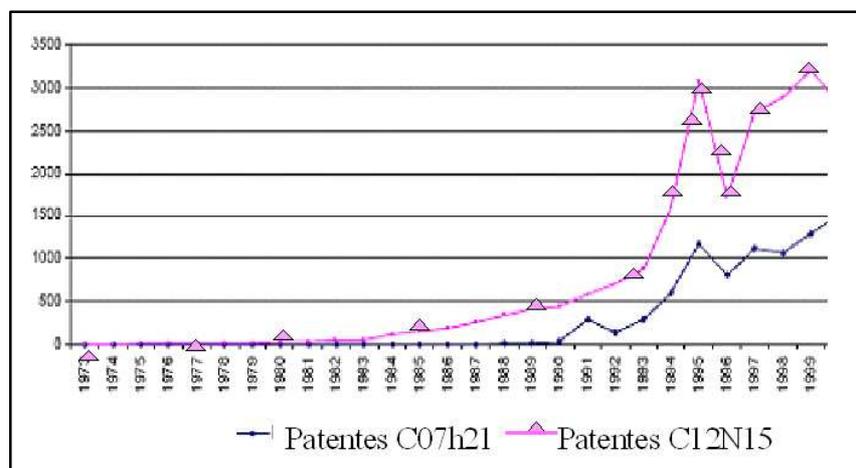


Gráfico 5.1 - Número de patentes C07h21 e C12N15 registradas no USPTO por ano (1973-1999)

Dimensão temática – categorias de biotecnologias

O Gráfico 5.2 mostra que as categorias 9, 3 e 1, descritas mais adiante, representam o contingente de maior importância entre as ABG. É dada atenção também à Categoria 6 – herbicidas e biocidas, do Grupo B – Genes e Sequências de Ácidos Nucléicos ligados à Resistência Vegetal, já que são estas as que mais alcançaram mercados, na forma de processos que originaram as plantas do tipo da soja *Round Up Ready*, da Monsanto, que hoje é o cultivar OGM mais difundido, em termos da área mundial plantada. Também, por complementaridade, à Categoria 14, do Grupo D – Germoplasma, que cobre a proteção aos DPI sobre o germoplasma das plantas com alterações gênicas. Interessa notar que esta também é uma categoria mais próxima dos mercados, já que se trata de sementes de plantas, ou seja, tecnologias mais tangíveis e que podem mais facilmente alcançar mercados; ou seja, já representam inovação e não apenas patente de tecnologia. Tomou-se cuidado para que não houvesse sobreposições nem redundância na classificação destes dois grupos.

Ao final, reserva-se especial atenção para a categoria 0, já que nela estão as biotecnologias de fronteira do conhecimento que apresentam maior valor agregado, já que permitem eliminar várias fases da P&D de produtos agrícolas, pois envolvem ensaios *in silico*, que, por simulação, selecionam as características produtivas das variedades vegetais.

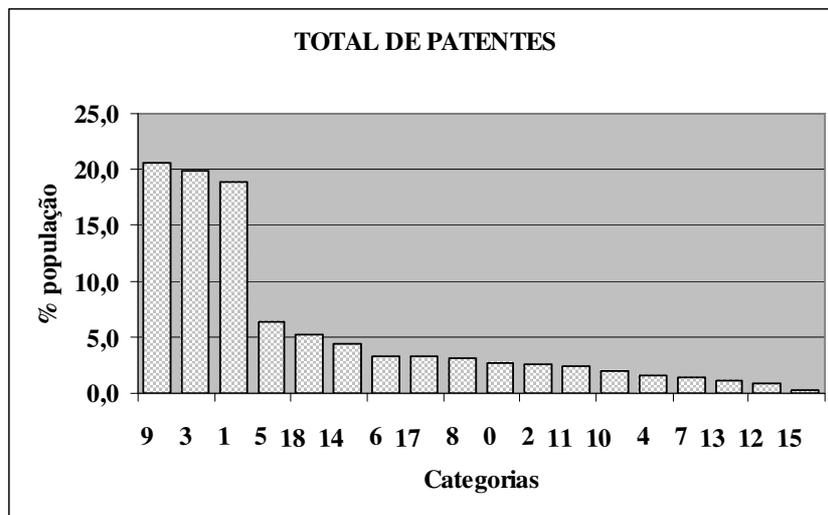


Gráfico 5.2 – Distribuição geral das patentes C07h21 por Categoria Biotecnológica

A Categoria 9, que compõe o Grupo C - “Genes, Sequências de Ácidos Nucléicos ligados ao Desenvolvimento Vegetal” - compreende patentes relativas a ácidos nucleicos e polipeptídeos ligados a vias metabólicas e controle fenotípico, biossíntese, armazenamento de substâncias na planta, controle de crescimento e desenvolvimento, controle das taxas de produtividade da fotossíntese e de seus processos de transporte de elétrons. São ABG capazes de modular todos os comportamentos de tecidos vegetais e da planta frente ao ambiente. Os impactos destas ABG sobre a produção agrícola são muito importantes, pois elas permitem obter variedades que produzem mais óleo por semente, maior teor de proteína ou açúcares, que cresçam mais rapidamente, inclusive em condições mais adversas do que as variedades tradicionais, realizando fotossíntese em condições de menor iluminação, etc.

A Categoria 3 envolve elementos de controle gênico, tais como os promotores e reguladores de expressão dos genes, de transcrição, supressão gênica, controle de respostas ambientais, métodos de melhoria ou silenciamento da expressão dos genes e controle da variabilidade genética. Os interesses tecnológicos apresentam amplo espectro: com estas ABG é possível alterar geneticamente a forma como se dá o controle dos genes de plantas, o que torna esta categoria especialmente estratégica no âmbito da P&D do setor, pois através delas é possível obter variedades vegetais adaptadas às condições agrônômicas locais. Se considerarmos o caso

dos mercados de papel e celulose, por exemplo, veremos que esta seria a condição que garantiria maior competitividade, já que tal mercado é altamente dependente de P&D que forneça as variedades de eucalipto com alta especificidade técnico-agronômica²⁰⁰.

A Categoria 1 – elementos de engenharia genética – consiste nas ferramentas de manipulação de genes e de sua expressão e regulação, sendo essenciais para construir bibliotecas de homologia entre genes de espécies diferentes, amplificação de DNA, quantificação de ácidos nucleicos, *screening* de moléculas, fatores de inicialização da transcrição do DNA para formação de proteínas, detecção de alvos de receptores e marcadores genéticos, controle de translocação de seqüências de DNA e *Polimerase Chain Reaction*, ou PCR. Também é considerada estratégica, já que, num futuro próximo, estas ABG poderão solicitar pagamento de *royalties* aos desenvolvedores de novos cultivares transgênicos que porventura as tenham utilizado no processo de P&D.

O pacote tecnológico formado por estas três categorias é indubitavelmente de grande relevância para o aumento da produtividade agrícola e redução dos custos de produção. Atente-se para o fato de que a indústria farmacêutica se mostra muito interessada e atuante nesta área da P&D, como se pode depreender da análise da distribuição dos detentores de patentes das Categorias 1, 3 e 9, por tipo de instituição e do grupo O de biotecnologias, assim como apresentado logo adiante.

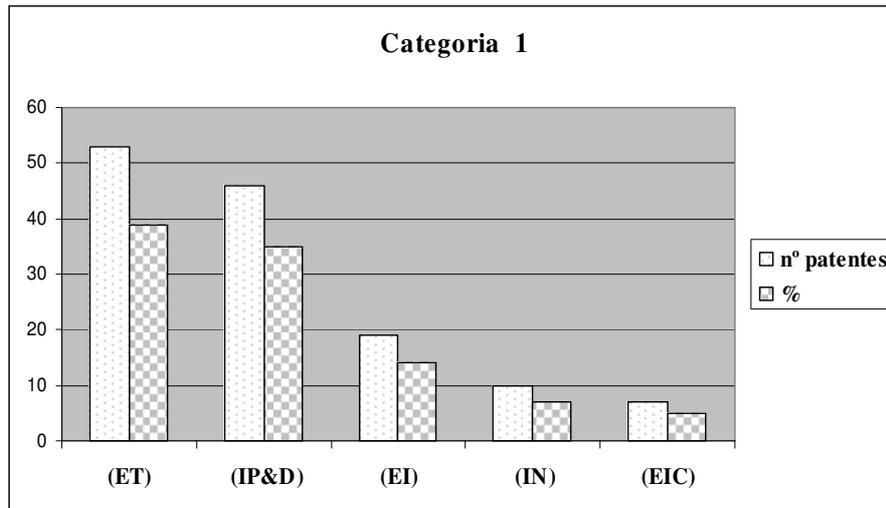
Detalhando-se cada uma das Categorias, é possível constatar que sem as ferramentas da Categoria 1 – Elementos de engenharia genética - nenhuma das demais estaria disponível. Podem ser consideradas, de fato, como *insumos de pesquisa e desenvolvimento*, e representam um mercado de biotecnologias em si, já que integram os custos diretos da P&D agrícola na fronteira do conhecimento. Na maioria das vezes, encontram-se incorporadas a equipamentos e insumos para pesquisa científica e tecnológica. Muitas destas tecnologias são estratégicas para ganhar competitividade nos mercados agrícola e de saúde humana: as bibliotecas de homologia são hoje grandes negócios, servindo de referência para a P&D de novos fármacos, já que disponibilizam informações sobre as relações genômicas e evolutivas de hospedeiros e seus parasitas. Também estão relacionadas ao desenvolvimento de variedades vegetais resistentes a

²⁰⁰ Ver estudo do qual a autora desta tese fez parte, e no qual tais especificidades são detalhadas: Diretório de Pesquisa Privada (DPP), da FINEP, disponível em www.finep.gov.br.

patógenos. São imprescindíveis para encontrar pontos no DNA do parasita ou do agente etiológico que estabelecem a relação entre as espécies envolvidas na relação de parasitismo. Isto permite que tais regiões possam ser bloqueadas, reduzindo-se assim a capacidade do causador da doença se manifestar, ou então, transferindo-se as regiões de resistência para germoplasma novo, passo final da P&D de novas variedades resistentes. Mesmo para a inclusão de tecnologias incrementais, tais como entrega de drogas em tecidos específicos ou diminuição da toxidez do fármaco, as biotecnologias desta categoria são importantes fatores: o controle de qualidade de drogas vem incorporando rapidamente as técnicas de *screening*, por conta de pressões competitivas do comércio internacional de fármacos.

A população de patentes da Categoria 1 tem como detentores empresas transnacionais (ET) de 15 diferentes países, sendo que os EUA representam 24,3% delas. Isto, de certa forma, torna válido o fato da pesquisa ter sido feita pelo USPTO, uma vez que muitos países fazem parte da população.

O Gráfico 5.3 mostra a distribuição do número de patentes e a porcentagem de seus detentores, por tipo de instituição. As mais de 50 ETs que constituem a amostra são detentoras da maior porcentagem de patentes; tal hegemonia patentária aumenta de proporção se considerarmos que parte das empresas isoladas de ABG (grupo EIC) realiza pesquisa colaborativa ou orientada por missão tecnológica com as ET. O grupo das ET é seguido pelas mais de 200 instituições públicas ou privadas de P&D de 14 países, na sua maioria (43,8%) norte americanas. Assim, fica claro que os investimentos em P&D de ABG são prioritariamente privados e resultado de esforços de grandes empresas globais.



Legenda: (ET): Empresas Transnacionais do oligopólio do mercado agrícola global; (IP&D): Instituições Públicas ou Privadas de P&D não juridicamente ligadas às Empresas Transnacionais; (EI): Empresas de Biotecnologia Isoladas, que não façam alianças ou projetos colaborativos com Empresas Transnacionais; (IN): Inventores Isolados; (EIC): Empresas Isoladas de Biotecnologia que tenham pelo menos um projeto colaborativo com Empresas Transnacionais.

Gráfico 5.3 – Distribuição de patentes por tipo de detentor – Categoria 1

Focalizando apenas as ETs (Gráfico 5.4), percebe-se que um grupo de 11 delas detém a maioria absoluta (64,16%) das patentes da Categoria 1. O grupo “outras” detém 35,84 das ABG, numa distribuição bastante homogênea – média de 0,92 patentes por instituição.

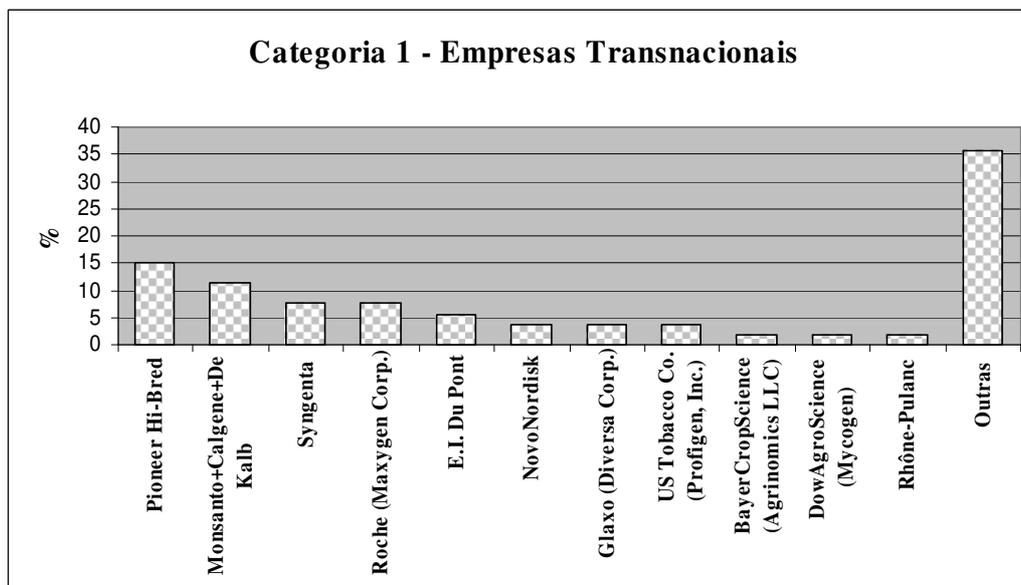


Gráfico 5.4 – Distribuição (%) das patentes da Categoria 1 - por Empresas Transnacionais.

Aproximadamente 50% das ET que constam no gráfico estão instaladas nos EUA e na Europa. As do grupo “outros” têm como país de origem o Japão, Canadá, Austrália e Nova Zelândia, com representações proporcionais na ordem de exposição.

A Pioneer Hi-Bred (15,09%) rivaliza com a Monsanto e suas subsidiárias de P&D – Calgene e De Kalb – que detém 11,33% das patentes da Categoria 1. Isto sem considerar o fato da Pioneer-Hi Bred ser hoje, uma empresa da E.I. Du Pont, o que a torna a proprietária de maior peso no grupo. A Syngenta, tradicional empresa do setor agrícola, subsidiária agrícola da Novartis, situa-se em posição semelhante à da Roche, que, assim como a Novartis, é tradicional do setor de fármacos, e que vem investindo na Maxygen (criada como empresa isolada e que foi comprada pela Roche em 2002). Atente-se para o fato de que o mesmo acontece com a Glaxo, que adquiriu a Diversa Corporation recentemente, tornando-se proprietária das suas ABG. Estas posições demonstram claramente as estratégias das ET não somente em manter ABG diretamente ligadas à melhoria da produtividade agrícola, mas em genômica e proteômica como expansão dos negócios das empresas farmacêuticas, e, além do mais, na P&D como um negócio em si.

Este resultado é coerente com as atuais estratégias de difusão de OGM de ambas as ET. Está de acordo com o que foi discutido no Capítulo 4, sobre a difusão dos OGM nos últimos dez anos, baseada em técnicas outrora restritas à pesquisa científica, como é o caso da Categoria 1. Também demonstra que as empresas do setor farmacêutico estão investindo em novas trajetórias tecnológicas baseadas em genômica, mesmo nas que apresentam claros e fortes nexos com o setor agrícola, como forma de superar o possível esgotamento das antigas rotas de tratamento de câncer, doenças degenerativas, metabólicas, etc²⁰¹.

Em termos da Categoria 3, os dados apontam para um cenário semelhante ao anterior. Segundo o Gráfico 5.5, as ET também são detentoras da maioria das patentes, seguidas das IP&D.

As ABG da Categoria 3 (ver Gráfico 5.5) também são estratégicas, mas por motivos diversos daqueles da Categoria 1. São elementos de controle dos genes e dos processos de hibridização de plantas. Com elas é possível criar variedades vegetais cujas sementes só germinem uma vez,

²⁰¹ Esta constatação, apesar de não se basear em dados mensurados, pôde ser feita graças à leitura dos textos das patentes da população, na qual ficou claro como a contigüidade evolutiva entre organismos dos diferentes Reinos permite que biotecnologias de aplicação agrícola sejam úteis para o tratamento de doenças humanas.

por exemplo, ou que uma vez replantadas não apresentem a mesma produtividade do primeiro plantio²⁰².

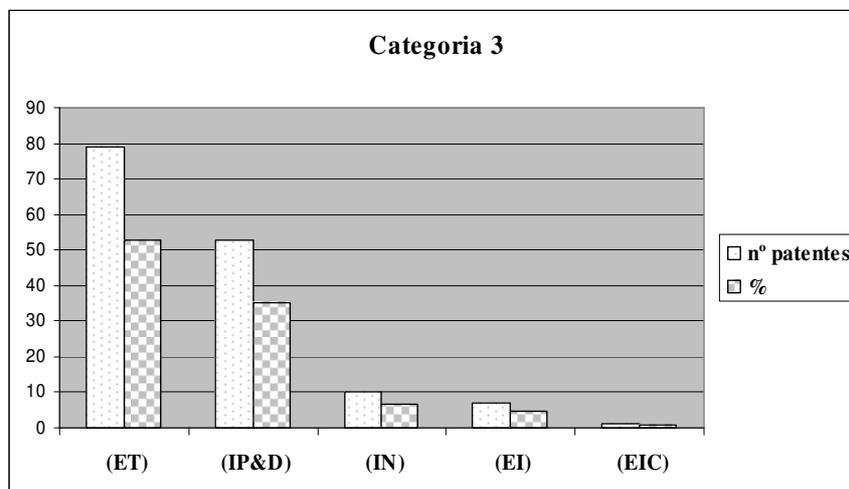


Gráfico 5.5 – Distribuição de patentes por tipo de detentor – Categoria 3

Esta condição de controle total ou parcial da germinação e hibridização deve ter um importante impacto sobre as formas tradicionais de obtenção de novas variedades vegetais, baseadas em comportamentos tácitos do melhorista de plantas em reconhecer melhores cepas. Deve forçar os usuários à compra mais freqüente de sementes, garantindo o retorno econômico dos ativos investidos na P&D, já que a capacidade de germinação do produto é controlável no nível celular; também permitem bloquear o contrabando de sementes e das tecnologias a elas incorporadas, o que permite fixar os pontos de venda de sementes originais, que não poderão ser replicadas por aqueles que não possuam os conhecimentos técnicos de genômica e proteômica.

Este conjunto de dispositivos apresentam caráter de apropriação, e são complementares àqueles relativos aos DPI formalmente considerados. Parece ser uma alternativa para equacionar, pelo menos em parte, os problemas com os sistemas regulatórios regionais ou nacionais de DPI, que nem sempre são favoráveis à apropriação.

²⁰² Fazem parte deste tipo de ABG as polêmicas biotecnologias conhecidas como “*exterminator*”, que impedem a germinação da semente após uma geração, porque silenciam certos genes essenciais para que estes processos sejam concluídos pelas células do embrião da planta.

Analisando a composição da categoria, em termos da ET, apenas cinco das líderes detêm 67,08 % das patentes, com posições muito semelhantes às anteriores. As primeiras três – E.I.Du Pont, (atualmente proprietária da Pioneer Hi-Bred), Monsanto e Syngenta (Novartis) são também as três grandes líderes do mercado agrícola global. O padrão proprietário das ABG fica ainda mais concentrado pelo fato da Pioneer Hi-Bred ser subsidiária da E.I. Du Pont, o que faz desta última empresa a maior proprietária de ABG incorporadas em patentes desta categoria.

Para o setor privado, investir e se apropriar de ABG da Categoria 3 (Gráfico 5.6) se mostra essencial para a manutenção de mercados globais, que passa pelo controle dos mercados regionais e locais. Estas ABG permitem o controle de respostas ambientais, muito específicas, por conta das condições edáficas e climáticas de cada região agrícola. Ou seja, tais ABG, em conjunto com as da Categoria 1, formam um pacote tecnológico altamente estratégico, porque dá lastro técnico agrônomo, controle sobre os investimentos em P&D e segurança contra contrabando e cópia.

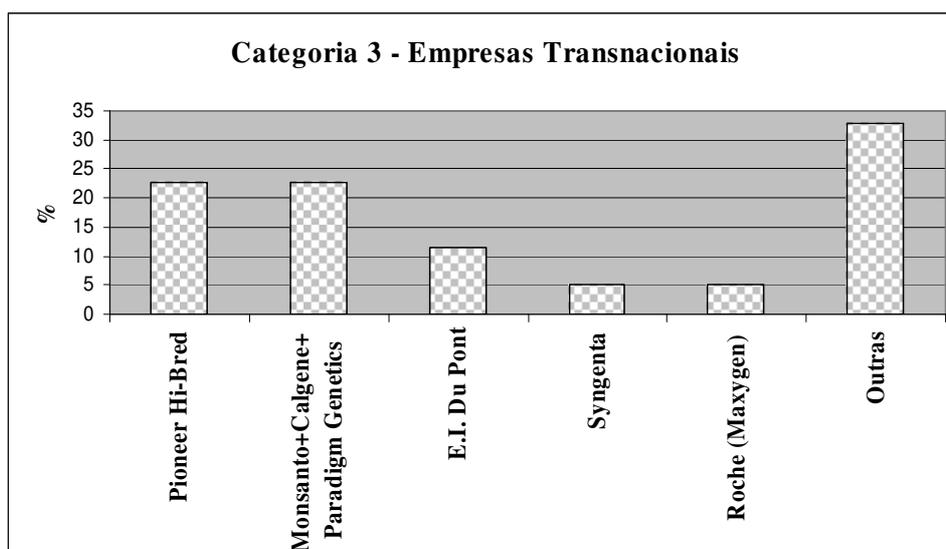


Gráfico 5.6 - Distribuição (%) das patentes Categoria 3, por Empresas Transnacionais.

A Categoria 9 – ácidos nucleicos e polipeptídeos ligados a vias metabólicas e controle fenotípico - é a que envolve tecnologias mais “maduras”, sendo das primeiras a serem solicitadas no grupo C07h21. Permitem basicamente que se obtenha o controle de biossíntese de compostos celulares; isto significa que a biologia molecular dos organismos pode ser regulada artificialmente através destas biotecnologias. Conduzir processos de fotossíntese, através de controle de citocromos, enzimas, codificação de proteínas e açúcares, compostos

ligados ao armazenamento de moléculas, de controle de elongação de amido e de gorduras, etc, ao mesmo tempo em que se pode regular a expressão dos genes relativos ao crescimento dos organismos em condições ambientais diversas faz muita a diferença, permitindo oferecer produtos cujo conteúdo bioquímico seja especificamente adaptado às demandas dos mercados de alimentos, nutrição animal e farmacêutica. A obtenção de moléculas de conformação tridimensional já prontas para a utilização no mercado de alimentos, por exemplo, pode reduzir drasticamente os custos com processos bioquímicos industriais, além de atender às exigências de consumidores por produtos menos nocivos à saúde, como no caso de gorduras “trans”, que podem ser eliminadas dos processos biossintéticos normais por meio destas ferramentas de controle gênico. Viabilizam a obtenção de variedades de plantas cuja semente apresente, por exemplo, quantidades maiores de vitaminas, pro-vitaminas, óleos, proteínas específicas, etc.

A capacidade de modulação genômica de tais processos biossintéticos altera as rotas tecnológicas tradicionais, apresentando pelo menos dois tipos de impacto econômico: tornam os vegetais não-geneticamente modificados pouco competitivos em termos da produtividade que possam oferecer e, dado que as competências tecnológicas requeridas para a cópia são muito específicas, estas ABG reforçam o padrão de apropriação da economia baseada em conhecimento. Em termos do tipo de ET detentora, os cenários anteriores da apropriação se repetem (Gráfico 5.7).

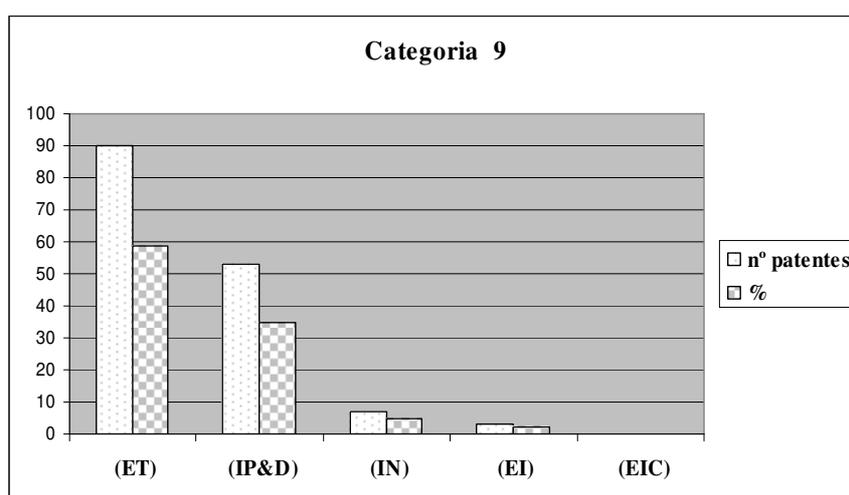


Gráfico 5.7 - Distribuição de patentes por tipo de detentor – Categoria 9

ETs são os maiores detentores destas ABG; quase 60% delas são de propriedade de 34 diferentes empresas, enquanto 34% são de propriedade de 42 diferentes Instituições de P&D não-empresariais (Gráfico 5.8).

Uma análise do processo de consolidação das empresas isoladas, minoria detentora destas ABG proprietárias, mostra que, em geral, costumam ser adquiridas pelas ET, em especial quando as ABG se mostram de grande valor para os mercados em questão. Mas, o mapeamento acurado deste fenômeno permanece na agenda de pesquisa que ainda se mostra necessária para compreender estes processos, que esta tese não poderia esgotar.

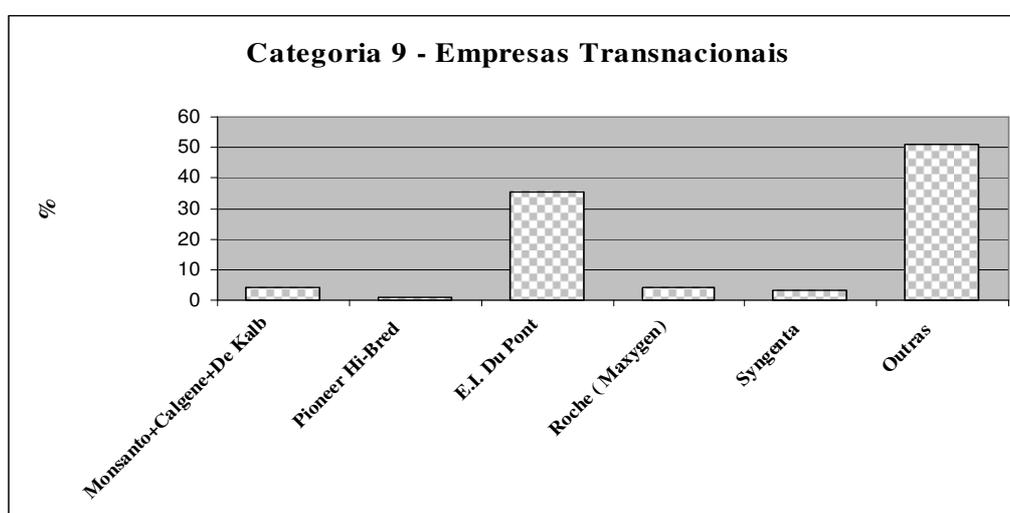


Gráfico 5.8 - Distribuição (%) das patentes da Categoria 9, por Empresas Transnacionais.

A Categoria 14 – Variedades Vegetais, do Grupo D – Germoplasma - contém apenas 37 patentes. Esta categoria foi criada como parte da tipologia da tese porque permite separar as variedades de plantas cuja proteção se dá a partir do germoplasma daquela forma de proteção de seqüências gênicas ou moléculas; a exceção está numa única patente, de cassete de transformação gênica, já que este é o mecanismo essencial para a obtenção de novas variedades GM. Ressalte-se o fato de que, uma vez que a busca foi feita na base do USPTO, é necessário lembrar que nos EUA são utilizadas pelo menos duas formas de proteção às variedades vegetais. A proteção pode se dar por meio de patentes e/ou por proteção a cultivares; mas, em se tratando de OGM, parece lógico que proteção por patente seja também utilizada, já que os

processos biológicos envolvidos na obtenção da inovação teriam seus DPI também protegidos, principalmente porque neste país os genes são objeto de proteção patentária.

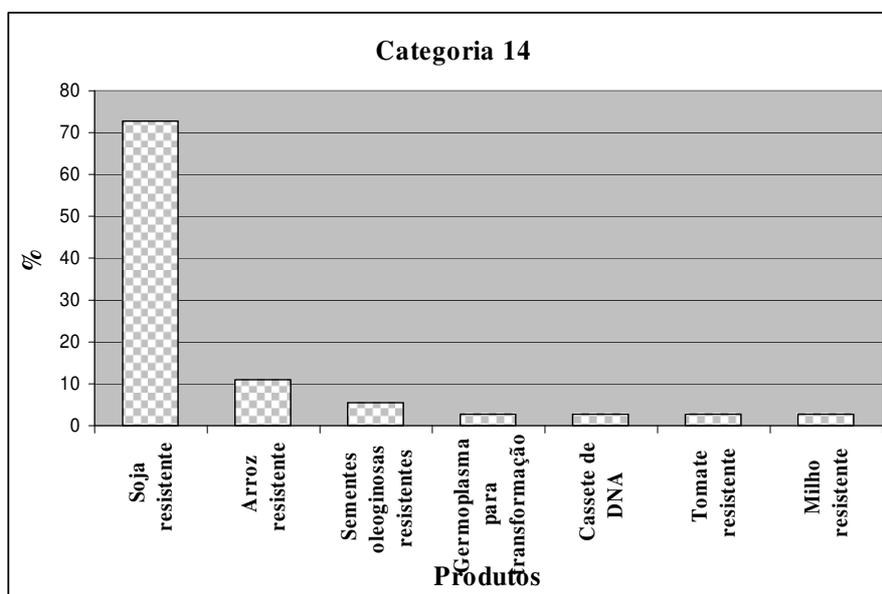


Gráfico 5.9 - Distribuição de tipos de cultivares transgênicos - Categoria 14.

Estas ABG, distribuídas segundo o Gráfico 5.9, envolvem cultivares tolerantes a condições agronômicas específicas, tais como redução da disponibilidade hídrica, resistência a patógenos ou a herbicidas, com capacidade de retardo de amadurecimento e aquelas com resistência a pragas (caso da Soja “Bt”, que recebeu gene da bactéria *Bacillus thuringiensis*, tornando-se tóxica para insetos predadores - patentes de número 6313378 no USPTO). Estas plantas, em geral, apresentam também maior estabilidade genética e melhoria da adaptabilidade climática²⁰³.

²⁰³ Estas características podem, não ser, necessariamente, vantajosas a médio e longo prazo. Isto porque, em geral, as variedades selecionadas para plantio em escala são selecionadas a partir de certos grupos de características que são comercialmente interessantes. Mas isto resulta em erosão genética: poucos indivíduos parentais, em geral, deram origem a estas variedades. Assim, a capacidade ecológica de resistência a mudanças ambientais ou ataque de patógenos ou pragas é, muito freqüentemente, bastante específica e não se mantém por muitas gerações. A diversidade genética diminuída se torna, neste sentido, uma potencial ameaça à utilização de uma mesma variedade GM por longo tempo, obrigando a contínua P&D desta área. Também não são plantas que tenham superado a questão da resistência como um todo: continuarão a sofrer seleção os insetos resistentes a estas plantas, da mesma forma que o são em relação aos inseticidas tradicionais, o que reforça ainda mais a continuidade dos investimentos em P&D.

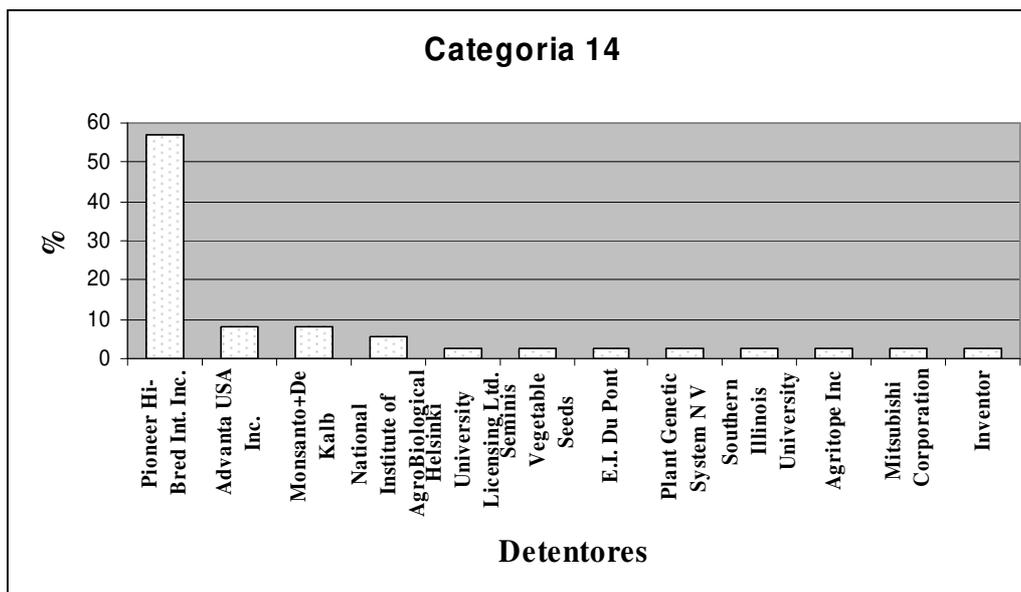


Gráfico 5.10 - Distribuição (%) das patentes - Categoria 14, por Empresas Transnacionais.

Com a aquisição da Pioneer Hi-Bred, a E.I. Du Pont se tornou a maior detentora de patentes da Categoria 14 (Gráfico 5.10), ainda que não tenha muitos de seus produtos – novas variedades transgênicas - difundidos no mercado, que é liderado pela Monsanto. Esta pode ser uma interessante estratégia: a E.I. Du Pont parece aguardar que o nível de conflito associado à difusão de OGM na agricultura diminua, à custa de esforços de exposição pública da Monsanto. A Monsanto-De Kalb, apesar de detentora de um menor número de patentes, é hoje a empresa que mais comercializa cultivares transgênicos, em especial os de soja (*Round Up Ready*, resistente ao herbicida de mesmo nome).

No caso da Categoria 6 – herbicidas e biocidas - foram colocadas exclusivamente as patentes de processos, genes e moléculas envolvidas na obtenção de novas variedades vegetais, mas não seus germoplasmas ou plantas inteiras (que estão na Categoria 14). A resistência gênica contra pragas pode ser obtida por meio de transgenia de seqüências de DNA que codificam proteínas tóxicas ou outras endotoxinas, entre as quais os antígenos que, ingeridos pela praga, quando esta se alimenta do vegetal, se ligam à parede de seus intestinos, levando o predador à morte. A próprias proteínas cristalizadas ou os genes que as codificam também são patenteáveis, como é o caso da patente de nº 5558862, cujo detentor é a Monsanto; é a “toxina Bt”, que vem causando polêmica sobre seus potenciais efeitos ecológicos e ambientais, já que parece poder

eliminar muitas outras espécies de insetos que não são predadores de plantas. Esta situação revela muito claramente que, além dos custos referentes aos sistemas de regulação de DPI e dos potenciais custos para minimizar a visão negativa de parte dos consumidores de OGM, é preciso investir em programas de pesquisa que avaliem o impacto ambiental destas ABG. Apenas grandes empresas de porte mundial poderiam arcar com este tipo de empreita, que envolve gerar pesquisa científica capaz de produzir evidência a favor de que tais danos não seriam importantes. Estas iniciativas compõem o conjunto de aspectos relacionados à difusão de OGM e só aparentemente não se relacionariam com as questões do campo dos DPI. Mas o arcabouço destes direitos, no nível nacional, é dado muito frequentemente por conta das formas como atores sociais desempenham os jogos de apropriação que esta tese discute. Assim, argumentar contra ou a favor da idéia do direito de exclusividade ou do monopólio de idéias “puras” – no caso, na forma das patentes sobre códigos genéticos - depende muito frequentemente do convencimento de atores locais de que este tipo de tecnologia só traria “benfeitorias” sociais e nenhum impacto ambiental ou econômico negativo. O convencimento da opinião pública de que OGM não são ambientalmente deletérios está, assim, intimamente ligado ao alinhamento das legislações nacionais ao processo de harmonização de DPI no nível global.

O Gráfico 5.11 mostra a composição proprietária das patentes da Categoria 6, que têm como principal detentor a Dow AgroSciences, seguida da Novartis (considerando-se a participação dos ativos da Syngenta, que é sua subsidiária) e da Monsanto.

Merece atenção o fato de que 97,3 % destas patentes são de propriedade de ET; o único IP&D detentor de patentes é o Instituto Pasteur, da França. Isto demonstra que os investimentos em ABG, no que se refere à parte destas biotecnologias que devem arcar com os custos de regulação, dentre os quais estão aqueles derivados do equacionamento das polêmicas ambientais sobre o impacto de OGM, é negócio para gigantes do mercado agrícola. Tal padrão proprietário mostra que estes investimentos só fazem sentido e só são sustentáveis no escopo da agricultura de escala e do agronegócio internacional. Neste contexto, a harmonização global dos DPI se demonstra essencial.

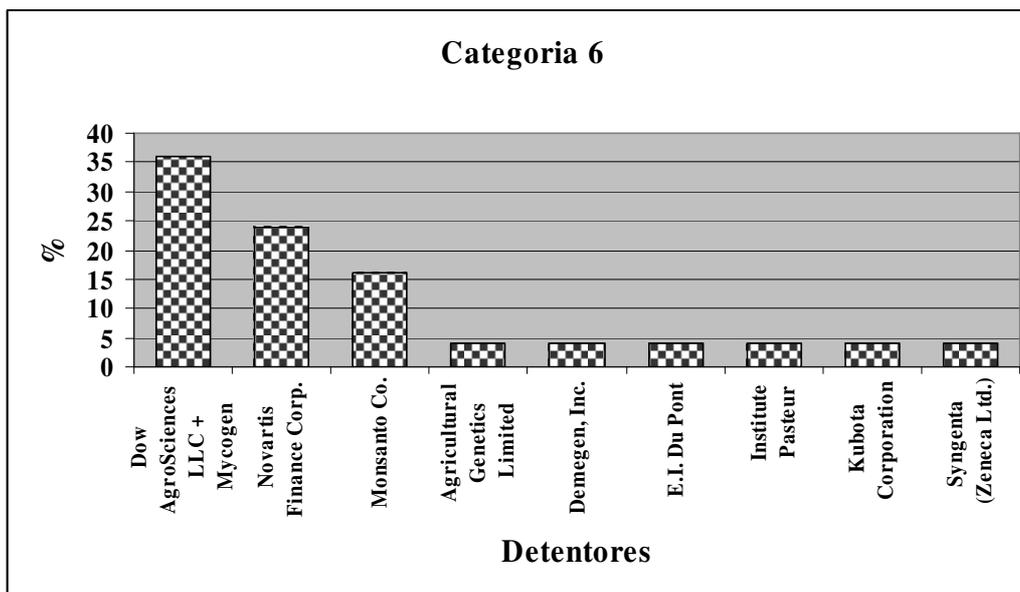


Gráfico 5.11 - Distribuição (%) dos detentores de patentes da Categoria 6

Finalmente, fechando a dimensão temática, tem-se a Categoria 0, biotecnologias de modelagem molecular, seleção de genótipos e fenótipos por simulação *in silico*, que permitem realizar ensaios de diversidade genética *in vitro*, mapear a expressão gênica e produzir recombinação de n gerações de uma espécie ou variedade de organismo utilizando bibliotecas de variantes genéticas.

A biotecnologia do *shuffling DNA* utiliza genes relacionados de diferentes espécies ou genes com funções correlacionadas ou fragmentos destes genes, re-arranjando-os por meio de recombinação. Estas combinações gênicas produzidas artificialmente são então introduzidas em um organismo vivo (em geral, a *Escherichia coli*), permitindo identificar quais “novos” genes codificam novos produtos de interesse comercial. Os genes que expressam uma proteína ou enzima deste tipo são novamente fragmentados e re-arranjados, na forma de *genes recombinantes*. Na natureza, este processo acontece ao longo de cadeias de recombinação, que acontecem por conta dos processos de reprodução dos seres vivos, e que demoram muitas gerações até que uma variante nova se demonstre adaptada a determinada condição ambiental, como resultado da seleção. Este é um processo central do fenômeno da evolução biológica. Uma vez “desenhados” artificialmente os genes de interesse, continua-se com o processo, até

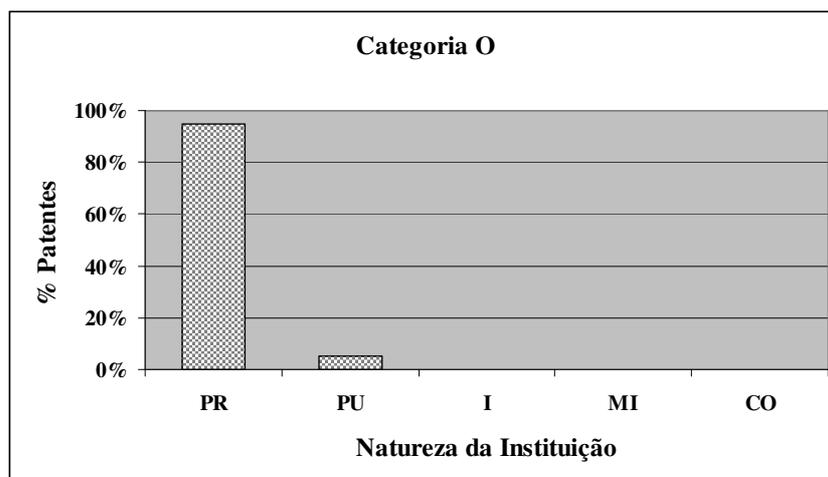
conseguir uma proteína ou enzima que apresente determinada ação biológica de interesse industrial.

Estas biotecnologias envolvem a integração de modelos matemáticos e algoritmos que provêm a estrutura lógica preditiva para as infinitas combinações entre seqüências de nucleotídeos, que são as unidades do DNA, ou de trechos desta molécula. Permitem identificar seqüências que são repetidas nos genomas de diferentes espécies ou de variedades de seres vivos de uma mesma espécie.

As técnicas da Categoria 0 podem ser consideradas as de maior valor agregado entre todas as da tipologia de ABG utilizada nesta tese. São essenciais para entender, no universo da biodiversidade, como a evolução das espécies manteve, alterou ou recombina determinadas seqüências de informações e como elas se “re-embaralham” ao longo das cadeias de reprodução desta espécie. Delas parece depender a competitividade tecnológica dos setores correlatos, tanto no que tange a geração de novas trajetórias de produtos farmacêuticos quanto para a predição de características agrícolas de determinada variedade vegetal. No campo farmacêutico, isto significa poder modelar moléculas com grande especificidade terapêutica, fazendo com que se superem a maioria dos problemas que as drogas de ação menos específica apresentam atualmente. Tornam possível desenvolver moléculas bloqueadoras de infecção, no nível das identidades bioquímicas entre parasitas e seus hospedeiros, substâncias que reduzam a expressão de genes nos processos oncológicos, degenerativos e infecciosos. Também permitem desenvolver micro-organismos GM capazes de resolver problemas ambientais, como por exemplo, aqueles que produzam, quando em contato com petróleo derramado, enzimas de digestão de hidro-carbonetos.

O desenho de drogas específicas e a acuidade terapêutica e/ou ambiental, representam, neste sentido, o fator central da vantagem competitiva gerada pelas biotecnologias desta categoria (Gráficos 5.12 e 5.13).

A empresa farmacêutica Roche aparece como a maior detentora desta categoria de patentes, desenvolvidas pela Maxygen, que foi originalmente criada como empresa isolada, recentemente adquirida pela Roche.



Legenda: PU - Públicas: universidades públicas, centros de pesquisa e laboratórios governamentais de C&T e P&D; PR - Privadas: empresas, centros de P&D, consórcios entre organizações; CO – Centros de C&T e P&D colaborativa entre o setor público e o setor privado; MI – Mistos: universidades ou outras instituições de caráter e administração privados, que captam recursos públicos e privados

Gráfico 5.12 – Distribuição das patentes - Categoria O, segundo a natureza da instituição

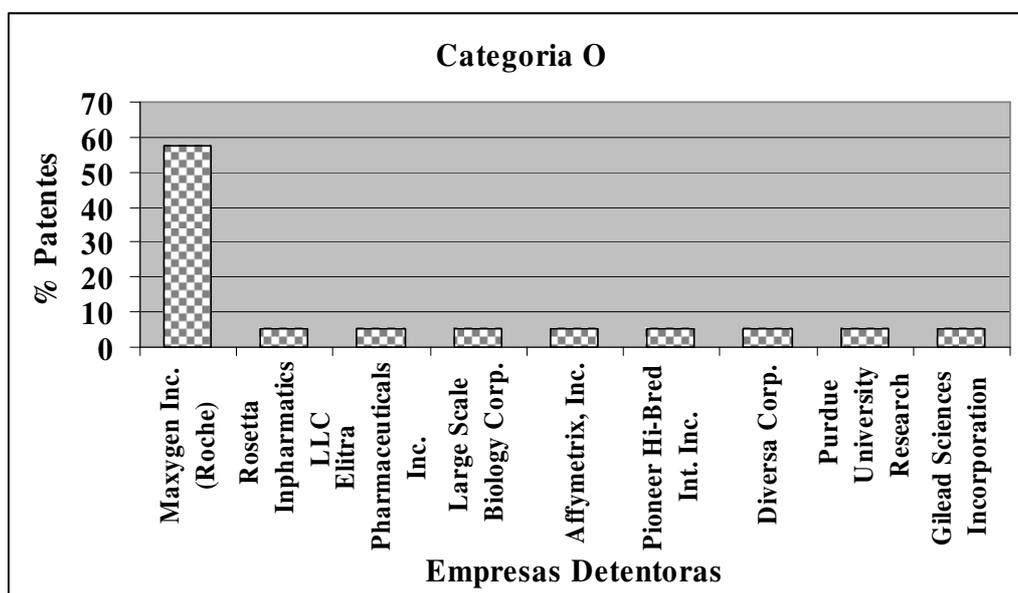


Gráfico 5.13 – Distribuição das patentes - Categoria O, segundo ET.

Atente-se para o fato de que, mesmo que a palavra “*plant*” conste do quadro reivindicatório, o que caracterizaria aplicação para o setor agrícola, a maioria das empresas é do setor

farmacêutico, como se pode observar no Quadro 5.1. Apenas uma instituição pública, a Universidade de Purdue, aparece neste contexto, com menos de 5% das patentes da categoria.

Desde a década de 1990 as atividades científicas de sequenciamento de DNA sofreram grande difusão. O custo médio de mapeamento genômico, no início do Genoma Humano, foi projetado em mais de US\$ 600 milhões. Custou, segundo algumas fontes, pelo menos 40% a mais do que o previsto. O primeiro genoma de bactéria sequenciado no Brasil, da *Xylella fastidiosa*, custou quase R\$ 6,0 milhões à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo, entre os anos de 1998 e 2000.

Quadro 5.1 - Composição das Empresas - Categoria 0

Empresa	Condição da Empresa / Instituição
Affymetrix	Isolada
Rosetta Inpharmaceutics LLC	Subsidiária Merck & Co
Elitra Pharmaceuticals Inc.	Subsidiária GlaxoSmithKline PLC/SmithKline Beecham; LG Group/LG Chemical Ltd.; Pfizer
Large Scale Biology Corp.	Isolada
Maxygen Inc.	Subsidiária Roche
Pioneer Hi-Bred Int. Inc.	Subsidiária E.I. Du Pont
Diversa Corp.	Subsidiária Glaxo Wellcome
Purdue University Research Foundation	Universidade Pública
Gilead Sciences Incorporation	Isolada, com participação acionária da Bristol-Myers Squibb e Cisco Systems

Hoje, o custo médio de sequenciamento de um microrganismo não passa de US\$ 10 mil, podendo ser realizado em menos de uma semana. Obviamente, adquirir competência nesta área foi essencial para colocar o Brasil no campo da pesquisa genômica. Mas, passado este tempo, é possível estimar que as biotecnologias das categorias estudadas, em especial da “O” – que são insumidoras de resultados de pesquisa básica, como aquela do Genoma *Xylella* - só são possíveis por conta da existência de bancos mundiais de genes e bibliotecas de homologia, financiados por um conjunto muito heterogêneo de instituições.

Sem dúvida, o setor privado deve ter mais interesse na P&D desta área do conhecimento, sendo mesmo a instância mais interessada em inovação, o que justifica ser o detentor da maioria das ABG estudadas neste trabalho. Demonstra, além de tudo, ter capacidade de absorção tecnológica, já que transforma conhecimentos em tecnologias de grande poder competitivo.

Mas, além de tudo, estes resultados mostram que, sendo as grandes empresas mundiais os atores centrais da apropriação de ABG, faz sentido, no caso brasileiro, participar ativamente, no modo como esta tese aponta, dos processos de harmonização (ou não) de DPI no nível mundial.

Dimensão geográfica - detentores por país e estados do país líder

A análise das patentes, de como se distribuem geograficamente, utilizou os dados da amostra de 86 patentes que foram citadas pelo menos uma vez por outras patentes do mesmo subgrupo. Este procedimento tem como objetivo revelar onde estão localizadas as instituições, inventores ou empresas que formam a rede de detentores de ABG. Prepara, desta forma, a análise do item a seguir, no qual se pretende mostrar como e por onde acontece o fluxo de conhecimentos pela rede de atores sociais em C&T.

Os EUA são o país cujas patentes são mais citadas (Gráfico 5.14), com mais de 84% delas, seguidos pela Alemanha (4,6%) e França (3,4%).

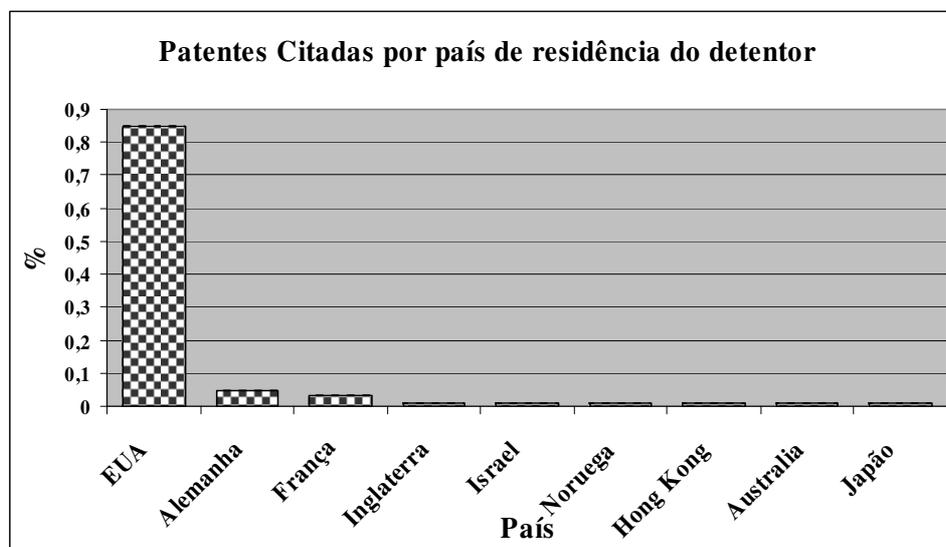
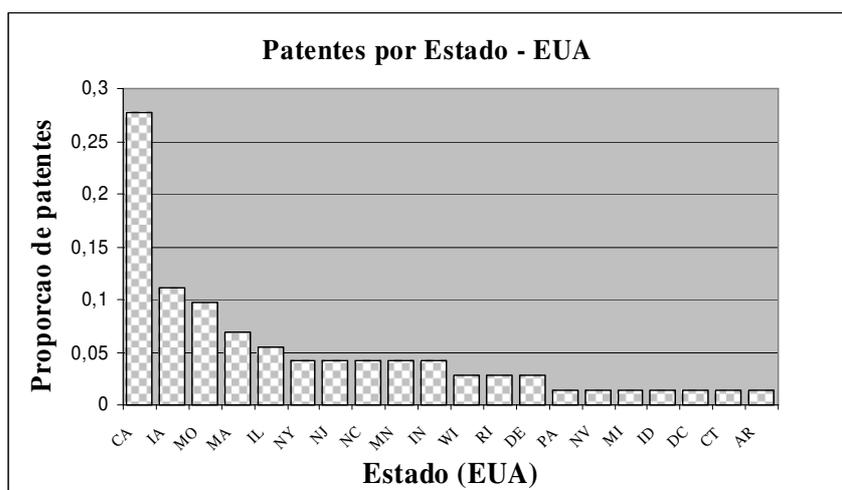


Gráfico 5.14 – Patentes Citadas por país de residência do detentor

Poder-se-ia argumentar que, uma vez que a pesquisa deste estudo foi feita pelo USPTO, este resultado seria esperado. Mas, como se viu anteriormente, em termos da população de 725 patentes, a distribuição por países não se correlaciona à da amostra de patentes citadas. Nela,

uma gama muito maior de países está presente, e a relevância da participação dos EUA não se mostra semelhante.

É possível constatar que os EUA são o local de residência das patentes com maior potencial em termos do valor de mercado; em termos da proporção destas patentes, por estado norte-americano (Gráfico 5.15), os estados da Califórnia, Iowa e Missouri são os mais representativos, de modo coerente com o fato de que a Califórnia é conhecida como pólo de geração de conhecimentos nesta área, e as maiores indústrias agrícolas mundiais e aquelas do mercado farmacêutico que estão entrando nos negócios da P&D em biotecnologia genômica são destes estados. A Monsanto é de Saint Louis, MO e suas duas maiores subsidiárias, a De Kalb e a Calgene são, respectivamente, de Illinois e da Califórnia; a E.I. Du Pont é de Delaware e sua grande subsidiária de P&D, a Pioneer Hi-Bred é de Illinois. Este cenário se mostra perfeitamente coerente com as considerações anteriores, acerca das categorias de ABG e seus detentores majoritários.



Legenda: CA-Califórnia; IA-Iowa; MO-Missouri; MA-Massachussets; IL-Illinois; NY-Nova York; NJ-Nova Jersey; NC-Carolina do Norte; MN-Minnesota; IN-Indiana; WI-Wisconsin; RI-Rhode Island; DE-Delaware; PA-Pensylvannia; NV-Nevada; MI-Michigan; ID - Idaho; DC - Washington DC; CT-Connecticut; AR - Arkansas.

Gráfico 5.15 - Distribuição de Patentes Citadas por Estado dos EUA.

A análise da rede, apresentada mais adiante, permitirá entender o papel central destes atores empresariais na rede, assim como de algumas instituições públicas de maior relevância, em termos da apropriação de biotecnologias. Este é um interessante indicador de apropriação, pois

o estudo das citações (Hall *et alii.*, 2001) permite entender seus *spill overs* e o valor das patentes, individualmente. Isto quer dizer que o valor das empresas detentoras de patentes muito citadas pode ser considerado como uma *proxy* do seu valor de mercado.

Posicionar as empresas ou instituições detentoras de patentes citadas na rede é essencial para compreender a dinâmica de apropriação das ABG. Além disto, este procedimento pode ser visto, de modo complementar, como um instrumento de monitoramento de biotecnologias.

Dimensão dinâmica – indicadores de rede

Esta seção apresenta e discute os resultados do mapeamento da rede de inovação em ABG, a partir da análise do perfil de co-citações patentes genômicas. A amostra é de 86²⁰⁴ patentes entre as 219 que são citadas pelo menos uma vez, dentre todas aquelas da 725 da subclasse C07h21 que apresentam a palavra *plant* no quadro reivindicatório.

Assim como especificado na Tabela 2.1, as redes são construídas a partir de uma matriz quadrada que relaciona patentes citadas e suas citadoras - segundo seus números no USPTO. Este procedimento determina a lógica de análise da rede: cada vértice é uma patente, que pode ser citada por uma ou mais patentes concedidas posteriormente a ela.

Arcos, que são as linhas que representam a citação entre vértices j e z , são sempre de valor inteiro. Uma certa patente j só é citada por uma outra patente z , específica, uma única vez, já que não faz sentido citar uma patente mais de uma vez quando se utiliza esta referência como estado-da-arte para solicitar DPI sobre uma nova invenção. No caso em tela, os *vetores* também serão de valor inteiro, já que ou não há linha entre dois vértices (no caso de uma patente não citar a outra) ou há uma linha de citação entre j e z . Esta situação seria diferente para um caso como, por exemplo, o de fluxo de capital entre países: entre o país g e o país k pode haver diferentes intensidades (*vetores*) de fluxo de capital. O fluxo, independentemente de sua intensidade, é representado por um *arco*, que parte da patente citadora para a que é citada. Já o vetor - intensidade do fluxo de capital - pode ter valor fracionado. No caso das patentes, *vetores* só podem ter valores inteiros, significando o mesmo que os *arcos*: uma mesma unidade inteira de ligação entre vértices.

²⁰⁴ Seleccionadas ao acaso.

As relações de co-citação, mapeadas a partir desta lógica, resultaram nas Figuras apresentadas nesta seção.

A análise visual das redes é, em si, um instrumento bastante esclarecedor das relações entre atores. A partir dela é possível observar que certas patentes são muito citadas mas, mais do que isto, que são citadas por grupos de maior ou menor tamanho. Cabe, então, proceder à verificação do conteúdo e importância destas patentes. Também é possível visualizar que os subgrupos formados por patentes muito citadas estão interligados por subgrupos de citadores.

Já que o software PAJEK permite que se revelem partições da rede, foi possível investigar como as categorias de biotecnologia (tipologia 1 a 18) e o caráter da instituição se mostram distribuídos na rede. Encontraram-se muitas patentes *conectoras*, ou seja, que não são citadas, mas citam ao mesmo tempo outras patentes que são muito citadas.

Também nesta seção são apresentados os indicadores de rede: a densidade, os índices de centralidade dos principais vértices, a centralidade média da rede, a distância geodésica entre os vértices mais representativos e a conectividade entre os atores.

5.1.1.1 Densidade, Centralidade e Conectividade da Rede

A visão geral da rede (Figura 5.1) foi obtida a partir das relações existentes entre os 612 vértices e as 1246 linhas que conectam muitos deles. No caso, não há alças, ou *loops*, pois uma patente não cita a ela mesma como referência para provar que o estado-da-arte sobre o objeto de patenteamento foi contemplado na solicitação do título de DPI. Nos casos em que isto acontece, a rede deve ser previamente simetrizada, transformando-se todos os *arcos* (inclusive os que vão de um vértice para ele mesmo) em linhas simples, sem setas (ou seja, em vínculos do tipo *aresta*).

A densidade desta rede estudada é de 0,0167%, lembrando-se que numa rede *completa* - na qual todos os vértices estivessem ligados a todos os outros - a densidade seria igual a 1,0.

Este indicador captura a idéia de coesão geral da rede, ou seja, da força das relações entre atores. A densidade é inversamente proporcional ao tamanho da rede: conforme o número de vértices cresce, maior será, proporcionalmente, o número de ligações totais possíveis entre eles. Mas, fora o fato de, intuitivamente, ser interessante explorar a densidade da rede, este

indicador faria mais sentido no caso de comparação entre redes. Isto não é viável, no caso em questão, pois a comparação de densidades ao longo da “evolução” de uma rede de co-citações só seria estatisticamente útil caso as redes tivessem o mesmo número de vértices.

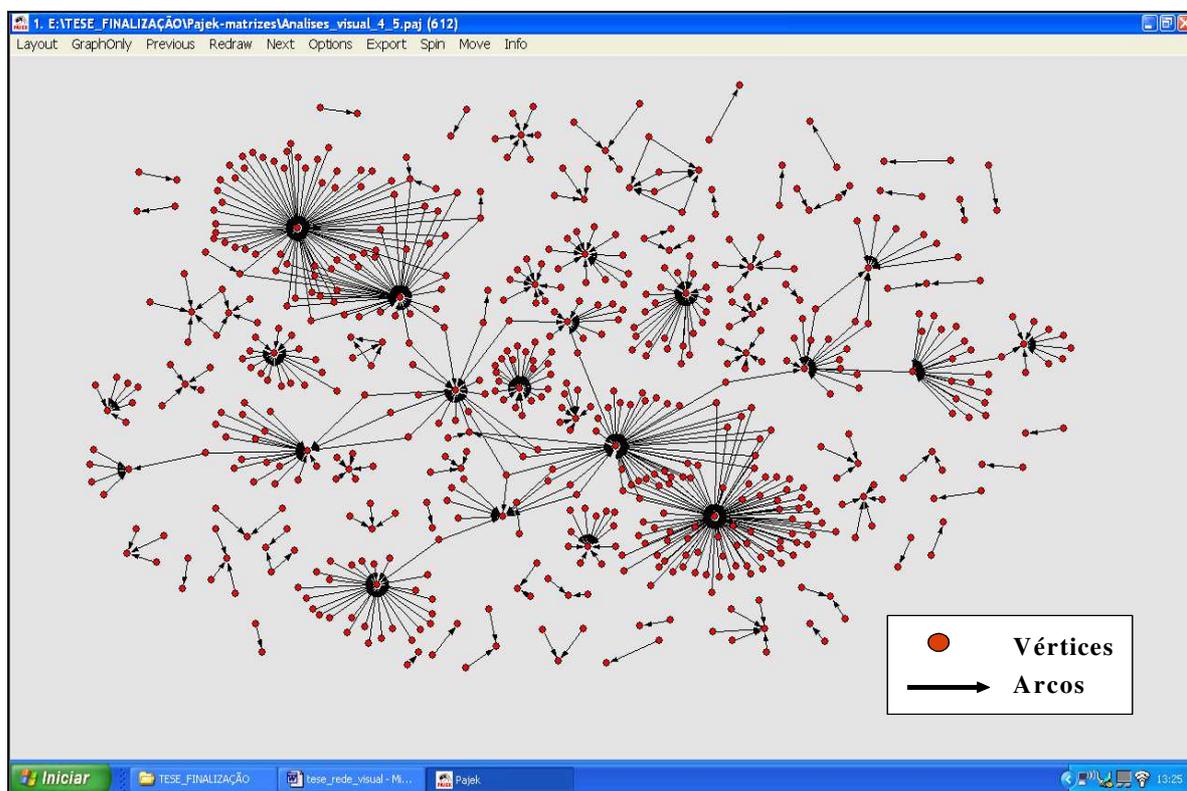


Figura 5.1 – Visão geral da rede de citações – patentes C07h21

Isto não acontece no caso das redes de citação de patentes, pois na medida que o tempo passa, um número diferente de patentes novas poderão citar as antigas. Assim, muito dificilmente teríamos redes de igual tamanho, ao longo do tempo, a ponto de que suas densidades fossem comparáveis. De qualquer forma, a rede em tela pode ser considerada de baixa coesão geral, se comparada à alta centralidade²⁰⁵ de alguns *clusters*, que são nucleados por patentes muito citadas – indicadas, na Figura 5.2, por numerais romanos de I a XIV. As regiões pontilhadas referem-se a grupos de patentes chamadas *conectores*, já que citam a duas outras simultaneamente, conectando-as.

²⁰⁵ Analisados algebricamente logo a seguir.

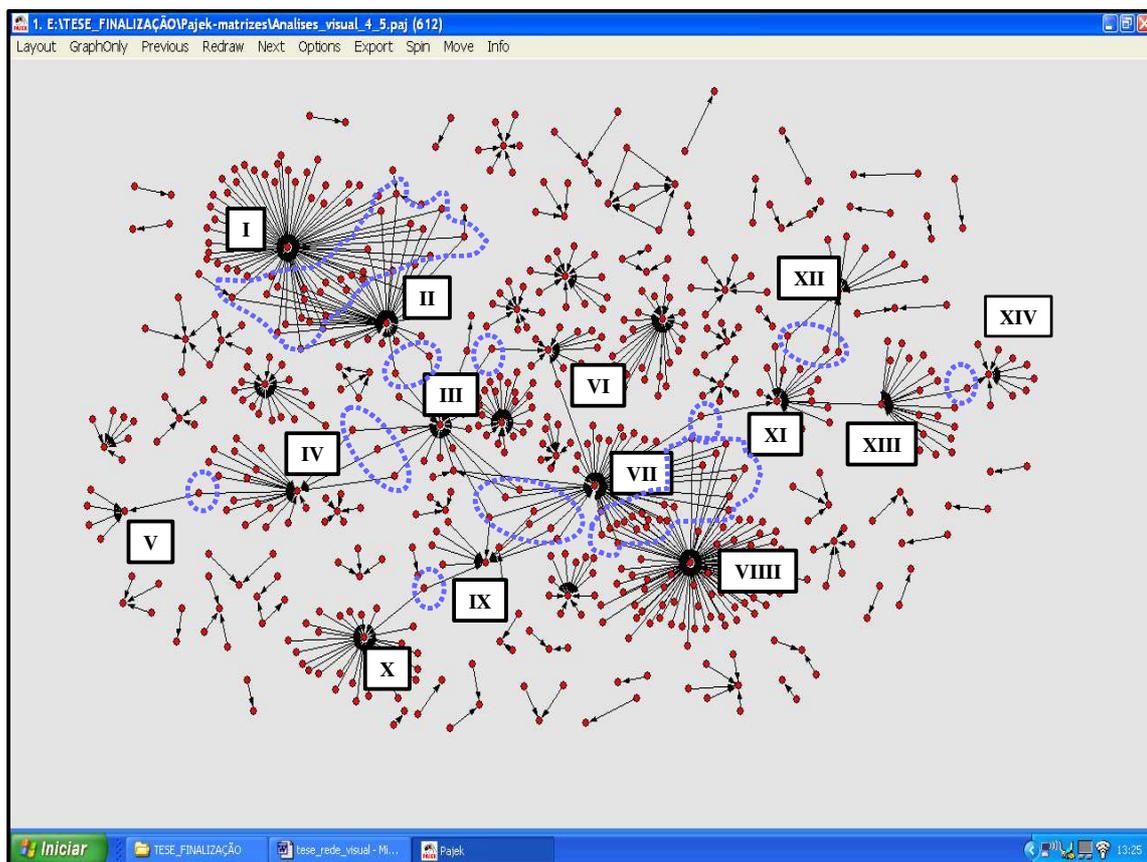


Figura 5.2 – Visão geral: *clusters* da rede de citações e conectores – patentes C07h21

A análise da distribuição das frequências das citações (ver Tabela 5.1) reforça a idéia de que poucas patentes são muito referenciadas. As categorias de 1 e 2 vínculos, ou citações, somam mais de 92% do total; a frequência acumulada de 8 citações representa 97,0% das citações. Ou seja, poucas patentes são mais citadas do que isto, o que permite comprovar que são raras as patentes muito citadas por muitas outras.

O grau médio dos vértices, ou seja, a média de arcos que incidem sobre um vértice, na rede estudada, é 0.13627. Este é um indicador de coesão média da rede, de melhor qualidade do que o de densidade geral. Mostra que alguns poucos atores estabelecem vínculos muito fortes com a rede geral: um deles, o último da lista da Tabela 5.1, apresenta 85 linhas incidentes, o que perfaz uma força de vinculação 623 vezes maior do que a média da rede.

Tabela 5.1 - Distribuição das frequências das citações.

Nº Vínculos	Freq.	% Freq	Freq. Cum.	% Freq. Cum.
1	473	77,2876	473	77,2876
2	91	14,8693	564	92,1569
3	12	1,9608	576	94,1176
4	7	1,1438	583	95,2614
5	6	0,9804	589	96,2418
6	3	0,4902	592	96,732
7	1	0,1634	593	96,8954
8	1	0,1634	594	97,0588
9	2	0,3268	596	97,3856
10	1	0,1634	597	97,549
11	3	0,4902	600	98,0392
15	1	0,1634	601	98,2026
16	1	0,1634	602	98
18	1	0,1634	603	98,5294
19	1	0,1634	604	98,6928
20	1	0,1634	405	99,8562
21	1	0,1634	606	99,0196
23	1	0,1634	607	99,183
26	1	0,1634	608	99,3464
39	1	0,1634	609	99,5098
44	1	0,1634	610	99,6732
63	1	0,1634	611	99,8366
85	1	0,1634	612	100

Legenda: Freq. – frequência das citações; Freq. Cum.: frequência acumulada

Faz sentido, neste contexto, verificar detalhadamente quais são as patentes que estão nos mais altos *scores* de citação, em termos da força com que se vinculam à rede e de sua importância para o sistema de inovação em questão.

Trajtemberg (2002) aponta que o uso de índices de citação de patentes por outras subsequentes, como referência de seu valor, no âmbito dos DPI, tem sua justificativa no próprio processo de verificação da solicitação de patentes. Nele, o examinador busca identificar, nas referências citadas (no caso, em outras patentes), qualquer indício de conhecimento tecnológico que, porventura, já tivesse sido protegido; indiretamente, isto revela o estado-da-tecnologia ao qual a patente requerida se relaciona. Portanto, os índices de citação são também medidas de significância tecnológica para as cadeias inovativas.

O que pesa, em termos dos DPI, é que o texto da patente e a lista de citações (no caso da rede, nº de vínculos entre duas patentes) são o resultado do envolvimento de inúmeros atores:

advogados, cientistas, representantes do mercado e o próprio examinador. Imersos num ambiente institucional legal, ao qual se referenciam para conceder ou não o DPI, os examinadores devem traduzir bem o contexto de apropriação, para que possam respeitá-lo, legitimando a norma jurídica. Quando estes últimos concedem o título de propriedade àquele que solicita proteção jurídica sobre ativos de valor econômico, acabam por vincular tais monopólios a um certo valor de mercado. Desta forma, aceitar o conteúdo da patente, em termos das citações de outras patentes, revela a aderência entre o sistema legal sobre DPI e o caráter inovativo da base técnica.

O Quadro 5.2, logo adiante, apresenta o perfil tecnológico das 14 patentes cujas frequências de citação são as mais altas da rede.

Uma patente que seja citada apenas uma vez²⁰⁶ tem índice de centralidade 0,000804. A Tabela 5.2, abaixo, mostra que este mesmo índice, para o grupo de patentes I a XIV, é bem mais alto do que isto:

Tabela 5.2 - Índices de centralidade das patentes mais citadas

<i>Cluster</i>	Índice Centralidade
I	0,0568
II	0,0313
III	0,0144
IV	0,01609
V	0,004
VI	0,0088
VII	0,0353
VIII	0,0683
IX	0,008
X	0,0209
XI	0,0128
XII	0,0072
XIII	0,0144
XIV	0,0072

²⁰⁶ O índice equivale a 1/1243 linhas (total de vínculos reais da rede).

Quadro 5.2 – Perfil dos *clusters* da rede

<i>Cluster/ n° de citações</i>	N° Patente	Detentor	Categoria da Instituição Detentora	Ano da Concessão	Perfil tecnológico	Categoria biotecnológica
I/63	6057103	Diversa Corp.	Privada - subsidiária da Glaxo Wellcome	2000	<i>Screening</i> de novas drogas e de moléculas bioativas; identificação de clones por bibliotecas de expressão gênica; desenvolvimento de novas gerações de antibióticos, anti-retrovirais e antitumores; modelagem de proteínas regulatórias	0
II/39	5877402	Rutgers - The State University of New Jersey	Pública - Universidade	1999	Plastídeos transformados estáveis de plantas; ferramentas de controle de expressão de proteínas; marcadores seletivos de genes.	1
III/18	5378619	Monsanto Co.	Privada	1995	Promotor para transgenia - cassete do vírus do mosaico do figo	3
IV/20	5362865	Monsanto Co.	Privada	1994	Melhoria da expressão de genes em plantas, usando sequências líderes não-relacionadas; proteínas de choque de calor que se ligam a luciferases	11
V/5	5891646	Duke University	Mista	1999	Método de ensaio de atividade receptora - G-proteína; receptores beta-adrenérgicos em mamíferos	18
VI/11	5312910	Monsanto Co.	Privada	1994	Gene da glifosato-tolerante 5-enol-fosfoquilato-sintetase	7
VII/11	5352605	Monsanto Co.	Privada	1994	Genes-quimera para transformação em plantas; promotores virais do vírus do mosaico da couve-flor	1
VIII/85	4727028	Eli Lilly & Co.	Privada	1988	DNA recombinante clonador de vetores e transformantes eucarióticos e procarióticos; gene G 418 de resistência	1
IX/10	5322938	Monsanto Co.	Privada	1994	Sequência de DNA para melhoria da eficiência da transcrição - região de inicialização do vírus do mosaico da couve-flor; sítio de ligação da RNA-polimerase.	1
X/26	4990607	Rockefeller Foundation	Mista	1991	Gene para alteração de expressão de genes em plantas; promotor do vírus do mosaico da couve-flor	3
XI/16	5453566	Calgene	Privada - subsidiária Monsanto	1995	Regulação anti-sense de expressão de genes e plantas e células; controle de transcrição de genes exógenos	1
XII/9	5316930	Pioneer Hi- Bred	Privada - parte da E.I. Du Pont	1994	Plantas Resistentes com RNA anti-sense e RNA de resistência a vírus	3
XIII/18	5824790	Zeneca Ltd.	Parte da Syngenta- Novartis	1998	Modificação da síntese do amido em plantas por inserção de cDNA	9

O índice de centralidade pode ser visto como importante indicador de importância da biotecnologia. Mostra a intensidade da vinculação de um determinado ator – no caso, um vértice, que é uma patente. Tal intensidade se traduz, em termos técnicos, na importância da patente nas trajetórias de inovação.

Por isto, cumpre detalhar tecnicamente o conteúdo destas patentes que mostra, resumidamente, que no período de 1994 (ano da criação da OMC) a 2000, as biotecnologias de I a XIV, com grande poder estruturante para a P&D de fronteira do conhecimento - foram apropriadas na forma de patentes.

Estas biotecnologias consistem em ferramentas de inserção de genes – a maioria derivada de processos naturais, observados em vírus que, ao infectar uma célula, carregam consigo partes do DNA da própria célula. Este tipo de biotecnologia, mimetizando a ação transgênica dos vírus, é essencial para que se obtenha qualquer outra forma de ABG que envolva a manipulação de materiais hereditários. O mesmo acontece com a ABG de controle da transcrição dos ácidos nucleicos: conhecer os processos que regem a expressão das regiões de inicialização do RNA, por exemplo, faz com que todas as vias metabólicas que se desdobram deste passo sejam protegidas por meio de DPI, quando o gene da transcrição é patenteado.

Assim, ficam protegidos todos os processos dependentes deste primeiro: a síntese de proteínas, de enzimas de utilidade industrial, de óleos, esteróides e carboidratos, etc. Por isto, muito provavelmente, é que a patente de número 4727028, de propriedade da Eli Lilly & Co., é citada por 85 outras patentes: detém os DPI sobre um trecho de DNA capaz de clonar outros trechos de DNA, essenciais para a transformação de uma célula “natural”, em outra, “transgênica”. O gene G418, objeto central da invenção, é responsável pelos processos de reconhecimento biomolecular de patógenos; ter os DPI sobre ele, aliado aos conhecimentos sobre o processo pelo qual os organismos adquirem resistência aos agentes causadores de doenças, abre trajetórias tecnológicas para novíssimas gerações de antibióticos, por exemplo, ou de drogas de ação muito mais específica do que os atuais antivirais contra AIDS, por exemplo.

A modelagem *in silico* das novas drogas depende de outro tipo de ferramenta: justamente as da Categoria 0, que são proprietárias da Diversa Corp. (número I da lista acima). Através delas, todos os bancos de moléculas ou de genes que codificam moléculas bioativas poderão ser modelados artificialmente, com grande eficiência e rapidez técnica. Estes processos permitem

economizar muito em termos das fases do desenvolvimento de novas drogas. Resumem as fases de testes *in vitro*, pois, a partir de simulações por bioinformática, é possível selecionar as substâncias que se ligam ou não aos sítios de atividades das membranas celulares, por exemplo. Estes procedimentos são poupadores de recursos financeiros e técnicos da P&D. Mas dependem, de modo importante, da legitimidade em utilizar bancos de moléculas que, por sua vez, em geral foram obtidos a partir de estoques de biodiversidade. No contexto dos TRIPS, isto justificaria a manutenção, por parte de países megadiversos, da não-aceitação do patenteamento de genes.

No mesmo grupo estão as ABG mais difundidas e de maior impacto econômico na agricultura: a patente VI, de propriedade da Monsanto, é a da enzima de resistência ao glifosato, utilizada na obtenção do cultivar *Round Up Ready*.

Cumprе apontar que a Dr^a Helaine Carrer, pesquisadora da USP de Piracicaba, que foi do grupo de coordenação do Genoma *Xylella* (Fapesp, 1998) e do Genoma do Eucalipto, está entre os inventores da patente II; é a única brasileira presente entre os mais de 1400 inventores envolvidos na rede²⁰⁷.

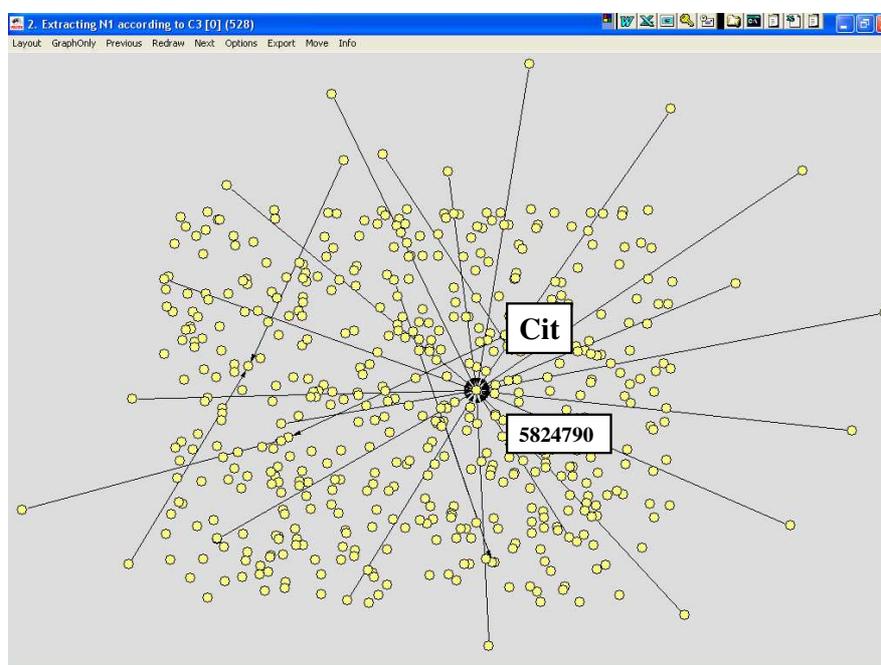
Tome-se atenção para a patente V, que detém os DPI sobre genes e processos relativos ao controle de beta-adrenérgicos. Estas biotecnologias permitem a P&D de novas trajetórias biotecnológicas para o tratamento de hipertensão, cujos produtos atuais se mostram bastante limitados em termos de sua eficiência farmacêutica. Esta é uma das fatias do mercado de saúde humana hoje mais lucrativas para a indústria, que deverá investir na obtenção de novas drogas de maior eficácia terapêutica.

As categorias de biotecnologia 1, 3 e 9 também aparecem, assim como já demonstrado na análise da dimensão temática, como as mais citadas e representativas na rede. A exceção se faz para a patente V, que é da Categoria 18 (desenho de novas variedades de moléculas, generterapia, cassetes de DNA/RNA para ativação de vírus, detecção de tumores, etc), de caráter muito complementar ao da Categoria 0. O pacote tecnológico formado pelas duas demonstra grande capacidade em transformar tecnologias em inovações, já que é composto por

²⁰⁷ A rede, composta por 86 patentes citadas, apresenta mais 526 outras patentes citadoras. A média de inventores por patente desta amostra é de 2,3 inventores/patente, o que significa que são mais de 1400 os inventores totais.

conhecimentos sobre as relações entre hospedeiros e parasitas, vitais para que certos fármacos passem de modo mais eficiente pelas fases I e II dos testes clínicos²⁰⁸.

Além disto, a presença da patente V entre os *clusters* mais importantes demonstra a capacidade da metodologia de mapeamento e análise da dinâmica de rede tecno-econômica em revelar certos padrões tecnológicos que ainda estão na fase inicial de emergência. O mesmo acontece com a patente XIII – de número 5824790, de propriedade da Zeneca, empresa mais tarde adquirida pela Novartis/ Syngenta, que, apesar de ser do grupo das citadoras, patentes que citam outras co frequência, é altamente citada (ver Figura 5.3).



Legenda: ● Cit: patentes citadoras

Figura 5.3 - Patente 5824790, altamente citada dentre as citadoras

²⁰⁸ Tal Categoria foi incluída tardiamente na tipologia, já que, apesar de ter a palavra “*plant*” no quadro reivindicatório, não se relaciona diretamente ao sistema de geração de inovações agrícolas. Aconteceu que as patentes com as características da categoria 18 começaram a aparecer, sem que fizesse sentido colocá-las nas outras Categorias de 1 a 16. Assim, a 18 foi criada, juntamente com a de nº 17, para que se pudesse atender a este dado de realidade. Mostra que o setor de saúde humana vem investindo em genômica de plantas, ou porque está havendo diversificação de mercado ou porque a base técnica da P&D de vegetais está associada à do setor de fármacos para uso humano; ou ainda, que ambas as condições podem estar acontecendo.

O detalhamento de seu conteúdo revela que os processos de síntese de amido, por meio de DNA complementar (ou cDNA) está sendo visto como referência para o mercado. Sem dúvida, a manipulação genética destes processos é central para os mercados interessados no aumento da produtividade de grãos e de seu conteúdo nutricional, já que o amido é o principal nutriente energético dos alimentos vegetais; o amido é também o precursor bioquímico nas muitas vias metabólicas dos lipídeos, componentes alimentares de suprema importância para a alimentação humana.

Esta patente se conecta com a XIV, que apresenta conteúdo inventivo muito semelhante, o que reforça a idéia de que este veio tecnológico começa a se mostrar de interesse por parte dos mercados agrícolas. Isto permite constatar que o mapeamento da rede de relações mostra mais, em termos do monitoramento tecnológico, do que os indicadores estruturais. Torna possível a análise de um *momentum* no qual certa patente migra do grupo das que apenas citam para as que são citadas. Isto significa tornar tangível um *vetor* tecnológico, ou seja, um momento no qual certa tecnologia começa a se revelar de importância para o conjunto de atividades da P&D do setor estudado.

Outro procedimento útil para a análise da dinâmica inovativa em ABG é a observação dos grupos de *conectores de clusters*, patentes que citam duas outras ou mais, assim como mostra a Figura 5.4, logo a seguir.

Discutem-se, em seguida, os diferentes grupos de conectores, aproveitando-se para avaliar a capacidade da análise da dinâmica de redes para o entendimento da governança da inovação. O caso das ABG pode ser então considerado apenas um mero exemplo, já que tal procedimento pode ser útil para quaisquer outros casos.

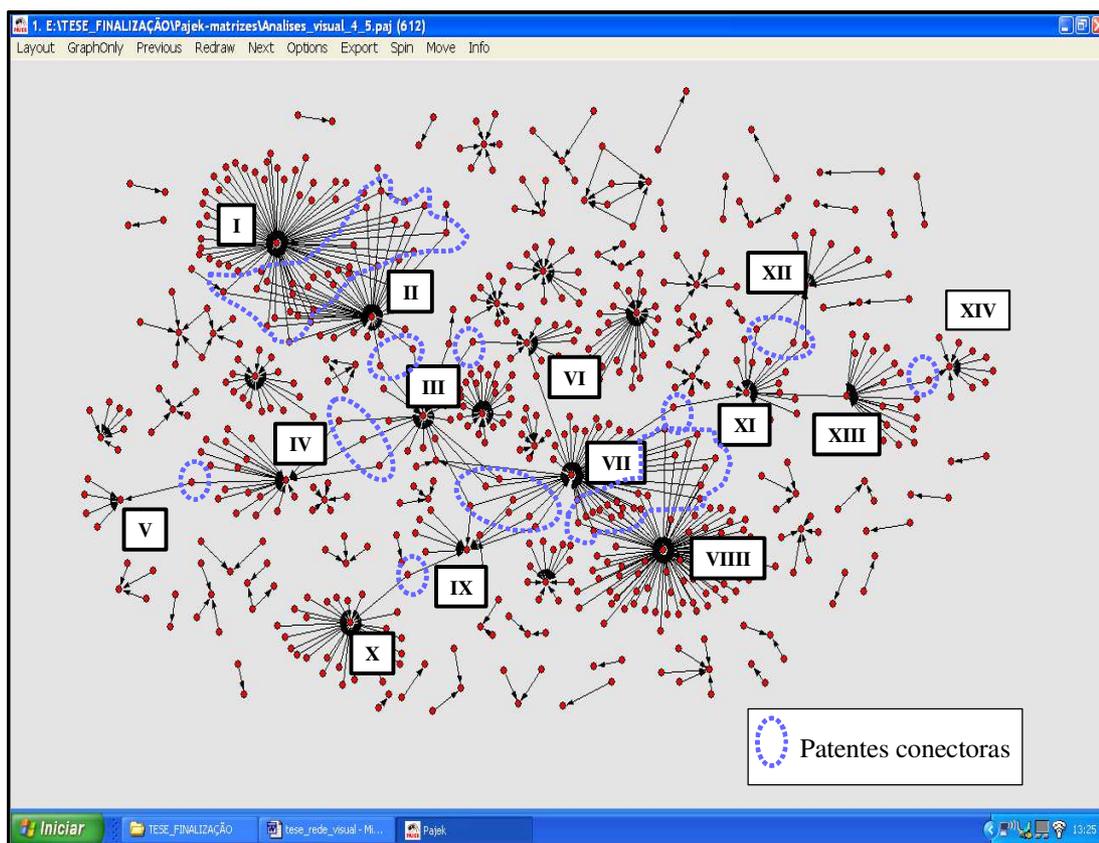


Figura 5.4 – Visão geral: clusters e seus conectores da rede de citações – patentes C07h21

As 30 patentes conectoras de I x II (Figura 5.5) apresentam o seguinte perfil (Tabela 5.3).

Caráter da Instituição	Categoria Biotecnológica	Detentor	%
Privado	0	Maxygen	100%

Tabela 5.3 - Distribuição das patentes conectoras de I x II

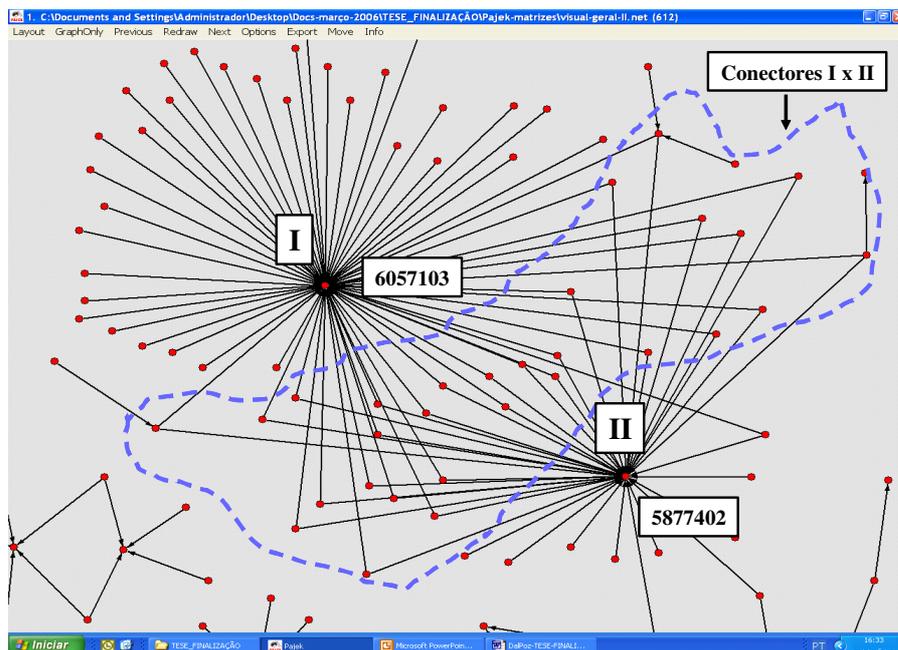


Figura 5.5 1- Clusters I e II e seus conectores - rede de citações – patentes C07h21

Este resultado permite algumas conclusões sobre a pertinência do sistema de categorização utilizado neste trabalho. A Categoria 1, da qual a patente II faz parte, se vincula fortemente com a Categoria O, à qual a patente I pertence. Trata-se de ferramentas de pesquisa, em ambos os casos, sendo a primeira de importância para controle da expressão gênica, e a última, instrumental de seleção daquilo que se quer expressar em termos das substâncias de interesse comercial. Também demonstra que os detentores das patentes I e II apresentam uma vizinhança na rede; o monitoramento desta situação seria possível mesmo na época em que a Maxygen, conector absoluto dos *clusters* I e II, aparece, já em 2001, como forte ator da rede, já que, mesmo não sendo citada por outras patentes, inicia uma atividade citadora de importância apenas revelável *ex post*. A Maxygen, assim como comentado anteriormente, foi adquirida pela Roche no final do ano de 2002, demonstrando que as empresas farmacêuticas reconhecem o valor de certas empresas quando elas emergem nos negócios de biotecnologia.

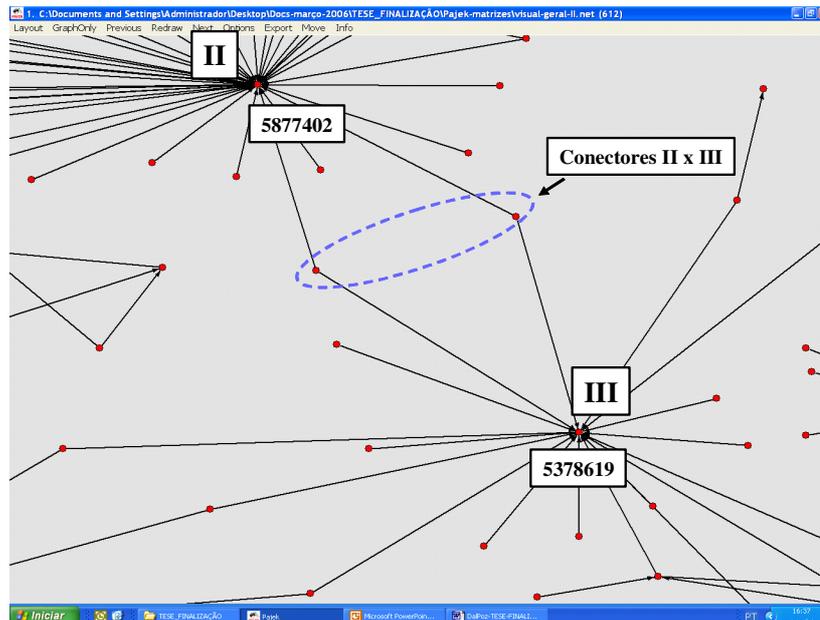


Figura 5.6 – Clusters II e III e seus conectores - rede de citações – patentes C07h21

Os conectores II x III (Figura 5.6), ambas da Categoria biotecnológica 1, são patentes da Calgene Corp., subsidiária da Monsanto, detentora da patente III. O conector III x VI (Figura 5.7), Categoria biotecnológica 1, cujo detentor é a Bayer Crop Science, é patente de gene de enzima que confere às plantas resistência contra patógenos.

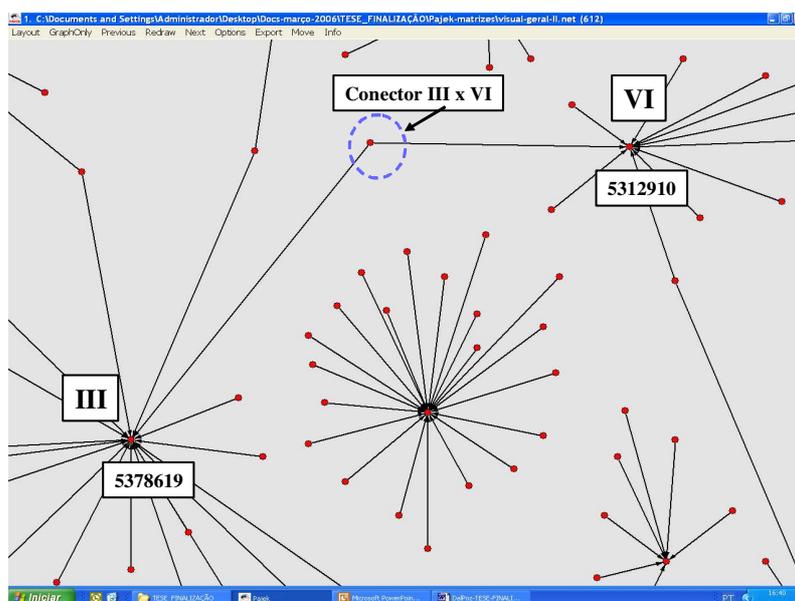


Figura 5.7 – Clusters III e VI e seus conectores - rede de citações – patentes C07h21

Entre os *clusters* III e IV, os vínculos tecnológicos (Figura 5.8) são dados por esforços de P&D da Categoria 1, que, mais uma vez, intermediam *clusters*. As instituições detentoras são a Universidade do Texas e, com duas patentes de controle do sistema de tradução de RNA, a canadense McMaster University. Isto coloca o Canadá na rede, institucionalmente.

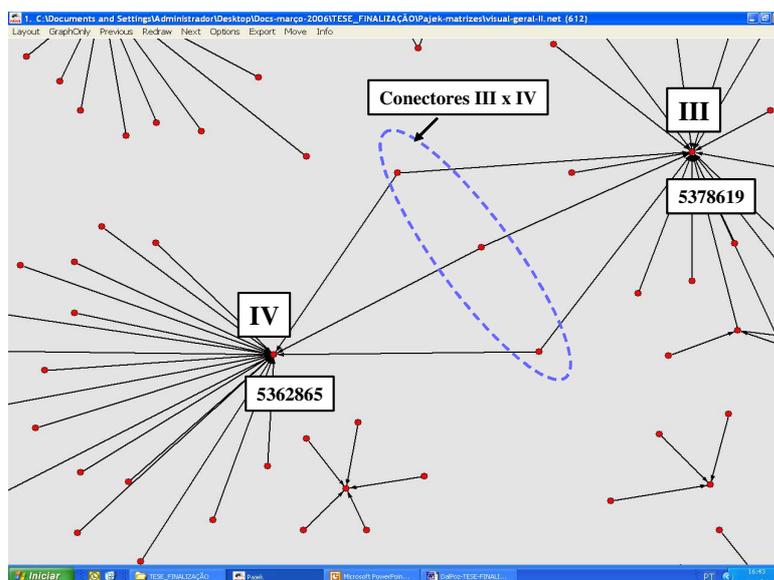


Figura 5.8 – Clusters III e IV e seus conectores da rede de citações – patentes C07h21

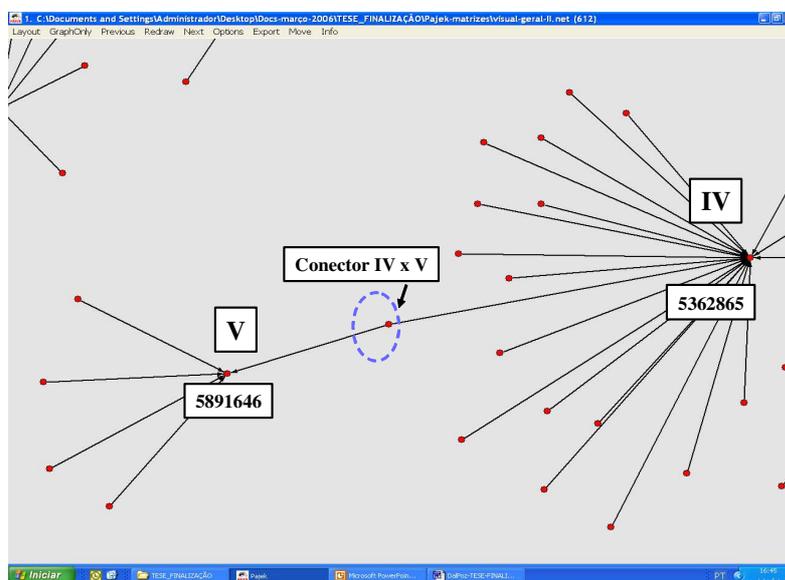


Figura 5.9 – Clusters IV e V e seus conectores da rede de citações – patentes C07h21

É possível tirar conclusões sobre os vínculos científicos e tecnológicos das regiões de conexão dos clusters I a V: a P&D de novas variedades de plantas está calcada em conhecimentos que dependem de bioinformática, apostando em mecanismos de transformação de plantas e em conhecimentos científicos da fronteira do conhecimento, representados pelas Categorias biotecnológicas 0 a 3.

Estas conclusões serão úteis para entender a inserção do Brasil neste sistema, já que os Projetos Genoma brasileiros são fornecedores deste tipo de conhecimento para o sistema científico internacional. O Projeto Genoma *Xylella*, da Fapesp, contou com conhecimentos em bioinformática gerados no Brasil por um grupo de pesquisadores do Instituto de Computação da Unicamp, que se tornou referência internacional nesta área do conhecimento. A empresa *Scylla Bioinformática* foi, inclusive, criada em consequência desta participação dos pesquisadores brasileiros no projeto. No entanto, em termos da Categoria 0 de biotecnologias, pesquisadores ou empresas brasileiras não compõem o seletivo grupo de detentores de patentes.

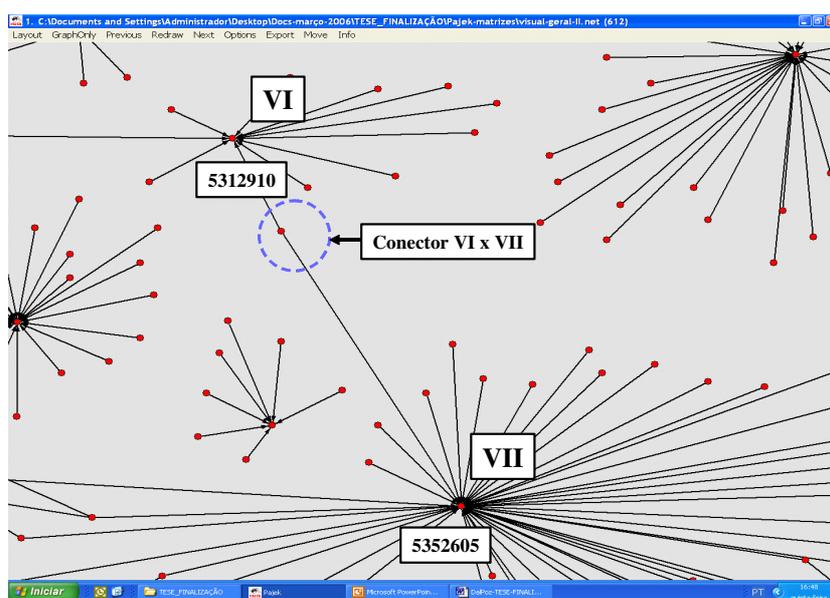


Figura 5.10 – Clusters VI e VII e seus conectores da rede de citações – patentes C07h21

O conector VI x VII tem como objeto de patenteamento os processos de seleção precoce de germoplasma de algodão transgênico tolerante ao glifosato (Figura 5.10). Esta patente cita ao mesmo tempo duas outras, de propriedade da Monsanto, relacionadas à resistência das plantas à presença do herbicida *Round Up*. Este conector não parece ter muita expressão, em termos de

sua função na rede: a empresa detentora, a “Natural Genes Incorporation”, não está mais no mercado e nem foi adquirida por nenhuma outra. Assim, a análise pontual dos setores da rede se mostra de suprema importância, já que, apenas visualmente, não se poderia chegar a este tipo de conclusão. Isto demonstra que o instrumental de rede não substitui a análise dos casos por ele modelizados.

Assim, comparando-se os conectores de IV e V com VI e VII, percebe-se que, apesar de, em ambos os casos, serem patentes únicas, o significado delas pode ser muito diferente, em termos do seu papel na geração de novas trajetórias inovativas.

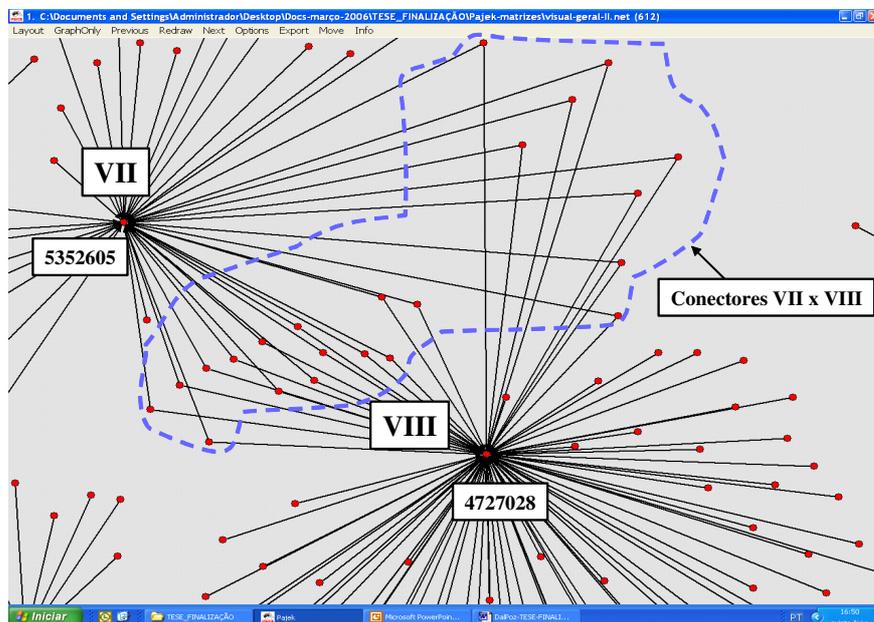


Figura 5.11 – Clusters VII e VIII e seus conectores da rede de citações – patentes C07h21

A patente VII não cita nem é citada pela patente VIII (Figura 5.11), mas estão fortemente conectadas à rede e entre si, já que são citadas por um conjunto comum de outras patentes. Isto permite entender como a dinâmica de apropriação pode ser monitorada, já que indicadores estruturais de patentes não revelariam esta condição. A primeira patente, de propriedade da Monsanto (1994), protege os DPI sobre o gene-quimera do vírus do mosaico da couve-flor, da Categoria 1. A segunda – também da Categoria biotecnológica 1 - é de propriedade da Eli Lilly, de 1988; reivindica o gene G-418 de resistência e o trecho de DNA recombinante capaz de clonar outros trechos de ácidos nucleicos. É, desta forma, ferramenta central do processo de

obtenção de OGM resistentes a patógenos e a certos herbicidas. Esta é a patente mais citada da rede, com 85 citações posteriores. Ambas fundam a base de conhecimentos do processo de transformação de plantas, já que este gene carrega o trecho de DNA que se deseja integrar ao material hereditário do vegetal, tornando-o transgênico. A aderência técnica entre elas é evidente: ambas protegem os mais importantes instrumentos de engenharia genética que surgiram entre 1994 e 1998. Este período é, por sinal, o mesmo no qual os acordos TRIPS começam a se difundir enquanto sistema regulatório da economia baseada em conhecimento.

Todos os 20 conectores²⁰⁹ são de propriedade da De Kalb Genetics, subsidiária da Monsanto. É um resultado muito revelador: as subsidiárias das grandes empresas de sementes também realizam P&D. Obviamente há uma relação técnica forte entre as patentes sobre processos de transgenia, o que, naturalmente, faria com que uma patente da De Kalb referencie outra da Monsanto, sobre o mesmo tema. A proporção de patentes citadoras das Categorias 1, 3 e 9 (Tabela 5.4) corrobora os resultados obtidos com os indicadores estruturais, que apresentaram perfil semelhante. Também permite validar a tipologia utilizada neste trabalho, que considera que, entre as categorias, existe uma relação técnica de contigüidade: patentes da Categoria 1, por exemplo, devem ser referenciadas pelas da Categoria 3, já que são todas do grupo das “tecnologias de desempenho”, usadas como instrumental científico e técnico na obtenção de inovação em ABG.

Tabela 5.4 – Proporção de Categorias biotecnológicas

Categoria Biotecnológica	% Categoria
1	0,81
3	0,095
9	0,095

A questão é simplesmente que 100% das citações que a subsidiária faz são sobre patentes da empresa sede, o que fala a favor de uma racionalidade que rege o processo de proteção aos DPI, pois, de outra forma, algum outro ator da rede poderia ter citado a patente da Monsanto,

²⁰⁹ São 21 conectores, mas um deles se refere a uma patente de planta, que foi desconsiderada nesta análise, pois não foi ainda concedida (até março de 2006).

além da empresa que é seu braço de P&D. Uma análise do conteúdo destas patentes revela que são bastante redundantes, protegendo aspectos diferenciais muito sutis de um mesmo processo biotecnológico: pelo menos 8 delas se referem aos processos de biobalística utilizados para introduzir um gene numa célula, no processo de transformação genética. O diferencial, que origina patentes isoladas, é que, enquanto uma requer DPI sobre o gene, a outra reivindica direitos sobre o processo de biobalística, e a outra, ainda, sobre as células vegetais transformadas, e assim por diante. Assim, toda a gama de vias metabólicas envolvidas na geração de células dos OGM está protegida pelo conjunto de patentes da De Kalb.

O conector VII x XI (da Monsanto e Calgene, respectivamente) é uma patente de controle de expressão de genes, de propriedade da Universidade do Estado da Carolina do Norte. Requer os DPI sobre os genes de produção de nicotina em plantas de tabaco (ver Figura 5.12).

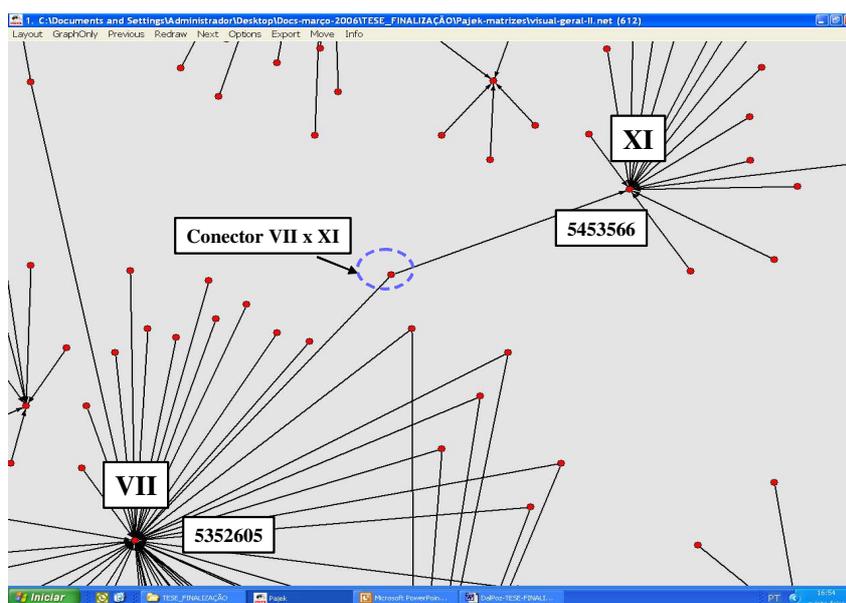


Figura 5.12 – Clusters VII e XI e seus conectores da rede de citações – patentes C07h21

As patentes XI e XII são ambas relacionadas ao controle de transcrição de materiais hereditários. Apesar de não conectadas diretamente, são citadas por três outras patentes da mesma Categoria 3 (Figura 5.13), de empresas isoladas de biotecnologia; as características

técnicas dos conectores permitem inferir que a regulação da transcrição de genes e do silenciamento gênico é um tema de grande importância para as empresas mundiais do agronegócio.

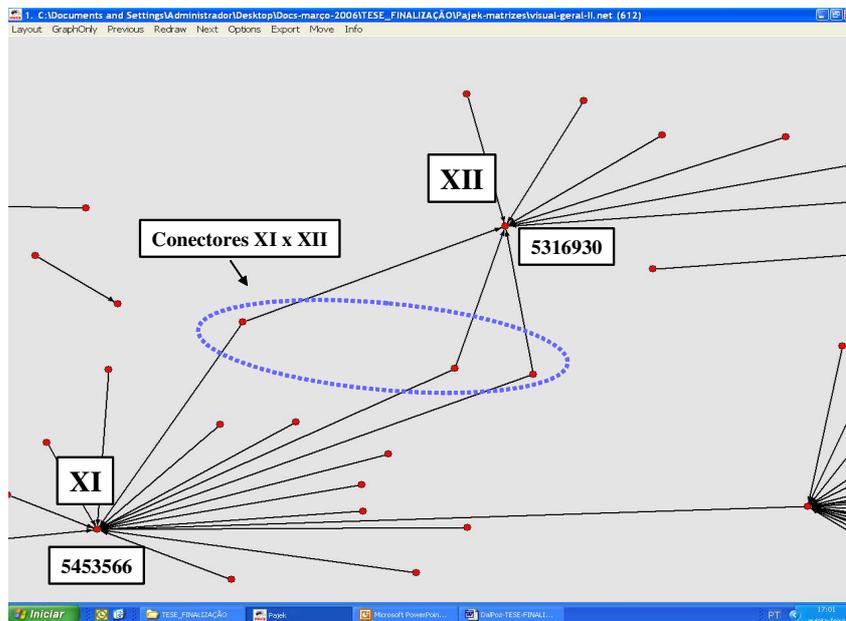


Figura 5.13 – Clusters XI e XII e seus conectores da rede de citações – patentes C07h21

Com estas biotecnologias será possível controlar as respostas das plantas aos estímulos ambientais, obter variedades resistentes à falta de recursos hídricos, etc. Ou seja, desenvolver mecanismos que permitam adaptar plantas a muitas condições edáficas ou climáticas. Este é um ponto central para a competitividade agrícola mundial, já que, naturalmente, as plantas são o resultado da evolução seletiva, e só crescem em condições especiais. Assim, todo o mercado de variedades de eucalipto, por exemplo, depende dos ajustes agrônômicos específicos, pois cada cepa do vegetal se adapta e é produtiva em condições ambientais específicas. Há hoje, no mercado, intensa atividade de P&D para manter a disponibilidade de novas variedades de plantas cuja produtividade depende destes fatores agrônômicos. Também é o caso das variedades de soja da EMBRAPA e de outras empresas brasileiras, que sofreram seleção e estão adaptadas às condições do cerrado brasileiro, por exemplo. As tecnologias que venham a suprimir a demanda por P&D adaptativa poderiam fazer toda a diferença em termos competitivos, gerando novas variedades que chegam ao campo com pouca demanda por

adaptação, apenas por conta da expressão ou silenciamento de genes que lhes impedissem de crescer em condições adversas.

É interessante apontar que uma das citadoras, a *Large Scale Biology*, deu por encerradas as suas atividades de P&D de produção de fármacos em plantas em janeiro de 2006, por insolvência. Foi uma das mais altas apostas em biotecnologia feitas pelo mercado de capital de risco nos EUA, desde a chamada “bolha da *biotech*”, que se iniciou na década de 1990.

O conector XIII x XIV (Figura 5.14) é de uma empresa canadense, a B.C. Research Inc., que requer proteção patentária sobre vetores de DNA e genes de substâncias precursoras de celulose. A citação das patentes XIII e XIV, ambas sobre síntese de amido, muito provavelmente apresenta apenas nexos técnicos com as duas primeiras, já que apenas é uma aplicação secundária dos conhecimentos incorporados a elas.

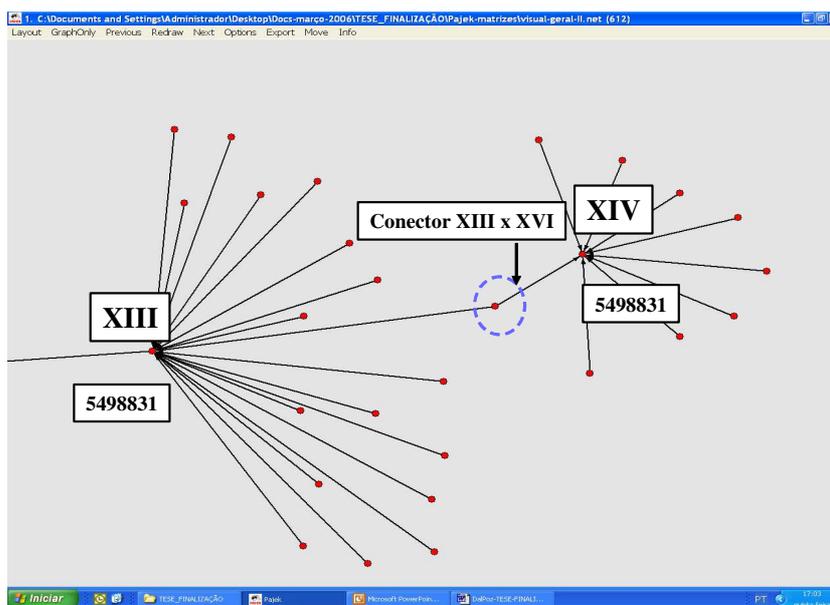


Figura 5.14 – Clusters XIII e XIV e seus conectores da rede de citações – patentes C07h21

Por fim, o conector IX x X (Figura 5.15), de expressão de genes, assim como no caso anterior, parece apenas ser referência técnica para as patentes por ele citadas.

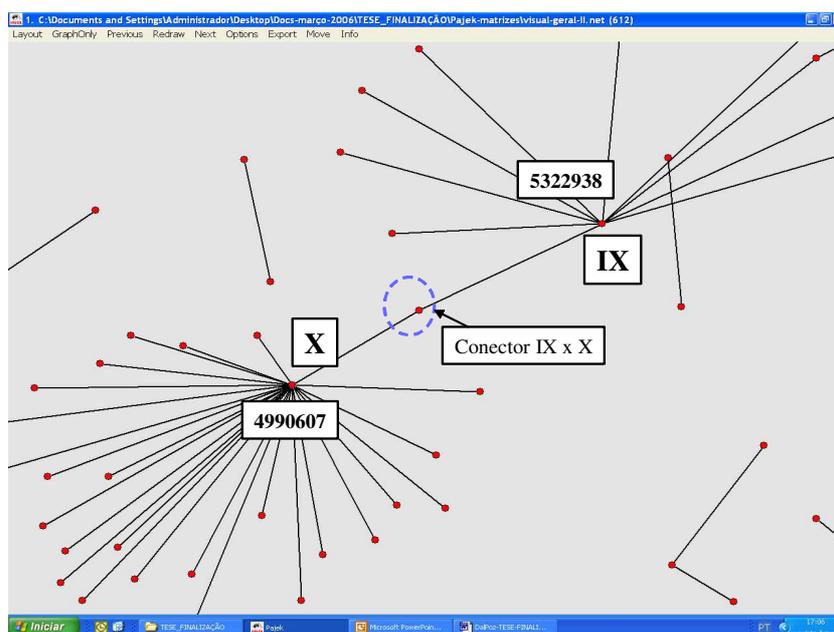


Figura 5.15 – Clusters IX e X e seus conectores da rede de citações – patentes C07h21

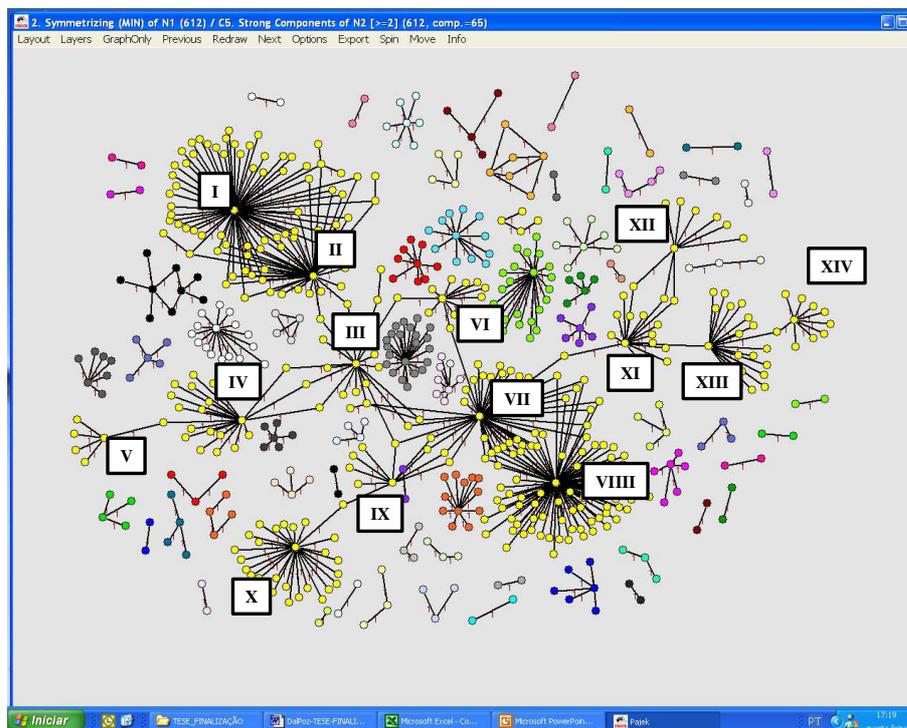
5.1.1.2 Distância geodésica e conectividade entre atores da Rede

Dois tipos de atores da rede tecno-econômica serão considerados nesta análise:

- as patentes, cujas distâncias geodésicas serão dadas pelo menor número de passos que separam os principais *clusters* de patentes anteriormente analisados e
- o único inventor brasileiro presente na rede, a Dra. Helaine Carrer (patente II).

Para obter distância geodésica entre patentes, a primeira providência foi reduzir a rede (Figura 5.16), de modo a mostrar os componentes cuja conectividade mínima seja 1, ou seja, que se citem pelo menos uma vez. Assim, a partição da rede foi obtida, no instrumental de informática, através de um filtro de *força dos componentes*, definido como 2,0.

No caso das patentes, a conectividade e a distância geodésica significam a mesma coisa: uma patente que cita outra tem conectividade 1,0, porque cada citação direta equivale a um vínculo e a distância geodésica é 1,0, porque somente existe um passo de separação entre as duas. Uma patente não pode citar a si mesma como referência, de modo que não existe autocitação, que, no caso, equivaleria a distância geodésica zero.



Legenda: Amarelo: rede de atores com conexão $\geq 2,0$; outras cores: conexão 1,0.

Figura 5.16 – Representação da conectividade geral mínima 1,0 da rede

Por isto, na Tabela 5.5, que apresenta os valores de conectividade entre as patentes centrais dos clusters I a XIV, os campos que relacionam uma patente a ela mesma não estão preenchidos, pois não se aplica o conceito de autocitação nestes casos.

Assim como apontado no instrumental analítico deste trabalho, consideram-se conectados atores que apresentem distâncias geodésicas de valor máximo 11,0 (Breschi, 2004); este grau de separação é o limite do modelo da análise, baseado em evidências empíricas de outras redes. O grau mínimo da rede de ABG é 1,0 e o máximo, é 11,0, demonstrando que este poderia ser um exemplo para compor a pletera de evidências sobre os padrões algébricos que definem a conexão de grupos humanos que compõem redes. No caso dos inventores das patentes, é necessário apontar que, no escopo de um trabalho de tese como este, não seria viável mapear todas as distâncias sociais entre inventores da rede em questão.

Tabela 5.5 - Distância geodésica entre patentes conectadas por, no mínimo, um vínculo

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	XIII	XIV
I		2	4	6	8	6	6	8	6	8	8	10	9	11
II	2		2	4	6	4	4	6	4	6	6	8	7	9
III	4	2		2	4	2	2	4	2	4	4	6	5	7
IV	6	4	2		2	4	2	6	4	6	4	8	5	7
V	8	6	4	2		6	2	8	6	8	8	10	9	11
VI	6	4	2	4	6		2	4	2	6	4	6	5	7
VII	6	4	2	2	2	2		2	2	4	2	4	3	5
VIII	8	6	4	6	8	4	2		4	6	4	6	5	7
IX	6	4	2	4	6	2	2	4		2	4	2	1	7
X	6	6	4	6	8	6	4	6	2		6	8	7	9
XI	6	6	4	4	8	4	2	4	4	6		2	1	3
XII	10	8	6	8	10	6	4	6	2	8	2		2	5
XIII	9	7	5	5	9	5	3	5	1	7	1	2		2
XIV	11	9	7	7	11	7	5	7	7	9	3	5	2	

Este trabalho seria uma empreitada a ser realizada no âmbito das instituições de fomento à C&T, como parte de grandes programas de geração e análise de indicadores. A distância geodésica é um valor relativo: relaciona pares de patentes entre si, mostrando o grau de conectividade do ator *A* com o ator *B*, em relação a todas as outras relações entre *A* e outros atores, e assim por diante. Trata-se de uma matriz de *n* por *n* relações entre os milhares de citadores e citados da rede mundial de ABG. Fica, desta forma, apontada a agenda de pesquisa para que estes estudos venham a ser realizados, no futuro.

Neste trabalho, visando contextualizar a presença de pesquisadores brasileiros na rede, por meio da *distância social entre atores*, na figura da Dr^a Helaine Carrer, utiliza-se apenas a patente de número II, da qual ela é co-inventora.

A patente em questão não apresenta *colaboradores prévios* (segundo as variáveis-controle apresentadas no capítulo de metodologia da tese), a não ser dos próprios autores entre si²¹⁰,

²¹⁰ A leitura do Currículo Lattes da Dr^a Carrer mostra que a pesquisadora fez um doutorado na Universidade Rutgers, como bolsista do CNPq e um pós-doutorado, na mesma Universidade que é, por sinal a detentora das patentes em questão. Isto demonstra que as pessoas, imersas em ambientes institucionais específicos, aprendem. Neste caso, parece que houve aprendizagem para apropriação tecnológica. Aponta-se, assim, a importância dos estudos e da investigação dos *spin offs* do financiamento à C&T e a avaliação dos impactos da geração de recursos humanos como complementação dos indicadores de C&T baseados nos conceitos de redes (ver Bozeman, 1998).

numa patente anterior a esta, da qual a pesquisadora brasileira também é inventora. Também não apresenta relações de *conhecimento pessoal* com nenhuma outra. Ou seja: a patente é muito citada, mas seus inventores não são, muito provavelmente, representativos na rede.

CONCLUSÕES

No escopo dos objetivos deste trabalho, três problemas interrelacionados foram pautados:

- ✓ Os TRIPS são mecanismos de apropriação tecnológica assimétrica?
- ✓ Como os instrumentos de proteção jurídica dos DPI, no âmbito dos TRIPS, se relacionam às dinâmicas inovativas, no sentido de fornecer certo padrão de fluxo dos conhecimentos científicos?
- ✓ Quais são as características dos ambientes inovativos mais favoráveis à apropriação dos conhecimentos em genômica, capazes de criar inovações em biotecnologia?

Esta seção oferece as discussões finais do trabalho, analisando o papel dos DPI no processo de apropriação de biotecnologias genômicas, no âmbito internacional. Afirma que há uma economia política dos acordos TRIPS, que favorece a apropriação de ativos da economia baseada em conhecimento.

A análise isolada de um ou outro instrumento de regulação de DPI não se mostra útil, quando se trata de entender o fenômeno da apropriação tecnológica. As tomadas de decisão sobre a melhor forma de proteção aos conhecimentos gerados em contextos nacionais, por exemplo, como é o caso daqueles produzidos em programas de pesquisa como os Projetos Genoma brasileiros, exige contemplar um conjunto integrado de fatores que conformam a capacidade tecnológica. Isto porque existe um *meio* através do qual acontece o fluxo de conhecimentos entre atores dos pólos científico, tecnológico e de mercado. Este meio – que pode ser mais ou menos favorável para diferentes atores - é o resultado da dinâmica recursiva de três grupos de fatores: *i*) os de cunho legal (relações entre DPI, legislações nacionais, protocolos ambientais), *ii*) aqueles derivados do caráter inovativo das biotecnologias (características das novas biotecnologias, dos OGM, modo como se organiza a pesquisa genômica) e *iii*) de mercado (dinâmicas de produção das empresas).

Este contexto, pertencente ao campo do direito econômico, se revela, na prática, como uma seara de negociações ininterruptas, nas quais os corpos legais e a base técnica são continuamente alterados, de forma iterativa e interativa. Atividades científicas mudam o patamar técnico no qual os interesses por novas tecnologias se instauram; a base normativa, em consequência, apresenta novas disposições em termos de como os objetos de proteção aos

ativos intelectuais devam ser vistos e considerados. Assim é que, com a produção de ciência genômica e proteômica, as antigas maneiras de selecionar variedades de plantas, por meio de técnicas de cruzamento tradicional até podem continuar sendo utilizadas. Mas surgem novas formas, mais eficientes e de maior valor tecnológico, que competem não somente com sua utilidade-fim, quando se transformam em inovações, mas também criam novas demandas normativas, em termos da propriedade intelectual e dos ganhos relativos que podem auferir os seus proprietários.

A atividade científica mostra sua contribuição prática, como parte da tecitura da economia baseada em conhecimento. As ABG vêm produzindo uma transição entre antigas trajetórias tecnológicas e outras, mais novas, baseadas na manipulação de materiais hereditários dos seres vivos. Representam a real possibilidade de aumento de produtividade agrícola, redução dos ciclos de P&D, controle extremado das condições de plantio, do conteúdo nutricional, de resistência a pragas e doenças e de redução dos custos de produção.

A proteção aos ativos intelectuais sobre ABG, na forma de patentes – que compõe o estudo de caso deste trabalho - é uma demonstração do valor com que estas biotecnologias estão sendo vistas. Tanto que, mesmo com toda a polêmica vinculada à difusão dos OGM, este tipo de produto vem se mostrando bastante competitivo, como este trabalho demonstra.

A harmonização dos sistemas legais de DPI não poderia deixar, então, de ser a *tour de force* da economia do conhecimento. Tirar proveito econômico de esforços de P&D cujos produtos e processos apresentam tamanha capacidade competitiva parece depender da instalação de um sistema mundial de apropriação tecnológica eficiente²¹¹. Faz parte desta disposição criar maneiras de se apropriar destas tecnologias independentemente das condições nas quais foram geradas, ou de quem quer que os tenha perpetrado ou financiado. Cumpre institucionalizar as condições ideais para a apropriação tecnológica no nível mundial, garantindo as vantagens sistêmicas na comercialização de produtos com alto teor científico, como é o caso das ABG, o que passa por reduzir os efeitos das legislações nacionais sobre DPI e comércio. Este também é u mecanismo de quebra de resistência da proteção de legislações nacionais que possam se colocar no caminho da apropriação de conhecimentos gerados em contextos protecionistas de

²¹¹ Ainda que isto não implique em que os maiores investidores em P&D – sejam eles do setor público ou privado, sejam também os mais eficientes em termos da apropriação tecnológica.

culturas locais. DPI não são neutros. Patentar ativamente os resultados desta P&D se mostra como parte integrante da estratégia de mundialização do capital, como o estudo de caso deste trabalho evidencia.

As conclusões do trabalho foram pautadas nestas evidências empíricas, cuja obtenção partiu do desenho integrado dos cenários legal e regulatório dado pelas legislações nacionais e pela força normativa dos acordos TRIPS. Levou-se em conta também o *modus operandi* das redes de inovação genômica, no nível mundial, considerado o regime tecnológico típico dos arranjos da P&D de biotecnologia.

A capacidade diferencial do *catching up* tecnológico, positiva para empresas e instituições imersas em SNI virtuosos, somados a contextos legais que apresentam grande aderência a estes últimos, é favorecida pelas próprias atividades comerciais. Isto deriva da supremacia econômica de certos países, que estão em posição muito mais confortável, já que podem aceitar a comercialização de quaisquer produtos com países menos desenvolvidos em troca de que estes últimos elevem o padrão de proteção aos DPI, o que resulta na incorporação efetiva de normas legais afeitas aos TRIPS, no nível nacional.

Paralelamente, são desempenhados, no âmbito da OMC, jogos de apropriação, que são conjuntos de argumentações técnicas alinhadas à elevação do teto de proteção de DPI, fazendo com que as exceções aos TRIPS – sobre a possibilidade de não aceitação de patentes gênicas – se tornem inócuas. Aqueles acordos permitem que os países excluam os seres vivos como objetos de patenteamento de suas legislações nacionais; mas, na prática, em troca de outros acordos bilaterais ou multi-laterais de comércio, os países em desenvolvimento (e os subdesenvolvidos) vêm concordando em abrir mão desta prerrogativa, e vêm harmonizando seus sistemas de regulação sobre DPI de forma equiparada ao núcleo de TRIPS, que é o de proteger ativos da propriedade intelectual, mesmo os que fazem parte dos seres vivos.

A dinâmica inovativa própria da área da biologia genética é o outro fator central da capacidade de *catching up* tecnológico de ABG. A lógica da ciência – de tornar públicos os conhecimentos resultantes da pesquisa – disponibiliza estes últimos para a comunidade mundial de P&D. Mas poucos atores apresentam as competências técnicas e institucionais necessárias para patentear ativos do conhecimento. Assim, pelo menos na atual fase, parece que o regime tecnológico das ABG está numa fase em que necessita muito de conhecimentos básicos; por isto as atividades

de patenteamento de genes e de biotecnologias genômicas apresentam-se muito ativas, desde os anos em que os TRIPS começaram a vigorar.

O estudo de caso mostra que a capacidade de certos atores em se aproveitar comercialmente de oportunidades biotecnológicas, absorvendo conhecimentos gerados por eles mesmos ou por outrem depende da produção científica, já que o conteúdo das patentes é essencialmente científico. Mas não só: dependem da existência de um ambiente propício à inovação.

Desta forma, o trabalho se propôs a gerar insumos sobre as condições derivadas do contexto legal e do contexto inovativo que contribuem para que, em certas condições, os conhecimentos científicos sejam apropriados na forma de ABG. A compreensão dos fatores envolvidos nesta dinâmica de apropriação e daqueles que a conduzem parece ser importante para a formulação de políticas de C&T desta área do conhecimento, o que é apresentado a seguir.

DPI e assimetrias de apropriação

Este trabalho mostra que existe um sistema de governança da inovação no nível mundial, pelo menos no que diz respeito à geração de ABG e do processo de sua apropriação.

O fenômeno de mundialização do capital depende da manutenção de ambientes legais favoráveis à proteção de ativos gerados através de atividades intelectuais. Tais ambientes não são compostos unicamente por conjuntos de legislações, mas envolvem, além deles, uma plethora de condições dadas pelos fatores que aportam da dinâmica de C&T, entre os quais o regime tecnológico próprio do setor em questão e a forma como se organiza a pesquisa, inclusive no que se refere aos arcabouços jurídicos e competências tecnológicas das instituições envolvidas no processo inovativo.

A idéia central é que existem agentes que apresentam habilidade em aprender e integrar o conhecimento disponível – ou seja, apresentam *capacidade de absorção* tecnológica. A condição assimétrica destas capacidades deriva do fato de que poucos atores das redes de ABG são detentores de patentes de importância inovativa, sendo muito citados por um conjunto de outras patentes que não são citadas. Estas patentes constituem os núcleos de maior índice de centralidade das redes. A conectividade entre eles – medida por meio da distância geodésica - faz com que se possa dizer que o mundo dos patenteadores relevantes é um *mundo pequeno*, ou seja, para poucos.

Considerando as categorias apontadas por Callon (1992), a rede se mostrou ligada, com claras categorias de instituições presentes, com um grau de relação bastante alto entre os componentes. Este é um demonstrativo de coesão entre os seus atores, que, por conseguinte, apresentam alto grau de tradução e de eficiência na apropriação tecnológica.

A *convergência* da rede ficou igualmente clara: as biotecnologias protegidas por patentes apontam para novas trajetórias tecnológicas, de acordo com o discutido no estudo de caso. A rede é curta, já que a distância geodésica entre seus mais distantes pontos não ultrapassou os 11 graus de separação.

Esta delimitação dos contornos das redes de ABG foi complementada pelo detalhamento de quais são estes atores relevantes, em termos inovativos, demonstrando-se que a P&D desta área é essencial para os novos ciclos tecnológicos dos mercados agrícolas e de saúde. Isto justifica que a base legal de proteção aos direitos de propriedade seja reforçada, visando compor as estratégias de apropriação, que não são baseadas apenas nas atividades de patenteamento. Portanto, a análise referencia os jogos pelos quais as partes interessadas em se apropriar de tecnologias negociam a estrutura os corpos jurídicos que regulam os DPI. As argumentações sobre o caráter de mesmo conceito de *gene* são polarizadas. Genes são ora vistos como ativos intelectuais, o que alinha o debate com as disposições de proteção de DPI que integram a economia baseada em conhecimento, ora como partes indissociáveis dos seres vivos e, como tal, não passíveis de patenteamento.

O cenário da apropriação de ABG se revelou virtuoso para instituições e organizações de uma seleta rede, que são capazes tanto de produzir conhecimentos quanto de se apropriar de outros, gerados por outras instituições ou organizações, inclusive em outros contextos geográficos. Ficou claro que a geografia importa: há regiões nas quais se realiza muita P&D, as relações universidade-empresa aproximam os mercados das novas trajetórias tecnológicas, permitindo superar muitas das fronteiras que as antigas rotas biotecnológicas dos setores agrícola e farmacêutico vinham apresentando. Nestes locais, o SNI se mostra especialmente virtuoso, oferecendo uma forma eficiente de sustentação do *catching up*, na forma integrada de sistemas de financiamento à inovação, formação de redes de universidades e empresas, pesquisa colaborativa e de um conjunto de legislações alinhadas aos TRIPS.

Também ficou evidente que a geografia *não é o único condicionante da apropriação*: ao mesmo tempo em que há locais nos quais as ABG são um produto abundante e de alto valor da P&D, a *governança da inovação*, no nível global, aplica esforços para manter muitos outros ambientes legais favoráveis para que as vantagens competitivas decorrentes dos esforços inovativos sejam garantidas, em quaisquer contextos econômicos, mesmo que ultrapassando as fronteiras nacionais.

Ou seja, alcançar certas vantagens comerciais, no *catching up* biotecnológico requer capacidade de gerar conhecimentos científicos, integrar competências institucionais, levar em conta o fator geográfico, sem deixar de estabelecer as condições de apropriação no nível mundial.

Por isto, pelo que o trabalho demonstra, as ABG são um negócio de grandes empresas e instituições públicas ou privadas de P&D, que detém a capacidade organizacional em manter a governabilidade deste conjunto de fatores. Desta forma, empresas brasileiras ou instituições públicas de C&T não estão necessariamente excluídas do processo de *catching up*, mas precisam, de qualquer forma, apoiar-se em providências políticas de C&T que contemplem todo o conjunto de condicionantes da apropriação, das quais o sistema de regulação é apenas uma das partes. Isto inclui a integração das oportunidades dadas pela relação entre os sistemas de DPI nacionais e internacionais.

Neste contexto, os instrumentais conceitual e metodológico do trabalho foram fundados nos conceitos de *rede tecno-econômica*, já que os conjuntos variáveis de instituições que se articulam no processo de manutenção permanente das vantagens competitivas derivadas da inovação formam redes de C&T.

Os TRIPS, mantendo a assimetria de apropriação, não são vistos, *per si*, nem como *positivos* nem como *negativos*: este conjunto de regras deve ser visto à luz da própria evolução histórica daqueles acordos, no bojo da economia baseada em conhecimento. Resulta daí que as capacidades dos países em gerar e tirar proveito dos conhecimentos produzidos dentro dos seus sistemas nacionais de inovação dependerão sempre de esforços contínuos e ininterruptos em negociar as melhores condições legais que elevem sua capacidade de obter vantagens competitivas sobre ativos intelectuais. O conhecimento é cumulativo e estas condições mudam o tempo todo, obrigando as revisões sobre como a estrutura e o caráter dos instrumentos

jurídicos de proteção aos DPI contribuem ou não para o desenvolvimento dos países – sejam eles os setores econômicos de produção em escala ou de subsistência - ou no que diz respeito à preservação e não-comercialização de ativos da biodiversidade. Neste último caso, se um país não tem condições tecnológicas ou não deseja explorar a biodiversidade, pode ser interessante manter os impedimentos sobre proteção de DPI sobre genes no âmbito de TRIPS. Mas, se parte das competências em C&T permitirem a geração de inovação em ABG, a base regulatória precisaria ser repensada, de modo que as atividades comerciais também aproveitem oportunidades econômicas.

Esta condição coloca o Brasil numa situação bastante ímpar: o país investe em C&T da área de genômica, mas não parece ainda ter total controle do processo de apropriação, ainda que muitas de suas instituições e empresas agrícolas sejam competitivas no âmbito dos agronegócios. Também é verdade que muito da biodiversidade não está minimamente explorada, para que se tenham dados suficientes para compor uma tomada de decisão: barrar a apropriação de ativos da biodiversidade ou obter vantagens competitivas a partir de sua exploração?

Os Projetos Genoma brasileiros são considerados, *lato sensu*, um sucesso, tendo, nos últimos sete anos, elevado o grau de capacitação científica nesta área; mas não apresentam, pelo menos até o momento, impactos evidentes que permitam relacioná-los à melhoria da competitividade da agroindústria nacional. Este trabalho demonstra que, após todos estes anos, pesquisadores brasileiros dos Projetos Genoma não se inserem de modo significativo na rede de inventores de ABG, ainda que algumas empresas de biotecnologia comecem a aparecer no cenário da P&D agrícola nacional. Esta questão compõe a agenda de pesquisa, uma vez que estes *spin offs* poderão vir a oferecer, num futuro próximo, impacto positivo na geração de ABG.

Os resultados do estudo de caso deste trabalho mostram que a apropriação de ABG, no âmbito integrado da mundialização do capital e das especificidades dos sistemas nacionais de inovação – nos quais o regime tecnológico é altamente baseado em ativos gerados pela pesquisa científica – requer esforços de governança da inovação. A apropriação de biotecnologias apresenta claros vínculos com o caráter das organizações e instituições detentoras de DPI desta área do conhecimento. Em termos das empresas, o tamanho, a capacidade de buscar ativos científicos e o SNI no qual a sede está instalada importa, assim como a capilaridade e o

tamanho das empresas e instituições de P&D. No que tange as instituições públicas, todas as de grande importância na rede também são norte-americanas, o que denota o caráter especial e eficiente daquele SNI em termos da capacidade de apropriação tecnológica.

A capacidade diferencial dos países desenvolvidos em barganhar, com os países em desenvolvimento e subdesenvolvidos, posições legais sobre DPI mais harmônicas em relação ao sistema internacional, ou seja, mais alinhadas aos TRIPS; está vinculada à supremacia econômica de alguns países que estão posição muito mais confortável, já que podem aceitar a comercialização de produtos com países menos desenvolvidos, em troca de que estes últimos fortaleçam seus sistemas nacionais de proteção aos DPI.

Inserir-se aí o tema sobre o valor e a necessidade da implementação de políticas de transferência de tecnologia de países desenvolvidos para aqueles em desenvolvimento, como um tema perene dos estudos de inovação. Este sempre será um ponto central da agenda de desenvolvimento, mas, no caso brasileiro das biotecnologias genômicas, tal condição pode ser vista de modo diferente. O país pode não estar na situação de mero *receptor* de tecnologias, já que apresenta capacidades científicas em genômica e também diversidade biológica.

Assimetrias de apropriação: fatores legais e jurídicos

A análise dos contextos jurídicos sobre DPI mostra dois grupos de fatores, no que diz respeito ao impacto da legislação internacional sobre a apropriação tecnológica.

A primeira é que existe uma economia política em TRIPS, também derivada da diversidade legal nos níveis nacionais. Tal condição apresenta uma face geográfica e uma face inovativa. A segunda é que a apropriação de ABG é o resultado das constantes negociações sobre aquela base legal; quanto mais a base técnica é especializada, ou seja, quanto mais cientificamente se conhecem os processos biológicos, no nível molecular e genético, mais intensas são as argumentações a favor do conceito de *gene* como ativo intelectual.

Entre 1994, ano de criação da OMC, e 1997, houve um pico de patenteamento de invenções da subclasse C07h21, paralelamente à da C12N, de biotecnologias em geral. Este pico demonstra que houve um aumento do interesse pela proteção aos DPI nestas áreas, justamente no período posterior aos TRIPS. Esta corrida ao patenteamento se relaciona com o fato de que estes acordos estabeleceram um período de 10 anos como tempo para que as legislações nacionais se

posicionassem em relação aos dispositivos legais pertinentes aos DPI. Quanto maior o volume de títulos formais sobre ABG, maior seria a possibilidade de criar uma pressão por jurisprudência favorável ao patenteamento de genes.

O Artigo 27.3 (b) dos TRIPS, deixando a possibilidade de excluir os seres vivos ou suas partes do teto de proteção, provocou, como ainda provoca, ondas de negociação, por parte dos países desenvolvidos, para que esta cláusula seja retirada dos TRIPS. Os jogos de apropriação passam, então, a tomar como objeto discussões sobre o caráter dos genes, enquanto conceito central para o patenteamento de ABG: seriam elas invenções, ou meras descobertas? Invenções são conceitos afeitos à apropriação de ativos intelectuais, enquanto descobertas não são passíveis de proteção de DPI, já que são meros fatos naturais. Defende-se, no bojo da economia baseada em conhecimento, que o primeiro a inventar teria os DPI sobre patentes genômicas, pois, caso os estudos de mapeamento genômico, inclusive dos relativos à biodiversidade, venham a se mostrar de valor econômico, os genes e os algoritmos de expressão gênica já estariam protegidos.

Este fator fica evidente na distribuição de patentes das Categorias biotecnológicas 1, 3 e 9, que reúnem métodos de controle de expressão de genes, os próprios genes, ferramental de bioinformática que reduz os esforços de desenvolvimento de novas moléculas e seleção de material vivo de valor agrônômico e para os mercados farmacêuticos.

As tecnologias da Categoria 0, que envolvem, por exemplo, o *shuffling DNA*, seriam as de maior valor nas cadeias inovativas. Por sinal, parecem fazer com que certas discussões sobre a propriedade dos genes já tenham sido superadas e até mesmo tenham se tornado obsoletas: o que se reclama neste grupo de patentes são os algoritmos que, a partir de sistemas *in sílica*, conferem ao seu proprietário a capacidade de selecionar a expressão de outros algoritmos (genes e seus sistemas de regulação e expressão). Só por acaso é que os últimos algoritmos são tangíveis na forma de seres vivos geneticamente modificados, novas variedades vegetais mais produtivas ou moléculas de ação terapêutica inovadora.

Assim, pode estar em curso uma nova fase das discussões, na qual a questão central desta tese já tenha sido sobrepujada. Conhecimentos da fronteira da biologia molecular e da informática, aplicados a tecnologias de busca por similitudes genômicas entre seres vivos deve ser o próximo passo da conquista biotecnológica. A discussão a respeito dos DPI sobre genes terá

sido superada, simplesmente porque os genes não serão vistos como componentes das patentes, cuos objetos deverão ser os algoritmos que regem a expressão das informações genéticas codificadas por sistemas *in sílica*. Ou seja, novos campos da propriedade intelectual deverão ser criados, e será neles que a fronteira dos DPI em biotecnologia estará colocada.

Neste contexto, os acordos e convenções sobre biodiversidade e sobre o uso e repartição de benefícios advindos desta biodiversidade são um empecilho que pode ter vida curta. A CBD é altamente conflitante com TRIPS, pelo menos no que diz respeito aos TRIPS que os países desenvolvidos desejariam, que são aqueles sem a exceção dada pelo Artigo 27.3(b).

Os resultados do estudo de caso, através dos indicadores estruturais de C&T sobre patentes genômicas confirmam que há uma dimensão geográfica da apropriação – ou seja, o local onde é realizada a P&D importa, e, ao mesmo tempo, certos atores das redes de biotecnologia podem ser capazes de absorver conhecimentos gerados em quaisquer regiões, transformando-as em ativos intangíveis de alto valor agregado.

Novamente, o local importa, já que a apropriação formal de ABG, na forma de patentes, é majoritariamente norte-americana, de empresas privadas e de instituições públicas localizadas nos EUA e segue uma lógica de deslocamento de trajetórias tecnológicas mais maduras, como as baseadas em seleção de variedades vegetais por métodos tradicionais. Dentro dos EUA, as regiões da Califórnia e da cidade de Boston são as mais frequentes detentoras de patentes de ABG. A legislação norte-americana atinge o teto máximo da proteção aos DPI, aceitando como passíveis de patenteamento quaisquer invenções que tenham como base os materiais hereditários dos seres vivos – desde que cumpridas as disposições legais necessárias para obtenção do título de propriedade industrial, é claro.

Mas o local pode não importar, porque o processo de difusão do padrão TRIPS vem alinhando as legislações nacionais com o padrão norte-americano. Nos acordos bilaterais entre os EUA e países em desenvolvimento, a barganha envolve a troca de acordos de comércio de quaisquer setores econômicos por fortalecimento do sistema de proteção aos DPI, inclusive os que envolvem materiais hereditários.

Desta forma, a alta diversidade legal das legislações nacionais sobre DPI, mesmo permitindo que cada país defina o teto de proteção, se mostra inócua, no que diz respeito à capacidade que os corpos jurídicos nacionais teriam em manter as disposições de barrar a apropriação de

biotecnologias genômicas. Primeiro, porque é possível patentear genes ou processos genômicos em alguns países, que são, não por acaso, economicamente hegemônicos. Justamente estes podem argumentar, no âmbito dos TRIPS (que vieram, por pressuposto, estabelecer um ambiente de *livre comércio*), que a não aceitação de tais patentes seria um obstáculo à comunicação entre mercados. Assim, os TRIPS são, em si, uma forma de pressão que funciona *ad hoc*. Segundo, porque, de fato, transformar conhecimentos genômicos em ganhos econômicos não depende apenas de barrar o uso de genes em processos biotecnológicos, mas de ter, além de sistemas de regulação apropriados, SNI virtuosos.

Este vínculo entre o direito e a economia dos TRIPS é uma constatação deste trabalho, já que, segundo o conjunto de argumentações realizadas no estudo de caso, as empresas do oligopólio de sementes e da grande indústria farmacêutica vêm investindo em P&D de genômica e formando redes de apropriação.

Isto está demonstrado nos resultados dos *clusters* de patentes I a XIV: as instituições que formam os núcleos dos clusters e seus conectores da rede são, na maioria, detentoras de ABG que mais se assemelham a pesquisa básica. Apesar das justificativas de aplicação real a resolução de problemas técnicos, incluídas no corpo das patentes, e da demonstração de que apresentam caráter estratégico para certos mercados, o que pode até ser verdade, está em jogo uma dimensão ainda mais *estratégica*. Proteger seqüências de DNA ou processos metabólicos demonstra a intenção de manter estes conhecimentos circulando por uma rede restrita, por sinal a mesma que é composta por um mesmo grupo de atores. A co-citação de uma patente por outras, de empresas que são, freqüentemente, adquiridas por transnacionais, define os contornos seletos desta rede.

O índice de centralidade de vários núcleos, também compostos por instituições públicas norte-americanas, canadenses e alemãs, mostra que poucos são os atores que se traduzem, quando se trata da apropriação tecnológica. A capacidade de tradução revela, neste sentido, a importância dos fatores relativos ao SNI e ao arcabouço legal favoráveis à apropriação.

Desta forma, uma conclusão deste trabalho é que o conhecimento realmente não circula *livremente pelas redes*: a legislação sobre DPI é apenas parte dos mecanismos, da estrutura e da forma como o conhecimento é transmitido. Cumpriria à legislação normatizar tais disposições, garantindo, pelo menos em parte, sua manutenção com o padrão global de DPI.

Isto confirma a real eficiência dos TRIPS como instrumentos de harmonização mundial de livre comércio, apesar de permitirem a exclusão de patentes genômicas pelos países membros da OMC. A eficiência destes acordos sobrepuja sua própria estrutura jurídica, pois, permitindo a exclusão, não necessariamente a defende; mantém assim um caráter ameno, que, na prática, se revela como facilitador das pressões sobre países em desenvolvimento para que fortaleçam seus sistemas de proteção aos DPI.

O conhecimento não se define, neste sentido, como um bem público, manifestando um caráter semi-público, uma vez que seu fluxo pode ser conformado pela base legal e jurídica que protege os DPI. Ao detalhar os contornos da rede, percebeu-se, no trabalho, que esta é um sistema de proteção de determinados contextos inovativos, e não, como o senso comum poderia prever, um modo de difusão de conhecimentos.

Isto nos remete para a constatação de que, na medida em que conhecimentos são produzidos através dos Projetos Genoma brasileiros, é preciso seguir e participar ativamente da conformação da base legal sobre DPI, já que a mudança da base técnica traz novos padrões para a dinâmica de inovação em rede. Para isto, contingentes importantes de técnicos precisariam ser formados, nos campos do direito econômico integrado à produção científica. Também é necessário contemplar as políticas de melhoria das competências institucionais que tornem eficiente a apropriação tecnológica. Mas, mais importante que estes aspectos, há a questão das reais dificuldades do embate com economias que apresentam clara supremacia.

A apropriação, apoiada pelos instrumentos legais, pode tomar a forma de ganhos econômicos; mas alcançar este patamar parece depender fortemente da participação dos atores em uma dinâmica pela qual se dá o fluxo de conhecimentos que apresentam valor. Assim, parece ser necessário fazer parte das redes, para o que poucos atores envolvidos se mostram preparados para desempenhar eficientemente os jogos de apropriação.

Por isto, após analisar o cenário legal dos DPI, no âmbito nacional e internacional, frente ao fenômeno da mundialização do capital e do desenvolvimento dos países, passa-se a apresentar as conclusões que dizem respeito ao papel da dinâmica inovativa típica da biotecnologia genômica no fenômeno da apropriação.

Redes de inovação em ABG: governança e *catching up* tecnológico diferencial

Muito se fala em termos da “assimetria de aprendizagem” e de “capacitação tecnológica” entre os países desenvolvidos e em desenvolvimento. Tais assimetrias seriam referentes muito mais à capacidade de aprender a fazer uso e desenvolver inovação do que de adquiri-la. Esta seria a forma das sociedades trilharem a trajetória da globalização, de modo convergente com o desenvolvimento. O conceito, a ser retomado pelos países em desenvolvimento é o dos “*learning, innovation and competence building systems*”, ou sistemas de aprendizado, construção de inovação e competências.

Os resultados empíricos deste trabalho mostraram como certos atores formam redes, traduzindo-se mutuamente de modo virtuoso. Estas redes se mostram *convergentes*, em termos da obtenção de *catching up tecnológico*.

Resgatando os conceitos teóricos da “capacidade de aprendizagem” *versus* “dotação de recursos tecnológicos”, é preciso investir nos processos geradores de aprendizagem tecnológica e no fortalecimento das competências institucionais em DPI. Tal aprendizagem se dá na forma de processos ininterruptos de negociação sobre ativos tecnológicos, e se inicia nas fases de produção científica. Assim, devem envolver equipes multidisciplinares, que aprendem a proteger e negociar, desde a fase de geração de conhecimentos básicos, as ABG, no âmbito das instituições que financiam a pesquisa. A única pesquisadora brasileira presente na rede de ABG mundial fez doutorado e pós-doutorado na instituição detentora de uma das mais importantes patentes da rede. Apesar do contingente de pesquisadores brasileiros formados em genômica ser grande, assim como demonstrado no Capítulo 4 deste trabalho, não fazem parte da seleta rede de patenteadores de ABG.

O fato da pesquisa genômica ser de cunho “básico” dificultaria, em princípio, a apropriação tecnológica e a proteção dos resultados da pesquisa; o fato é que, mesmo assim, ela é apropriada apenas por alguns agentes da rede.

O estudo do *modus operandi* deste tipo de pesquisa e de seu regime tecnológico dá continuidade à análise desta idéia, mostrando como é importante trazer os mecanismos de apropriação para dentro das instituições executoras e financiadoras de pesquisa. Esta dinâmica envolve não apenas as instituições de pesquisa, mas também atores da esfera jurídica, que

enfrentem a re-negociação da base legal, de modo a favorecer a condição privilegiada brasileira: capacidade científica e riqueza em biodiversidade. Este é, sem dúvida, um aspecto central da vantagem realtiva do Brasil, em termos da biotecnologia.

Este processo pode significar, sem dúvida, o fortalecimento do SNI em pesquisa agrícola do Brasil. Mais do que discutir se o setor público deve ou não investir em pesquisa de fronteira, parece, então, que o melhor seria optar pelos investimentos em genômica, essenciais para o futuro da produtividade agrícola e proteção de biodiversidade, ao mesmo tempo em que se garantam as condições da apropriação tecnológica. O estudo de caso deste trabalho revela que o Brasil, no caso das ABG, está em uma situação que pode vir a ser vantajosa ou desvantajosa para a competitividade agrícola, dependendo das providências futuras sobre a questão. Ou seja: é preciso continuar a investir em C&T e também aprender a se apropriar. Mas, caso persistam as atuais condições, de falta de políticas para a aprendizagem dinâmica para a apropriação tecnológica, o que seria vantagem competitiva poderá se tornar desvantagem e perda de investimentos em C&T.

A melhoria das condições de apropriação tecnológica pode ser guiada pela compreensão dos mecanismos pelos quais as ABG são geradas e de como o conhecimento flui pelas redes tecno-econômicas. Isto fica claro quando se trata das patentes *citadoras*, grupo de apenas cita outras patentes, mas que apresenta um componente que é muito citado, mostrando que o fluxo de conhecimentos sobre o processo de apropriação é passível de ser monitorado, permitindo, assim, que se antecipe algumas das intenções do mercado em utilizar novas ABG como fator competitivo.

Assim, a análise das redes se revelou, como desdobramento metodológico, capaz de permitir o monitoramento de novas biotecnologias em estado “latente”, que, mesmo não sendo parte do núcleo de importância maior da rede, já se mostram de interesse, porquanto iniciam suas trajetórias de alta taxa de citação.

O *modus operandi* e a arquitetura do regime tecnológico típico das ABG se mostraram como uma forma especial de regimes baseados em ciência. Os Projetos Genoma e as redes de biotecnologia são *building blocks* complexos, que combinam protocolos científicos já existentes com novos conceitos e conhecimentos. Dão origem a um conglomerado de disciplinas – genética, genômica, proteômica, genômica funcional, bioquímica, bioinformática,

nanotecnologias, etc, todas envolvidas na geração de inovação. As redes de Genoma também apresentam grande potencial para interagir com outras áreas do conhecimento, cujas aplicações vão da solução de problemas ambientais às interfaces tecnológicas com a física e a resistência de materiais. As patentes dos núcleos de maior importância na rede de ABG e cujas tecnologias apresentam o maior valor agregado, compõem hoje arranjos tecno-econômicos que extravasam a tradicional divisão dos setores econômicos, tais como a indústria farmacêutica e o agronegócio. Nestes *clusters* estão ABG proprietárias de empresas transnacionais que ocupavam, até há pouco tempo, posições claras no setor farmacêutico, mas que, hoje, demonstram capacidade plena em termos do domínio da P&D de biotecnologias do setor agrícola. O contrário, em relação às empresas do setor agrícola, também é verdade, demonstrando a convergência tecnológica entre setores que a biotecnologia genômica parece estar provocando.

Quanto aos DPI, parecem ser mais do que uma forma de garantia do retorno dos investimentos em inovação. A agenda de pesquisa nesta área, que a tese não poderia esgotar, mostra que tais direitos podem ter um significativo papel na estrutura de governança que torna as redes de pesquisa genômica assimetricamente eficientes na geração de inovação.

As redes se organizam²¹² de modo a compartilhar ativos tangíveis, tais como equipamentos e recursos humanos. Procedem a ações jurídicas, contratam seguros, administram ativos contábeis e econômicos e captam recursos financeiros de modo coletivo. Tudo isto aponta para uma provável redução dos custos da P&D em rede e da redução de custos de transação, que mereceria investigação especial. Tal arcabouço gerencial parece ser eficiente, inclusive, na coordenação de desempenho de mercados e, de fato, nos ganhos sistêmicos derivados da P&D de alto custo.

O monopólio mundial tecnológico do setor agrícola vem trocando esforços de P&D em agroquímicos por aqueles em biotecnologia genômica, como a participação destas empresas como detentoras de patentes C07h21 veio demonstrar. Esta condição é corroborada pelas modificações na estrutura de mercado, em especial reveladas pelas fusões entre empresas e

²¹² Ainda que, neste trabalho, o foco não tenha sido colocado sobre este tema, a autora recorre a outras publicações suas, citadas ao longo do trabalho, nas quais este aspecto fica evidenciado. Por isto julgou-se merecedor de fazer parte das conclusões desta tese.

aquisições que as grandes fazem de empresas de P&D que se revelam como estratégicas e tecnologicamente interessantes. Tais estratégias de mercado demonstram que a transição tecnológica para um padrão cada vez mais intensivo em pesquisa de fronteira, como a que envolve genômica, pressupõe a manutenção de uma base legal nacional e internacional a seu favor. Daí os *jogos de apropriação* serem encaminhados tão assiduamente por empresas transnacionais.

O fortalecimento e extensão do padrão patentário norte-americano revela-se, de fato, como a providência central de tal estratégia, já que permitiria manter o retorno positivo de investimentos em pesquisa por mais de duas décadas. Estes esforços, oriundos de empresas globais, resultaram, nos últimos vinte anos, nas atuais tecnologias de produção de plantas geneticamente modificadas que suscitam o processo de fortalecimento do padrão global de proteção aos DPI, assim como discutido no estudo de caso deste trabalho.

Estes esforços incluem a sustentabilidade do *modus operandi* das redes de ABG, relacionando-o à base das políticas de C&T. Nos EUA, por exemplo, a organização da pesquisa tem suporte em legislações do campo da política industrial, cujo representante mais notório foi o *Bay Dohle Act*²¹³. Este tipo de instrumento permite a flexibilização das instituições de pesquisa e potencializa a capacidade dos instrumentos de financiamento em assegurar a apropriação. Esta plethora de instrumentos legais parece dar apoio aos DPI, que podem ser vistos quase como intermediários das redes de genômica nos EUA. Os acordos TRIPS teriam, neste contexto, um papel dual: não só parecem servir para a proteção aos DPI como estimular a colaboração para P&D em rede, aproximando ciência e aplicação tecnológica e estas da inovação.

Por isto as instituições públicas norte-americanas são tão abundantes nas redes de ABG; mostram-se atores tão ativos e tão capazes de participar da dinâmica de geração e de perpetrar o fluxo diferencial de conhecimentos quanto muitas das empresas transnacionais.

²¹³ Legislação norte-americana que possibilitou, na década de 1980, flexibilizar e tornar contratuais as relações universidade-empresa, ainda que a universidade seja financiada pelo setor público. Este ato legal, permitindo que as universidades detivessem patentes, é visto como essencial para o processo de melhoria do sistema de apropriação tecnológica nos EUA.

Mesmo assim, a apropriação ainda depende da disponibilização de informações: os GeneBanks, corpos semi-públicos internacionais, são de livre²¹⁴ acesso para utilização em P&D. Produzir ciência apenas para alimentar tais bancos de dados, sem participar das fases de desenvolvimento tecnológico e dos ganhos que a inovação pode oferecer não parece um procedimento cabível para os países detentores de biodiversidade e que investem em pesquisa genômica.

Tal procedimento também não ajudaria a fortalecer, de fato, o processo de apropriação da biodiversidade. Garantir a soberania sobre os recursos genéticos da fauna e flora brasileiras pode ser visto como um processo meramente preservacionista – mantendo intocáveis tais recursos. Mas, de fato, esta disposição não se mostra eficiente: plantas, animais, fungos, algas, etc podem ser estudados no território nacional ou fora dele, originando inovação biotecnológica. Quando isto acontece em outros países, é necessário articular esforços no âmbito dos acordos sobre preservação e DPI de biodiversidade, o que é, sem dúvida, aconselhável. Mas, de modo complementar, e que pode se mostrar muito mais eficiente, é se realizar pesquisa básica e gerar produtos e tecnologias apropriadas, que gerem trabalho e renda para as populações dos locais de origem dos recursos genéticos utilizados na P&D.

A lógica da publicação científica em genômica segue um padrão de proteção dos conhecimentos científicos, que só podem ser abertos após a sua incorporação na forma de ABG. Este fator poderá ser alvo de futuras investigações, na busca por evidência empírica que o fundamente. Da coleta de informações para este trabalho resultaram dados a este respeito mas, dada a limitação que uma tese oferece, em termos do tema central, tais dados serão utilizados em trabalhos posteriores.

Investir em Projetos Genoma no Brasil e depositar informações nestes bancos de dados, sem completar, no âmbito nacional, todo o ciclo de geração e apropriação de ABG, pode significar um novo tipo de *dependência* tecnológica, já que outros SNI, sendo capazes de absorver conhecimentos gerados em quaisquer condições – interna ou externamente – poderão aumentar sua capacidade tecnológica.

²¹⁴ *Livre* para aqueles que sejam capazes de interpretar e traduzir as informações, ou seja, é livre no caso de haver competência técnica na fronteira do conhecimento.

O papel de um país como o Brasil, neste sentido, seria no mínimo absurdo: um país em desenvolvimento que produz ciência da fronteira do conhecimento e que não é capaz de se apropriar deles. A aprendizagem institucional para apropriação pode ser o passo inicial para o empreendimento conjunto da P&D; neste caso, serão necessários, obviamente, investimentos públicos em programas que visem os ganhos de competência em *catching up*.

Não se pretende fazer parecer que a compreensão do papel da aprendizagem para a apropriação ou a melhoria de suas condições resolveria o problema de desenvolvimento regional. Este é apenas um dos aspectos envolvidos na superação do subdesenvolvimento, que tem inúmeras barreiras para se realizar. Por isto, quando pertinente, as barreiras econômicas e as derivadas da transferência de tecnologia envolvidas no processo de mundialização do capital, focalizadas no caso da América Latina, forma contextualizadas, neste trabalho, ao processo de análise sobre a apropriação de biotecnologias.

Recupera-se, neste ponto, o conceito de SNI para os países em desenvolvimento, lembrando que, no caso das ABG, mais importante do que a *dotação tecnológica* é a capacidade de aprendizagem, na forma da geração de competências institucionais que cubram tanto o espectro dos direitos de propriedade quanto o da organização da pesquisa e estrutura de mercado.

Seria o ambiente inovativo no Brasil propício para a apropriação sistêmica dessas biotecnologias? Até que ponto a conjunção dada pela dinâmica inovativa das ABG e do cenário internacional dos DPI – em especial pelos acordos TRIPS, conforma a capacidade de apropriação do resultado dos investimentos em pesquisa?

As mesmas competências técnicas e institucionais necessárias para garantir a apropriação de ABG de uso em agricultura de escala são também essenciais para manter os direitos sobre recursos genéticos autóctones. Assim, os DPI, fincados na interação entre capacidades científicas e tecnológicas, podem se mostrar eficientes tanto para a proteção de biodiversidade quanto para a de inovação genômica.

Apesar desta tese não ter como foco a discussão acerca da propriedade sobre a biodiversidade, aponta-se que o desenvolvimento de capacidades de apropriação de conhecimentos genômicos é também um meio de garantir a proteção da biodiversidade: capacidades de identificação botânica, catalogação genética e genômica e inovação em ABG

poderão fortalecer o argumento sobre o direito ao uso de material genético e de variedades vegetais autóctones do território nacional. Isto não implica em abandonar os argumentos fundados no direito dos povos ao uso da terra e dos recursos naturais próprios. Além do mais, a capacidade inovativa para a geração de inovação biotecnológica serão essenciais para a melhoria da competitividade industrial do país.

A pesquisa em ABG, enquanto pesquisa agrícola, insere-se no contexto da produção de alimentos, da criação de renda e do emprego para as populações. A mudança tecnológica trazida pelas novas biotecnologias baseadas em genômica apresenta, inegavelmente, capacidade de aumentar a produtividade agrícola. Este aumento de produtividade não necessariamente se traduz na melhoria da distribuição de renda, nem na redução do custo de vida de populações de baixa renda, nem na melhoria do acesso aos alimentos²¹⁵.

Por que, então, um país em desenvolvimento, como o Brasil, deveria investir em “Projetos Genoma” ?

Qual seria o valor deste tipo de pesquisa para um país que é até bastante produtivo no cenário mundial de C&T na grande área de ciências biológicas – incluindo as áreas de saúde, agronomia e ciências da terra - mas que não apresenta, no cenário mundial, relevantes indicadores de dispêndio em P&D? Segundo o livro “Indicadores de Ciência, Tecnologia e Inovação” (Fapesp, 2005), o Brasil localiza-se no *cluster* de países com sistema de inovação *imatur*o. Baseando-se na literatura sobre *sistemas nacionais de inovação*²¹⁶, que atribui importância decisiva a interação entre a produção científica e tecnológica, o Capítulo 6 da referida obra trata de uma ambigüidade. Países como os Estados Unidos, o Japão e a Suécia apresentam forte interação entre a produção científica (em torno de 100 artigos científicos por milhão de habitantes) e a produção tecnológica (acima de 150 patentes por milhão de habitantes). O Brasil, no entanto, apresenta fraco desempenho nas duas produções; apesar disto, a produção científica (150 artigos por milhão de habitantes) é muito mais significativa do que a produção tecnológica, de menos de três patentes por milhão de habitantes.

²¹⁵ Desta forma, esta tese não se focaliza nos aspectos distributivos da economia da inovação, mas, sem dúvida, poderá ser de utilidade para estudos específicos sobre o tema.

²¹⁶ Assim como acontece no Capítulo teórico-metodológico desta tese.

Este trabalho corrobora as conclusões daquela obra. Talvez ilumine não apenas para constatar, mas para detalhar as condições nas quais a apropriação pode se tornar eficiente.

O investimento em Projetos Genoma, em termos absolutos, não é muito alto (países desenvolvidos investem pelo menos 200 vezes o que o Brasil investe). A inovação é baixa, assim como o desenvolvimento tecnológico. Mas o dispêndio em P&D não é tão baixo – pouco menos que 2% do PIB, comparável ao dos países como a Espanha e Portugal.

Investir em pesquisa é investir na geração de conhecimentos, o que é um bem em si. A pesquisa científica apresenta um valor intrínseco, e é atividade necessária, mas não suficiente para melhorar o padrão de desenvolvimento de um país. Estudos de genomas, do sequenciamento e notação de genes, os estudos de proteômica, são louváveis²¹⁷ e devem ser financiados pelas agências de fomento à C&T.

Mas tais programas podem ser acompanhados por sistemas de monitoramento e avaliação do impacto da pesquisa, para o que os indicadores de rede se mostram úteis para a melhoria da relação entre a produção científica e a produção tecnológica.

A difusão de ABG no mundo, na forma de novos cultivares geneticamente modificados, no bojo do processo de intensificação do fluxo internacional de capitais, foi seguida, no Brasil, pela emergência de inúmeras iniciativas governamentais de financiamento à genômica, como se demonstra no mesmo item. O contingente de recursos humanos em pesquisa de potencial impacto para a geração de ABG, no mesmo período, também cresceu muito no Brasil, como era de se esperar.

Assim, entender como o conhecimento circula, em especial como o conhecimento gerado pela pesquisa genômica está disponibilizado para os atores que deles podem se apropriar revelou que as relações entre atores sociais do pólo científico, do tecnológico e de mercado consubstanciam a dinâmica de geração, difusão e apropriação de ABG.

Dada a complexidade de fatores a serem contemplados no investimento em pesquisa genômica, a questão central - investir ou não em genômica – não é passível de ser respondida sem que, anteriormente se encaminhem as questões de capacitação para a apropriação tecnológica. Muito provavelmente, dando tratamento aos processos de melhoria das

²¹⁷ A autora deste trabalho é, originariamente, da área de pesquisa genômica aplicada.

condições de apropriação, os investimentos em pesquisa genômica serão naturalmente validados.

Neste sentido, o Brasil está numa posição bastante particular, que deve ser vista, pelo menos em princípio, como vantajosa para o aumento de competitividade agrícola e industrial, de uma forma geral. O país tem recursos genéticos, realiza pesquisa científica de nível internacional e tem instituições com competência técnica e organizacional. Esta conjunção de fatores, no entanto, ainda não se mostra totalmente exitosa em termos da capacidade de em se apropriar dos conhecimentos gerados no âmbito nacional.

Neste contexto de vantagens e desvantagens, as políticas de desenvolvimento da biotecnologia poderão manter a exclusão da patenteabilidade de genes (Art. 27.3.[b] dos TRIPS), mesmo que, como este trabalho demonstra, as biotecnologias genômicas comercializadas nem sempre demonstram que conhecimentos genéticos forma utilizados em seu desenvolvimento – como no caso de *kits* diagnóstico de câncer, que utilizaram conhecimentos gênicos na sua obtenção – mas não são artefatos que contém as unidades hereditárias, em si mesmas.

Outro fator importante é que a base normativa pode se mostrar, na ausência das competências acima citadas, ineficiente para se apropriar de ABG. Ou seja, há casos nos quais a pesquisa é bem financiada, mas as políticas de fomento não se apresentam complementadas por ações que poderiam melhorar o *catching up* tecnológico.

Por fim, duas considerações:

a) Sobre genes, apropriação e biodiversidade:

TRIPS não é nem positivo nem negativo para a proteção de ativos da biodiversidade. Tirar vantagem a estrutura legal destes acordos pode estar na dependência de vincular os DPI com o retorno – por meio de benefícios de diferentes tipos – às populações que ocupam áreas biodiversas. Para isto, seria necessário fiscalizar não apenas a saída de material biológico do Brasil, o que é uma tarefa difícil, dadas as dimensões geográficas do país, mas também entender que há outras formas de *fuga* destes ativos: podem estar incorporados em biotecnologias que os “mascaram”. Neste caso, um gene presente na biodiversidade, utilizado para desenvolver moléculas de efeito terapêutico, não faz parte do produto final, na ponta da comercialização. Biotecnologias do tipo *shuffling* DNA, que selecionam, entre

milhares de genes, aqueles que expressam moléculas com efeitos farmoquímicos e terapêuticos desejados pelo mercado, são exclusivamente utilizadas pelas empresas do setor farmacêutico oligopolizado. Ao invés de se colocar “contra”, ou “a favor” das atividades de pesquisa sobre OGM, de modo absoluto, seria melhor analisar, caso a caso, como esta situação poderia ser impedida? Investir em pesquisa científica deste tipo pareceria uma estratégia interessante. Esta seria, de fato, uma forma de manter a biodiversidade, ainda mais se estas ações aliarem políticas que façam reverter benefícios sociais para as populações que tenham, de uma forma ou de outra, direitos sobre esta biodiversidade.

Manter ou não o Art. 27.3(b) dos TRIPS depende deste tipo de análise. Assim, não haveria como afirmar que esta disposição legal deva ou não ser abandonada. Caso as instituições brasileiras passem a apresentar maior capacidade de absorção das biotecnologias que geram, então, talvez, fosse interessante abrir mão das disposições daquele artigo. Enquanto isto não acontece, melhor mantê-las, mesmo sabendo que há uma antinomia nesta decisão: ou se protege por exclusão de P&D o se apropria e difunde os benefícios, o que é muito mais complicado do que simplesmente se contrapor aos “transgênicos”. Mas, em compensação, apropriar-se e difundir benefícios seria muito mais eficiente enquanto política de desenvolvimento de C&T. Envolve, por exemplo, negociar²¹⁸, em troca da patenteabilidade de genes, o reconhecimento dos direitos das comunidades locais aos frutos de exploração da biodiversidade.

b) Sobre a pertinência dos investimentos nacionais em Projetos Genoma e mercados agrícolas:

Projetos Genoma são vistos como grandes insumidores de recursos de C&T. Hoje, como já se apontou ao longo deste trabalho, as atividades em genômica não sejam mais reunidas sob esta designação, sendo financiadas por meio de projetos de pesquisa na ponta dos laboratórios das universidades e institutos públicos, o que torna a detecção destes recursos uma tarefa mais difícil; desta forma, pode acontecer que não exista mais contraposição ao financiamento de Genomas simplesmente porque seu financiamento pode estar sendo realizado de um modo diferente, na forma de novas linhas de pesquisa tradicionais.

²¹⁸ O que, por sua vez, obriga a pactuar, no campo social, mais abertamente todos os fatores inerentes à questão; ainda mais, por sua vez, isto depende da melhoria do sistema educacional, que pudesse trazer a discussão de problema de tal complexidade para as esferas de um grande contingente de cidadãos.

Os Projetos Genoma tiveram um papel central na formação de contingentes de RH nas áreas de biologia genética e molecular no Brasil. O que este trabalho aponta é que, mesmo acreditando ser esta uma política que deva ter continuidade, não é suficiente para que os investimentos já realizados para o desenvolvimento de capacidade científicas em genômica, estudos pós-genômicos e proteômica sejam traduzidos na forma de maior competitividade econômica, que depende da geração de inovação. O ambiente favorável à aprendizagem para apropriação – nos seus aspectos legais, institucionais e de mercado - deveria ser equacionado, assim como este item de conclusões apresenta. Só assim o depósito de seqüências de genes nos bancos mundiais de DNA e a publicação de artigos científicos poderiam ser absorvidos, na forma de novas tecnologias, por atores das redes brasileiras de genoma. O impacto das políticas de formação de pesquisadores nesta área complementar, neste caso, um ciclo mais virtuoso do que o atual.

Este trabalho, focalizado no caso dos DPI sobre biotecnologias, pretendeu tornar mais claras algumas relações entre a base legal dos DPI e a capacidade de governança inovativa das redes de ABG. Espera-se que, com elas, seja possível integrar a formulação de políticas de C&T cada vez mais eficientes, em termos do desenvolvimento do país; também que sirvam de insumos para o traçado de políticas que apontem para a superação dos obstáculos à inovação ou ao investimento em P&D pelas empresas no Brasil.

GLOSSÁRIO

Antibióticos

Produtos bioquímicos produzidos por bactérias ou fungos que inibem o crescimento de outros organismos.

Anticorpo

Globulina encontrada em fluidos teciduais e no soro, produzida em resposta ao estímulo de antígenos específicos, sendo capaz de se combinar com os mesmos, neutralizando-os ou destruindo-os.

Anticorpo Monoclonal

Anticorpo produzido pela progênie de uma única célula e que por isso é extremamente puro, preciso e homogêneo. São moléculas imunes de alta especificidade e de grande importância na produção de kits diagnósticos para a Saúde Humana e Animal

Antígeno

Porção ou produto de um agente biológico capaz de estimular a formação de anticorpos específicos.

Autofecundação

Consiste na fertilização de um óvulo (gameta feminino) por um gameta masculino, sendo ambos os gametas produzidos pelo mesmo genótipo, usualmente pela mesma planta. A autofecundação ao longo das gerações conduz à homozigose e formação de linhagens puras.

Autopolinização (ou autofecundação)

Processo que consiste na polinização de uma flor pelo pólen da mesma flor ou de outra flor da mesma planta ou, ainda, de pólen de uma planta que é um clone, portanto geneticamente idêntica à planta original. A consequência genética da autopolinização é a autofecundação, isto é, a união de um gameta masculino com um gameta feminino, produzidos pelo mesmo genótipo.

Bactéria

Organismo unicelular, procarionte. Encontradas nos mais variados ambientes, distinguindo-se as anaeróbias, que vivem em ausência de oxigênio e as aeróbias, que vivem em presença desse elemento. Têm sido empregadas com sucesso na obtenção de plantas geneticamente modificadas.

Banco de genes

Centros de bioinformática que armazenam informações genômicas e gênicas, conseguidas a partir de atividades científicas e tecnológicas de sequenciamento e anotação de genes e de proteômica.

Banco de germoplasma

Base física onde o germoplasma é conservado. Banco de genes *in vivo* pode ser sinônimo. Centros ou instituições públicas ou privadas que conservam as sementes, tecidos vegetais ou plantas a campo. A conservação nos centros é chamada de *ex situ*, enquanto a conservação a campo nos locais de origem é identificada como *in situ*.

Biodiversidade

Entendida como uma associação da totalidade de genes, espécies e ecossistemas de uma área geográfica específica. Pode ser definida como a variedade e a variabilidade existente entre os organismos vivos e os contextos ecológicos nas quais ocorrem.

Bioética

Disciplina cujo objeto são os juízos de apreciação sobre o comportamento humano, as decisões, a conduta e a política, relacionados a fatos ou fenômenos biológicos.

Bioprospecção

Definida como o método ou forma de localizar, avaliar e explorar sistemática e legalmente a biodiversidade existente em determinado local, tem como objetivo principal a busca de recursos genéticos e bioquímicos para fins comerciais.

Biorreatores

Plantas ou animais modificados pela engenharia genética que funcionam como fábricas para produção de fármacos, produtos químicos, plásticos, combustíveis e outros produtos.

Biorremediação

Utilização de microorganismos no tratamento de descontaminação ou a utilização de sistemas biológicos para degradar ou remover contaminantes ao meio ambiente.

Biossegurança

Designação genérica da segurança das atividades que envolvem organismos vivos. É uma junção da expressão “segurança biológica”, voltada para o controle e a minimização de riscos advindos da exposição, manipulação e uso de organismos vivos que podem causar efeitos adversos ao homem, animais e meio ambiente.

Biotecnologia

Ramo da ciência que pesquisa a utilização de um conjunto de técnicas envolvendo materiais biológicos. Uma dessas técnicas – a biotecnologia genômica – trata da transferência de genes de uma espécie para outra, a fim de atribuir a esta última as características naturais da primeira.

Biotecnologia Tradicional ou Clássica

Técnicas que trabalham com seres vivos da forma em que são encontrados na natureza ou melhorados pelo homem para exercer determinada função produtiva amplamente difundidas, como o isolamento, a seleção e os cruzamentos genéticos naturais entre espécies sexualmente compatíveis.

Biotecnologia Moderna

Manipula seres vivos naturais para obter outros seres vivos não encontráveis na natureza, obtidos pela aplicação de técnicas não naturais de seleção, transformação genética e otimização fisiológica. Suas principais técnicas para o melhoramento de seres vivos ou fragmentos destes são a técnica do DNA recombinante e a técnica da fusão celular.

Bt

Toxina com ação inseticida produzida pela bactéria *Bacillus thuringiensis*, encontrada naturalmente no solo. Seus genes vêm sendo empregados para o desenvolvimento de plantas geneticamente modificadas capazes de produzir toxinas contra insetos, tornando-se assim capazes de controlar pragas agrícolas.

Clonagem

Conjunto de técnicas que envolvem o aparato celular nuclear e citoplasmático utilizado para a produção de clones.

Clone

Indivíduo obtido por via assexual a partir de um indivíduo original, sendo geneticamente idêntico a este. Pode também compreender um grupo de células ou indivíduos geneticamente idênticos derivados por reprodução assexuada de um ancestral comum, ou da separação precoce de células embrionárias durante as primeiras clivagens, que passam a originar mais de um indivíduo, como é o caso de gêmeos idênticos em humanos. No nível molecular, clonagem significa isolamento e multiplicação de fragmentos específicos de DNA.

Codex Alimentarius - FAO

Fórum internacional para discutir questões relacionadas com a análise e avaliação de riscos potenciais dos alimentos derivados da biotecnologia moderna. A Coordenação Geral de Biotecnologia do Ministério da Ciência e Tecnologia é o ponto focal do Codex Alimentarius-FAO no Brasil, e coordena os grupos brasileiros formados com a incumbência de analisar e propor eventuais mudanças nas propostas elaboradas pelos comitês de expertos da FAO destinadas a serem adotadas como diretrizes internacionais para assuntos referentes a alimentos contendo ou derivados de OGMs.

Controle Biológico de Pragas

Introdução no cultivo de um agente biológico que, sendo inimigo natural da praga, é capaz de controlá-la. Pode utilizar diversas espécies de agentes biológicos, como vírus, fungos, moscas criadas em laboratórios, vespas, bactérias e formicidas biológicos.

Cromossomo

Estrutura em forma de filamento espiralizado que contém o material genético, DNA. Os cromossomos situam-se no interior do núcleo das células, eucariotas. As espécies possuem números específicos de cromossomos, sendo diplóide ($2n$) nas células somáticas dos organismos pluricelulares e haplóide (n) nos gametas e nos esporos dos vegetais. Os procariotos, como as bactérias, não possuem núcleos, sendo o seu material genético constituído apenas de DNA, que normalmente se apresenta numa configuração circular.

CTNBio

Comissão Técnica Nacional de Biossegurança. Criada pelo Decreto 1752, de 20 de dezembro de 1995, em decorrência da Lei 8974, de 5 de janeiro de 1995, é vinculada ao Ministério da Ciência e Tecnologia e tem a incumbência de regulamentar as atividades relacionadas aos organismos geneticamente modificados – OGMs e à regulação de procedimentos biológicos em pesquisa básica e desenvolvimento de inovação

Cultura de Tecidos

No caso de vegetais, consiste na criação de uma nova planta a partir de um grupo de células tissulares. Esta parte é cultivada em tubo de ensaio e induzida a se regenerar num vegetal completo, com raiz, caule e folhas, idêntico à planta original (clone). No caso de animais, apenas o tecido específico utilizado para iniciar a cultura é regenerado.

DNA

Ácido desoxirribonucléico. Material genético que tem a configuração de uma hélice dupla longa. Tem o aspecto de uma escada na qual as laterais são seqüências do açúcar desoxirribose

e de fosfato, sendo os degraus constituídos pelas bases nitrogenadas adenina (A), timina (T), guanina (G) e citosina (C), sendo que adenina se pareia com timina e guanina com citosina.

DNA recombinante

Técnica de inserção de genes em uma base de DNA, por meio de enzimas de restrição (que “cortam” o DNA em determinado ponto) e ligases (que “fecham” a cadeia novamente, após a inclusão do(s) gen(es)).

Engenharia genética

Tecnologia utilizada para a transferência de genes entre espécies distintas, resultando em organismos transgênicos, também denominados de geneticamente modificados.

Engenharia Metabólica

Por meio da engenharia genética de plantas podem-se alterar importantes rotas do metabolismo e permitir que plantas, ou suas células, funcionem como biorreatores (reatores biológicos), tornando possível a produção de substâncias de valor farmacológico, como exemplo, vacinas e biofármacos.

Erosão genética

Perda de variabilidade genética de uma espécie.

Eucarioto

Denominação dos organismos cujas células possuem um núcleo diferenciado e bem definido por uma membrana cariótica.

Expressão Gênica

Processo celular que controla os genes que serão ou não transcritos, de forma a produzir ou não, certas proteínas, e causar a diferenciação das células em organismos pluricelulares.

FAO (Food and Agriculture Organization)

Agência das Nações Unidas para a Agricultura e Alimentos; tem o propósito de auxiliar os países em desenvolvimento na produção de alimentos em quantidade e qualidade adequadas para as respectivas populações.

Farmacogenômica

Estuda a associação entre a constituição genética do indivíduo e sua resposta a medicamentos. Surgiu da observação de que certas drogas funcionam bem em certas pessoas, mas não em outras. É uma ciência nova, concretizada pelo projeto genoma humano.

Fermentação

Processo biotecnológico no qual um microrganismo através do consumo de um dado substrato – açúcar, em geral, produz energia para o metabolismo celular e resíduos metabólicos como o CO₂, etanol, etc, muitos dos quais de interesse industrial.

Fenótipo

É o conjunto de características expressas num indivíduo, que são o resultado da interação de seu genótipo com o ambiente no qual o indivíduo se desenvolveu.

Fitoterápicos

Produtos com ação farmacológica de origem vegetal, denominados fitoterápicos, relacionados com qualquer exploração tecnológica e econômica de vegetais empregados na prevenção, no tratamento, na cura de distúrbios, disfunções ou doenças do homem e animais.

Fixação Biológica de Nitrogênio

Utilização de microorganismos para fixar nitrogênio nas plantas.

Food and Drug Administration (FDA)

Órgão público dos EUA que avalia e autoriza a comercialização de medicamentos naquele país.

Gene

Determinada seqüência de DNA, que codifica para proteínas. Codifica, em geral, um ácido nucléico chamado RNA (o contrário também pode ser verdadeiro, mas em menor número de casos), que, por sua vez, codifica uma proteína funcional.

Genética

Ramo da Biologia que trata dos sistemas de hereditariedade. Ocupa-se das diferenças entre os seres vivos, das suas causas e dos mecanismos e leis da transmissão dos caracteres individuais e da evolução das espécies.

Genoma

Conjunto de cromossomos que corresponde ao conjunto haplóide (n) da espécie. É o material hereditário de uma molécula e compreende o conjunto completo de cromossomos de uma espécie.

Genômica

Estuda o genoma com um todo, ou seja o conjunto de genes de uma espécie, com a intenção de catalogar todos os seus genes e a função de cada um deles.

Genótipo

Resultado da constituição genética de um organismo, que é determinada pelo conjunto de genes existente nos cromossomos. O genótipo é o resultado da expressão dos genes.

Germoplasma

Base física que reúne o conjunto de materiais hereditários de uma espécie, representando a variabilidade genética da mesma.

Herbicida

Produto utilizado para destruir ou controlar o crescimento de plantas daninhas, arbustos ou outras plantas indesejáveis.

Hereditariedade

Transmissão de características genéticas entre as gerações dos seres vivos, através de genes e dos sistemas de expressão destas unidades.

Híbrido

Denominação genérica do produto resultante de um cruzamento entre progenitores geneticamente distintos. Pode ser o produto do cruzamento entre linhagens endogâmicas de uma espécie, bem como o resultado do cruzamento entre espécies distintas.

In sílica

Diz respeito aos ensaios e simulações que antecipam determinadas gerações de organismos vivos por meio de sistemas de bio-informática. Permitem ganhos substanciais de tempo e esforços de compreensão das características que certas linhagens de seres vivos possam manifestar.

Lei de Biossegurança

Lei que estabelece normas de segurança e mecanismos de fiscalização no uso das técnicas de engenharia genética na construção, cultivo, manipulação, transporte, comercialização, consumo, liberação e descarte de organismo geneticamente modificado, visando proteger a vida e a saúde do homem, dos animais e das plantas, bem como o meio ambiente.

Loco (ou *locus*; *loci* no plural)

Sítio ou lugar onde se situam genes específicos, dentro dos mapas genéticos.

Marcadores Genéticos

Regiões do DNA que se repetem n vezes, que servem para identificar genes. Em geral, utilizam-se *sondas* de DNA que reconhecem estas regiões, identificando-as. Servem para estimar a variabilidade genética de populações, técnica imprescindível para o melhoramento de plantas e animais. São também usados para proteger os direitos do melhorista, no caso de desenvolvimento de novas cultivares.

Melhoramento genético

Melhoria dos cultivos agrícolas através de vários métodos desenvolvidos em função dos avanços da Genética, como seleção, hibridação, indução artificial de mutações e outros. Tais métodos de melhoramento genético são genericamente denominados de “convencionais” ou clássicos.

Microbiologia

Ciência que estuda os microorganismos, ou seja, qualquer organismo microscópico incluindo bactérias, vírus, algas unicelulares, protozoários e fungos microscópicos.

OGM (organismo geneticamente modificado)

Organismo que teve seus genes modificados artificialmente por meio de alguma técnica de engenharia genética. No caso dos genes serem da própria espécie, o organismo passa a ser geneticamente modificado, sem ser transgênico. Neste último caso, seria necessário que a espécie recebesse genes de uma outra.

Planta Bt

Planta desenvolvida pela biotecnologia que carrega em seu código genético o gene de uma *Bacillus thuringiensis*, ou “Bt”, uma bactéria encontrada naturalmente no solo, que tem ação inseticida contra certos insetos-pragas que atacam as lavouras.

PCR - "Polimerase Chain Reaction"

Método de isolamento e amplificação de um segmento de DNA, que envolve a produção *in vitro* de milhões de cópias do segmento em estudo. O processo exige a utilização de "primers" ou seqüência capazes de inicializar o processo de amplificação e da enzima DNA Polimerase.

Primer

Pequeno fragmento de RNA, que se liga ao DNA, permitindo que a reação de polimerização deste último se inicie. Técnica essencial da engenharia genética.

Procarioto

Denominação dada aos organismos cujas células não possuem um núcleo diferenciado, como é o caso das bactérias.

Progênie

Descendência de um indivíduo ou de acasalamento controlado, freqüentemente utilizada para uma melhor identificação dos genótipos dos progenitores.

Proteoma

Indica as proteínas expressas em um genoma ou tecido. Enquanto o genoma representa a soma de todos os genes de um indivíduo, o proteoma não é uma característica fixa de um organismo. O proteoma altera com o estado de desenvolvimento, do tecido ou mesmo sob as condições nas quais o indivíduo se encontra.

Proteômica

Sistema de expressão das proteínas de um genoma.

RNA

Ácido ribonucléico, que é o material genético complementar ao DNA.

Screening de DNA

Técnica de separação de seqüências de DNA colocadas em uma placa de gel, pela qual corre uma corrente elétrica.

Shuffling DNA

Técnica de “embaralhamento” e recombinação artificial de seqüências de DNA, visando simular evolução *in silico*, ou seja, com o auxílio de instrumental de informática. Com ela, é possível criar bibliotecas de genes e de mutantes, com atividades biológicas novas e melhoradas.

Terapia Gênica

Transferência de material genético para células de um indivíduo, resultando em benefícios terapêuticos. Envolve a correção de defeitos genéticos, a eliminação de células cancerosas, prevenção de doenças cardiovasculares, bloqueio de desordens neurológicas e a eliminação de patógenos infecciosos.

Transformação gênica

Processo de inserção de um gene exógeno em um organismo utilizando-se, como vetor, um plasmídeo Ti - material hereditário bacteriano capaz de introduzir genes em células de plantas

Transgenia

Inserção de um gene exógeno ao genoma de um organismo, utilizando um veículo (carreador ou vetor) de clonagem.

Transgênico

Organismo que sofreu alteração de seu genoma devido ao recebimento de material hereditário de outra espécie.

Vetores de DNA

Molécula de DNA capaz de sofrer autoduplicação, utilizada como portadora para transmitir um gene de um organismo para outro.

Vírus

Organismo que se reproduz apenas por meio da utilização de equipamento celular de outro organismo vivo, posto que não é formado por célula. Há vírus cujo material genético é o DNA (ácido desoxirribonucléico) e outros nos quais o material genético é o RNA (ácido ribonucléico).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. **ALBERTINI, S. e BUTLER, J. (1995).** R&D networking in a pharmaceutical company: Some implications for human resource management, *R&D Management* 25 377-393.
2. **ARCHIBUGI, D. e MICHIE, J. (1997).** Technological globalisation and national systems of innovation: an introduction. In: ARCHIBUGI, D. e MICHIE, J. Technology, globalisation, and economic performance. Cambridge University Press.
3. **AROCENA, R. e SUTZ, J. (2003).** Understanding underdevelopment today: new perspectives on NSI. The First Globelics Conference: Innovation Systems and Development Strategies for the Third Millennium Rio de Janeiro
4. **AROCENA, R. e SUTZ, J. (2003).** Learning divides, social capital and the roles of universities The First Globelics Conference: Innovation Systems and Development Strategies for the Third Millennium Rio de Janeiro, 2003.
5. **AROCENA, R. e SUTZ, J. (2003).** *Sistemas de Innovación en Ciencias de la Vida: hacia un Estudio desde los Enfoques Constructivo*. X Seminário Associação Ibero-latino-americana de Gestão Tecnológica – ALTEC, Cidade do México, novembro de 2003.
6. **AROCENA, R. e SUTZ, J. (2000).** Interactive Learning Spaces and Development Policies in Latin América DRUID Working Paper No 00-13 - ISBN(87-7873-098-8
7. **BANCO MUNDIAL (2001).** *Global Economic Prospects and the Developing Countries: making trade work for the world's poor*. World Bank, Washington DC. Disponível em www.worldbank.org/prospects/gep2002. Acesso em fevereiro de 2005.
8. **BARBOSA, D.B. (2002).** *Biotecnologia e Propriedade Intelectual*. Disponível em <http://denisbarbosa.addr.com/81.doc>. Acesso em outubro de 2005.
9. **BARBOSA, D.B. (2003).** *Propriedade Intelectual: a aplicação do Acordo TRIPS*. Editora Lúmen Júris, Rio de Janeiro.
10. **BARZEL, Y. (1997).** *Economic Analysis of Property Rights*, 2ª ed. Cambridge: Cambridge Univ. Press.
11. **BATAGELJ, V. e MRVAR, A. (2003).** PAJEK Analysis and Visualizaton of large networks. Preprint series, Vol. 41 (2003), 871.
12. **BIJKER, W.E. (1995).** “Of bicycles, bakelites and bulbs: toward a theory of socio-technical change. MIT Press, Cambridge, MA.
13. **BOZEMAN, B., ROGERS, J., ROESSNER, D., KLEIN, H. e PARK, J. (1998).** *The R&D Value Mapping Project: Final Report*. Report to the Department of Energy, Office of Basic Energy Sciences. Atlanta, GA: Georgia Institute of Technology.
14. **BREITZMAN, A. F. e MOGEE, M.E. (2002).** The many applications of patent analysis, *Journal of Information Science*, 28, 3, pp. 187-205.
15. **BRESCHI, S. e LISSONI, F. (2003).** “Mobility and Social Networks: Localised Knowledge Spillovers Revisited,” CESPRI Working Papers 142, CESPRI, Centre for Research on Innovation and Internationalisation Processes, Universita' Bocconi, Milão.

16. **BRESCHI, S. e LISSONI, F. (2004).** *Knowledge networks from patent data*. In: Handbook of Quantitative Science and Technology Research. H.F. Moed et al. (eds.). Kluwer Academic Publishers. Holanda.
17. **BRISOLLA, S.N (1998).** Indicators to support decision-making. *Ci. Inf.*, 1998, vol.27, no.2, p.nd-nd. ISSN 0100-1965.
18. **BRITTO, J. (1996).** *Rede de firmas: modus operandi e propriedades internas dos arranjos interindustriais cooperativos*. Rio de Janeiro (mimeo).
19. **BRITTO, J. (2000).** Technological Diversity and Industrial Networks: An Analysis of the Modus Operandi of Co-operative Arrangements. Science Policy Research Unit Electronic Working Papers Series, nº 4, Reino Unido.
<http://www.sussex.ac.uk/Units/spru/publications/imprint/sewps/sewp04/sewp04.pdf>. Acesso em 20/08/2005.
20. **BROOKS, H. (1967).** Applied Science and Technological Progress. *Science*, v. 156, pp. 1706-1712.
21. **BULL, A.T., HOLT, G. e LILLY, M.D. (1982).** Biotechnology, international trends and pererspectives. OCDE, Paris.
22. **BUTLER, L. J. (2002).** Conflicts in Intellectual Property Rights of Genetic Resources: Implications for Agricultural Biotechnology. In: Economic and Social Issues in Agricultural Biotechnology. Evenson, R. E., Santaniello, V. e Zilberman, D. CABI International.
23. **CABALLERO, JAFFE, A. (1993).** "How High are the Giants' Shoulders: An Empirical Assessment of Knowledge Spillovers and Creative Destruction in a Model of Economic Growth." : MIT and NBER; Harvard U and NBER.
24. **CALLON, M. (1992) .** *The dynamics of techno-economic networks* , In: Coombs, R. Saviotti, P. e Walsh, V. (eds.), Technological change and company strategies: economic and sociological perspectives. Academic Press, Londres.
25. **CALLON, M. (1995).** Externalités et politiques publiques: le point de veu d'un sociologue. Paris.
26. **CALLON, M. e LATOUR, B. (1981).** Unscrewing the big Leviathan: how actors macro-structure reality and how sociologists help them to do so. In; Karin,D. Knorr-Cetina e Aaron V. Cicourel (eds.) Advances in social theory and methodology. Towards an integration of micro and macro sociologies. Routledge e Kegan-Paul. Londres.
27. **CALLON, M. (1992).** Variété et irréversibilité dans les réseaux de conception et d'adoption des techniques. In: FORAY, D. & FREEMAN, C. (eds) Technologie et richesse des nations. Paris: Economica
28. **CALLON, M., LARDO, P. E RABEHARIZOA, V. (1992b).** The Management and Evolution of Technological Programs and Dynamics of Techno-Economic Networks: the case of AFME. Research Policy, vol. 21, n. 3, 215-236.
29. **CANUTO, O. (1995).** Competition and Endogenous Technoloical Change : an evolutionary model. *Revista Brasileira de Economia*, vol. 49, n. 1, jan-mar. 1995, (p. 21-33).
30. **CARLSSON, B. E JACOBSSON, S. (1997).** In search of useful public policies: key lessons and issues for policy makers. In: Technological Systems and Industrial Dynamics. Dordrescht: Kluwer Academic Publishers, pp. 299-316.

31. **CARVALHO S. M. P.** (2003). Propriedade Intelectual na Agricultura. Tese de Doutorado; Instituto de Geociências, Departamento de Política Científica e Tecnológica. Orientador: Prof. Dr. Sergio Luiz Monteiro Salles-Filho. Campinas.
32. **CASTELLS, M., (1999a).** *The Information Age: Economy, Society and Culture. Vol.1. The Rise of the Network Society*, Blackwell Publishers, Great Britain, 1999.
33. **CASTELLS, M., (1999b)** *The Information Age: Economy, Society and Culture. Vol.3. End of Milenium*, Blackwell Publishers, Great Britain, 1999.
34. **CHESNAIS, F. (1988).** Technical cooperation agreement between independent firms, novel issues for economic analysis and formulation of national technological policies. *STI Review*, nº4, pp. 51-120.
35. **CHESNAIS, F. (1992).** National Systems of Innovation: foreign diret investment, and the operation of multi-national enterprizes. *In: Lundvall, B.A. (Ed). National Systems of Innovation.* Pinter, Londres.
36. **CHESNAIS, F. (1996).** A Mundialização do Capital. Xamã, São Paulo.
37. **CHESNAIS, F.** *A mundialização do capital.* São Paulo: Xamã, 1996.
38. **CHESNAIS, F.** Mundialização do capital, regime de acumulação predominantemente financeiro e programa mínimo. *RSBEP(1)*, p. 7-34. CIPR (2002). Integrating Intellectual Property Rights and Development Policies. Report of the Comission on Intellectual Property Rights, Londres, setembro de 2002.
39. **CIMOLI, M., DOSI, G. (sem data).** Tecnologia y desarrollo: algunas consideraciones sobre los recientes avances en la economía de la innovación. *In: URANGA, M.G., PADRÓN, M. S., DE LA PUERTA, E. (comp.). El cambio tecnológico hacia el nuevo milenio: debates y nuevas teorías.* s/d. p.23-64. (Economía Critica).
40. **CIPR (2002).** Comission on Intellectual Property Rights. Final Report. Disponível em www.iprcommission.org. Acesso em março de 2004.
41. **COHEN, W.M. & LEVINTHAL, D.A. (1989).** Innovation and Learning: the two faces od R&D. *The Economic Journal*, 99, sept, 569-596.
42. **COHEN,W. M., NELSON, R.R. E WALSH, J.P. (2000).**Protecting their intellectual assets; appropriability conditions and why U.S. manufacturing firms patent (or not). National Bureau of Economic Research Working Paper 7552.
43. **CORDER, S. (2004).** Financiamento e Incentivos ao Sistema de Ciência, Tecnologia e Inovação no Brasil: quadro atual e perspectivas. Tese de Doutorado em Política Científica e Tecnológica. Campinas, São Paulo.
44. **CORIAT, B., ORSI, F. e WEINSTEIN, O. (2002).** Science-based innovation regimes and institutional arrangements: from science-based “1” to science-based “2” regimes: towards a new science-based regime? DRUID Summer Conference on"Industrial Dynamics of the New and Old Economy - who is embracing whom?" Copenhagen/Elsinore, Junho de 2002.
45. **CORIAT, B., ORSI, F. E WEINTSTEIN, O. (2003).** Does Biotech reflect a new science-based innovation regime? *Industry and Innovation, Volume 10, Number 3, 231–253.*
46. **CORREA, C. (2000).** "Intellectual Property Rights, the WTO and Developing Countries: The TRIPS Agreement and Policy Options", *ZED-TWN*, London.

47. **CORREA, C. (2005).** Desenvolvimentos Recentes em el Area de la Propiedad Intelectual: Los Múltiples Senderos de la Armonización. Caderno de Estudos Avançados, Instituto Oswaldo Cruz, vol.2, nº1, 2005. Rio de Janeiro.
48. **CORREA, C. M. (2005).** Reforming the Intellectual Property Rights System in Latin America. *The World Economy*, 23:6 851
49. **COWAN, R. (2004).** *Network models of innovation and knowledge diffusion. MERIT-Infonomics Research Memorandum series.* Nº 016, 2004. <http://meritbbs.unimaas.nl>. Acesso em 18/05/2005.
50. **COWAN, R., JONARD, N. e ÖZMAN, M. (2003).** *Knowledge Dynamics in a Network Industry. MERIT – Maastricht Economic Research Institute on Innovation and Technology – Working paper.* www. <http://meritbbs.unimaas.nl>. Acesso em 30/04/2005.
51. **DAGNINO, R. (2004).** A Relação Universidade-Empresa no Brasil e o argumento da “hélice tripla”. *Revista Convergencia*. Vol. 11, Nº 035. México.
52. **DAL POZ, M.E. (2000).** *Da dupla à tripla hélice: o Projeto Genoma Xylella.* Dissertação de mestrado. Departamento de Política Científica e Tecnológica, Unicamp, Campinas.
53. **DAL POZ, M.E. e BRISOLLA, S.N. (2003).** Relações entre Agrobiotecnologias Genômicas e Direitos de Propriedade Intelectual no Brasil: rationale e agenda. X Seminário Latino Iberoamericano de Gestión Tecnológica ALTEC 2003. *Conocimiento, Innovación y Competitividad: Los Desafíos de la Globalización.* Cidade do México, outubro de 2003.
54. **DAL POZ, M.E., SILVEIRA, J.M.F.J. e FONSECA, M. G. D. (2005).** Direitos de Propriedade Intelectual em Biotecnologia: um processo em construção. In; Silveira *et alli* (org.) *Biotecnologia e Recursos Genéticos: desafios e oportunidades para o Brasil.* Capítulo 13. FINEP/Instituto de Economia –Unicamp. Campinas.
55. **DASGUPTA, P. E DAVID, P. 1(1994).** Toward a new economics of science. *Research Policy* 23, 487–521.
56. **de la MOTHE, J. e PAQUET, G., (1996).** “Evolution and Inter-creation: the Government-Business-Society Nexus, in de la Mothe, J. And Paquet, G. (Eds.) *Evolutionary Economics and The New International Political Economy*, Pinter, London, , pp. 9, 34.
57. **De LAAT, B. (1996).** Scripts for the future – technology foresight, strategic evaluation and socio-technical networks: the confrontation of script-based scenarios. PhD thesis, Ecole de Mines, Paris.
58. **DEL NERO, P. A. (1998).** Propriedade Intelectual. A tutela jurídica da biotecnologia. São Paulo: Editora Revista dos Tribunais.
59. **DELEUZE, G. (1989).** *Le Pli*, Editions de Minuit. Paris.
60. **DOMIAN, D. (2001).** Agricultural Biotechnology in Brazil: Government Support and the Path to Commercialization. Campinas, IE/Unicamp. Artigo apresentado à Fullbright Foundation - Brazil Project.
61. **DOSI, G, MARENGO, I. (1994).** Some elements of an evolutionary theory of organizational competences”. In: England, R. *Evolutionary concepts in contemporary economics.* The University of Michigan Press.
62. **DOSI, G. E FREEMAN C., NELSON, R.R. e SILVERBERG, G. E SOETE, L. (eds) (1988).** *Technical change and economic theory.* Pinter, Londres.
63. **DOSI, G. e ORSENIGO L. (1988).** Industrial Structure and Technical Change, in A. Heertje. (ed.), *Innovation, Technology and Finance*, Oxford, Basil Press. Dosi G. And Orsenigo L., 1988,

- Industrial Structure and Technical Change, in A. Heertje. (ed.), *Innovation, Technology and Finance*, Oxford, Basil Press.
64. **DOSI, G., PAVITT, K. e SOETE, L. (1990).** The Economics of Technical Change and International Trade. Hemel Hempstead England: Harvester Wheatsheaf, 1990.
 65. **DOSI, G., TEECE, D.J. e CHITRY, J. (1998).** Technology, Organization and Competitiveness: perspectives on industrial and corporate change. Oxford University Press. Oxford, Reino Unido.
 66. **EBMER, A. (2000).** Schumpeterian Theory and the Sources of Economic Development: Endogenous, Evolutionary or Entrepreneurial? International Schumpeter Society Conference on 'Change, Development and Transformation: Transdisciplinary Perspectives on the Innovation Process', Manchester, Julho de 2000.
 67. **EDQUIST, C. (ed) (1997).** *Systems of innovation: technologies, institutions and organizations*. Pinter, Londres.
 68. **EGGERTSON, T. (1990).** Economic Behavior and Institutions, Cambridge: Cambridge University Press.
 69. **ETZKOWITZ, H. & BRISOLLA, S. N. (1999).** Failure and success: the fate of industrial policy in Latin America and South East Asia . *Research Policy*, Volume 28, Nº 4, pp. 337-350(14).
 70. **ETZKOWITZ, H. & LEYDESDORFF, L. (1998).** The Triple Helix as a Model for Innovation Studies. (Conference Report), *Science & Public Policy* Vol. 25(3) (1998) 195-203
 71. **FAPESP (2004).** Fundação de Amparo à Pesquisa do estado de São Paulo. Indicadores de Ciência, Tecnologia e Inovação em São Paulo. Vol I e II.
 72. **FEKETE, E. K. (2001).** Quem é o titular do resultado da pesquisa financiada com recursos públicos? Transcrição de Mesa Redonda do IV Encontro de Propriedade Intelectual e Comercialização de Tecnologia. Rede de Propriedade Intelectual, Cooperação, Negociação e Comercialização de Tecnologia, Rio de Janeiro, julho de 2001.
 73. **FERNANDEZ-CORNEJO, J. (2004).** The US Seed Industry. *An exploration on data and information on crop seed markets, regulation, industry structure and research and development*. United States Department of Agriculture economic Research Service, Agriculture Information Bulletin nº 786.
 74. **FERNANDEZ-CORNEJO, J. e McBRIDE, W. D. (2002).** Adoption of Bioengineered Crops. *Agricultural Economic Report* , nº 810, United States Department of Agriculture, Economic Research Service. WA. DC.
 75. **FONSECA M.G.D., SILVEIRA J.M. F.J. e DAL POZ, M.E. (2003).** Developing Biotechnological Resources and Creating Institutional Capabilities in Brazil in the 90's EAEPE, Maastricht, Netherlands.
 76. **FONSECA, M. G. D. e DAL POZ, M. E. e SILVEIRA, J. M. J. (2005).** Biotecnologia Vegetal e Produtos afins: sementes, mudas e inoculantes. In: Silveira, Dal Poz e Assad, 2004. Biotecnologia e recursos genéticos: desafios e oportunidade para o Brasil. Campinas: Instituto de Economia –Unicamp/FINEP.
 77. **FONSECA, M.G.D., SILVEIRA, J. M. e SALLES-FILHO, S. (2000).** Recent Biotechnology Development: opportunities for the consolidation of knowledge "building blocks". Instituto Superior Técnico de Lisboa working papers. <http://in3.dem.ist.utl.pt/downloads/cur2000/papers/S22P03.PDF>. Acesso em dezembro de 2004.

78. **FREEMAN, C. (1987).** Technology and economic performance: lessons from Japan. Pinter, Londres.
79. **FUROBOTN, E. e RICHTER, R. (1998).** *Institutions and Economic Theory*. The University of Michigan Press, first paperback edition, 556p.
80. **FURTADO, J. (2000).** A Inserção da indústria brasileira na globalização das grandes empresas industriais. Projeto de Pesquisa do Grupo de Estudos em Economia Industrial, Unesp. Universidade Estadual de São Paulo, em conjunto com a Financiadora de Estudos e Projetos - FINEP. Mimeo.
81. **GAMA-CERQUEIRA, J. A. (1982).** Tratado da Propriedade Industrial, 2ª edição, São Paulo: Ed. RT, vol I, p. 222.
82. **GARCIA, S.B.F. (2002).** *Juris Doctor*. Revista Jurídica *on line*. Ano I, vol.1, Nov/Dez 2002. ISSN 1676-8213. Acesso 20/03/2005.
83. **GARFIELD, E, SHER, I.H. e TORPIE , R.J. (1984).** The Use of Citation Data in Writing: the History of Science. The Institute for Scientific Information, Filadélfia, EUA. www.garfield.library.upenn.edu/papers/useofcitdatawritinghistofsci.pdf. Acesso em julho de 2005.
84. **GIBBONS, A. (1985).** *Algorithmic Graph Theory*. Cambridge University Press.
85. **GUSMÃO, R. e RAMOS, M.Y. (2005).** Public funding for technological projects involving innovative enterprizes and university partnerships: the Sao Paulo State Research Foundation Agency experience (Brazil). Poster. 5th Triple Helix Conference. Turim. Maio de 2005.
86. **HAGEDOORN, J. e SCHAKENRAAD, J. (1990).** Inter-firm partnerships and cooperative strategies in core technologies. In; Freeman, C. e Soete, L. *New Explorations in the economics of technological change*. Pinter, Londres.
87. **HAGEDOORN, J. e SCHAKENRAAD, J. (1992).** Leading Companies and networks of strategic alliances in information technologies. *Research Policy*, 21, pp. 163-190.
88. **HALL, B., JAFFE, A., TRAJTEMBERG, M. (2001)** The NBER Patent-Citations Data File: lessons, insights and methodological tools. In: Jaffe, A. & Trajtenberg, M. (2001) - Patents, Citations and Innovation. A window on the knowledge economy. MIT Press, Massachussets, PA.
89. **HASEGAWA, M. (2001).** Identificação e Mensuração das Capacitações e Spinoffs Gerados por Programas de P&D: os programas cana e citros do IAC. Projeto de Tese de Doutorado. DPCT, Instituto de Geociências, UNICAMP, Campinas, 2001.
90. **HASEGAWA, M. (2005).** *Avaliação das capacitações e dos spin offs gerados por programas de P&D: o Programa Cana do IAC*. Tese de Doutorado. Departamento de Política Científica e Tecnológica, Unicamp.
91. **HERMITTE, M.E. e JOLY, P.B. (1991).** Biotechnologies et Brevets. Universite des Sciences Sociales de Grenoble, Laboratoire D'economie de L'INRA. mimeo, 199p.
92. **HERRERA, A. (1973).** "Social Determinants of Science Policy in Latin America - Explicit Science Policy and Implicit Science Policy", in COOPER, C. (editor), Science, Technology and Development, Frask Case, London, 1973, p. 19-37.
93. **HOLMSTROM, B e ROBERTS, J. (1998).** "Boundaries of the Firm Revisited", *Journal of Economics Perspectives*, (4)12: 73-94.
94. **HUMMOND, N.P. & DOREIAN, P. (1989).** Connectivity in a citation network: The development of DNA theory. *Social Networks*, 11, 39{63.

95. **ISAAA (2003)**. Situação Global de Cultivos Transgênicos Comercializados: 2003. Clive James, org. ISAAA Briefs, nº 30.
96. **JAFFE, A., TRAJTEMBERG, M. E HENDERSON, R. (1993)**. "Geographic Localization of Knowledge Spillovers as Evidenced by Patent Citations", *Quarterly Journal of Economics*, 63, 577-598.
97. **JAFFE, A. e TRAJTEMBERG, M. (1999)**. "International Knowledge Flows: Evidence from Patent Citations." *Economics of Innovation and New Technology* 8:105-36.
98. **JAMES, C. (2003)**. Situação Global de Cultivos Transgênicos Comercializados: 2003. ISAAA, Serviço Internacional para Aquisição de Aplicações em Agrobiotecnologia. Draft.
99. **JOHANSON, J. e MATTSSON, L.G. (1984)**. Internationalization in Industrial Systems - A Network Approach. Mimeo- Artigo apresentado na abertura do Prince Bertil Symposium, Stockholm School of Economics.
100. **JONES, G. R. (1983)**. Transaction costs, property rights and organizational culture: an exchange perspective, *Administrative Science Quarterly* 28: 454-467.
101. **LABRUNIE, J. (1998)**. Ainda os prazos de vigência das patentes – TRIPS e a nova Lei de Propriedade Industrial. *Revista da Associação Brasileira de Propriedade Industrial*, nº 36, pp. 31-37, set/out 1998.
102. **LACASA, I. D., REISS, T. (2001)**. Influence of policies and general settings on actor performance in biotechnology, EPHOHITE, Fraunhofer Institute Systems and Innovation Research, Draft.
103. **LANDES, W. M. e POSNER, R. A. (2003)**. *The Economic Structure of Intellectual Property Law*. The Belknap Press of Harvard University Press. Cambridge, Massachusetts.
104. **LARACH, M. A. (2001)**. El comercio de Los Productos Transgênicos: El Estado del Debate Internacional, CEPAL – Serie Comercio Internacional nº 10.
105. **LARÉDO, P., MUSTAR, P. E CALLON, M. (1993)**. "Caractériser le profil stratégique des laboratoires de recherche: la méthode de la "rose des vents"", in : Birac A-M., Fourest B. - Commissariat à l'Energie Atomique - (1993), *Les cahiers de l'ADEST*. Mimeo.
106. **LATOUR, B. (1999)**. *On recalling ANT*. In: Law, J. E Hassard, J. (eds.). *Actor Theory and After*. Blackwell Publishers, Oxford.
107. **LESSER, W. (2001)**. The effects of TRIPS- mandated intellectual property rights on economic activities in developing countries. Disponível em: http://www.wipo.int/about-ip/en/studies/pdf/ssa_lesser_trips.pdf. Acesso em outubro de 2004.
108. **LESSER, W., SCHIMT, T. M. e RUIZ, L. M. (2001)**. Elite Germplasm for GMO's in Brazil: Modeling Government- Agribusiness Negotiations. *International Food and Agribusiness Management Review*, 2(3/4): 391-406.
109. **LEVINTHAL, D. (1996)**. *Learning and Schumpeterian Dynamics*. In Organization and Strategy in the evolution of the enterprise. Dosi e Malerba eds. MacMillan, Londres.
110. **LUNDVALL, B.A. (1995)**. The Social Dimension of the Learning Economy, Denmark: Aalborg University, Danish Research Unit for Industrial Dynamics Working Paper No.96-1.
111. **LUNDVALL, B.A. (ed) (1992)**. National systems of innovation: towards a theory of innovation and interactive learning. Pinter, Londres.

112. **LUNDVALL, B.A. e TOMLINSON, M. (2002).** International benchmarking as a policy learning tool. In: Rodrigues MJ (ed) *The new knowledge economy in Europe: a strategy for international competitiveness and social cohesion*. Elgar, Cheltenham.
113. **MALERBA, F. e ORSENIGO L. (1990).** Technological Regimes and Patterns of Innovation: A Theoretical and Empirical Investigation of the Italian Case, in Heertje A. and Perlman M. (eds.), *Evolving Technology and Market Structure*, Ann Arbor, Michigan University Press, 283-306.
114. **MANSFIELD, E. (1995).** "Intellectual Property Protection, Direct Investment, and Technology Transfer: Germany, Japan, and the United States". World Bank, International Finance Corporation, Discussion Paper 27, 32 pp.
115. **MARX, L. E SMITH, M.R. ed., (1994).** *Does the technology drive history? The dilemma of Technological Determinism*. MIT Press., Cambridge, MA.
116. **MASCARENHAS, G. (2004).** A Biodiversidade Brasileira no Âmbito do Acordo TRIPS. In *Revista Brasileira de Inovação*, vol.3 número 2, jul-dez 2004, ISSN 1677-2504.
117. **MASCARENHAS, G. (2004).** A biodiversidade brasileira no âmbito dos acordos TRIPS. *Revista Brasileira de Inovação*, vol. 3, nº 2, julho-dezembro, 2004.
118. **MASKUS, K. (2000).** *Intellectual Property Rights in the Global Economy*. Institute for International Economics, Washington, DC.
119. **MATTSSON, L.G. e JOHANSON, J. (1987).** Interorganizational Relations in industrial systems – a network approach compared with the transactional cost approach. Draft, Universidade de Uppsalla. Disponível em <http://www.uu.se/wop/02801604/8707/>, acessado em 10/12/2004.
120. **McCALMAN, P. (2001).** 'Reaping What You Sow: An Empirical Analysis of International Patent Harmonization', *Journal of International Economics*, 55:161–186.
121. **McMILLAN, G.S., NARIN, F. E DEEDS, D.L. (2000).** An analysis of the critical role of public science in innovation: the case of Biotechnology. *Research Policy* 29, pp.1-9.
122. **McMILLAN, G. S., NARIN, F. & DEEDS, D. L.(2000).** An analysis of the critical role of public science in innovation: the caso of biotechnology. *Research Policy* 29, 1-8.
123. **MCT – Ministério de Ciência e Tecnologia (2000) -** Programa de Biotecnologia e Recursos Genéticos. *Avaliação das Potencialidades e dos Obstáculos à Comercialização dos Produtos da Biotecnologia no Brasil*. Coordenação: José Maria da Silveira, Instituto de Economia, UNICAMP.
124. **MELLO, D. (2000).** Análise de Processos de re-organização de institutos públicos de Pesquisa do Estado de São Paulo. Tese de Doutorado em Política Científica e Tecnológica. Instituto de Geociências, Campinas.
125. **METCALFE, J. S. (2002).** Equilibrium and evolutionary foundations of competition and technology policy: new perspectives on the division of labour and the innovation process. Workshop: *Frontiers and Trends: frontiers of innovation research and policy*", Instituto de Economia, UFRJ, Rio de Janeiro.
126. **MOKYR, J. (2002).** *The Gifts of Athena. Historical Origins of the Knowledge Economy*, Princeton University Press, Princeton, New Jersey.
127. **MONIZ, P. P. (2004).** Patenteabilidade de métodos de fazer negócio, implementados por *software*: da perspectiva externa ao ordenamento jurídico pátrio. In: *Aspectos Polêmicos da Propriedade Intelectual*. Org. Denis Borges Barbosa. Editora Lúmen Júris, Rio de Janeiro.

128. **MOWERY, D. E ZIEDONIS, A. A. (2002).** Academic patent quality and quantity before and after the Bayh–Dole act in the United States, *Research Policy*, vol. 31, n° 3, pp. 399-418.
129. **MYTELKA, L. K. (2000).** Local Systems of Innovation in a globalized world economy, *Industry and Innovation*, Vol. 7, No. 1, Pp. 15-32.
130. **NELSON, R. R. (1998).** What is private and what is public about technology? *Science, Technology and Human Values*, v. 14, n. 3, p. 229-41, 1989, Summer.
131. **NELSON, R.R. (ed) (1993).** National innovation systems: a comparative analysis. Oxford University Press, Oxford.
132. **NUTTI, M.R., WATANABE, E.R., TANNO, G e SOUZA, T.L .(2003).** Aspectos da Introdução da Biotecnologia no Comércio Internacional. Trabalho apresentado na Reunião Regional Consultiva da América Latina e Caribe, 22 a 25 de julho de 2003, como preparação do Global Biotechnology Forum. mimeo.
133. **ORSI, F. e CORIAT, B. (2003).** Intellectual Property Rights, Financial Markets and Innovation A Sustainable Configuration? *Issues in Regulation Theory*, n° 45, julho 2003.
134. **PAVITT, K., (1984).** Sectoral Patterns of Technical Change: Towards a Taxonomy and a Theory, *Research Policy*, 13, 343-373.
135. **PINGALI, P.L. e TRAXLER, G. (2002).** Changing locus of agricultural research: will the poor benefit from biotechnology and privatization trends? *Food Policy*, n° 27, pp.223–238.
136. **PIRES, H. F. (2001).** “Ethos” e mitos do pensamento único global totalitário. *Revista Terra Livre*. Nº 16, p. 153-168. São Paulo.
137. **QUEIROZ, S. R.R. (2000) (coord.).** Inserção do CNPq em sistemas de inovação – priorização de atividades a partir do estudo da área de saúde. Relatório Técnico. Grupo de Estudos em Organização da Pesquisa e Inovação. *Draft*. Instituto de Geociências, UNICAMP.
138. **RAMOS, A., VAZ, C. (2003).** La Transferencia y Utilización de Biotecnología Agrolimentaria y Los Acuerdos Internacionales de Comercio e Integración Económica – Una Revisión de Las Agendas Negociación, Junio 2003.
139. **SABATO, J. (1994).** El origen de algunas de mis ideas, in: *Repensando la Política Tecnológica - Homenaje a Jorge Sabato* (Ediciones Nueva Visión, Buenos Aires), pp.103-114.
140. **SACHS, J. (2003).** *The Global Innovation Divide*. In: Jaffe, A., Lerner, J e Stern, S. (eds.). *Innovation Policy and the economy: vol 3*, MIT Press, Cambridge, MA. Disponível em www.nber.org/books/innovation3. Acesso em dezembro de 2003.
141. **SAMPAT, B. N. e ZIEDONIS, A. (2002).** *Cite-seeing: patent citations and economic value of patents*. Mimeo. www.vannevar.gatech.edu/paper.htm. Acesso em 20/01/2005.
142. **SCHUMPETER, J. A. (1912): 492, SCHUMPETER, J.A. (1982).** *A Teoria do Desenvolvimento Econômico*, São Paulo: Editora Abril.
143. **SCHUMPETER, J.A. (1942).** *Capitalism, Socialism and Democracy*. Allen and Unwin, Londres.
144. **SENKER, J. e MARSILI, O. (1999).** Literature Review for European Biotechnology Innovation Systems (EBIS). EC TSER Project, Science and Technology Policy Research Unit, University of Sussex, Inglaterra.
145. **SHERWOOD, R.M. (1997).** “Intellectual Property Systems and Investment Stimulation: The Rating of Systems in Eighteen Developing Countries”. *IDEA: The J. Law and Technology*, 37: 261-371.

146. **SILVEIRA, J. M. J., FONSECA, M. G. D. e DAL POZ, M. E. (2004).** Biotecnologia no setor de saúde humana: *bio-commodities* e as fábricas biológicas. In: Silveira, Dal Poz e Assad, 2005. Biotecnologia e recursos genéticos: desafios e oportunidade para o Brasil. Campinas: Instituto de Economia – Unicamp/FINEP.
147. **SILVEIRA, J. M.J., FUTINO, A. M. e RUIZ, A. (2002).** "Biotecnologia: Corporações, Financiamento da Inovação e Novas Formas Organizacionais". *Revista Economia e Sociedade* n°18, pp. 192-206.
148. **SILVEIRA, J.M.J., BORGES, I.C. e BUAINAIN, A.M. (2005)** Biotecnologia e Agricultura: da ciência e tecnologia aos impactos da inovação. *Revista São Paulo em Perspectiva*. Fundação SEADE. São Paulo. No prelo. Artigo aceito em Julho de 2005.
149. **SILVEIRA, J.M.J., DAL POZ, M. E., e FONSECA, M.G.D.** *Biotecnologia e Comércio Exterior no Brasil*. In: SILVEIRA, J. M. J., DAL POZ, M.E.S. e ASSAD, A.L. (2005). Biotecnologia e Recursos Genéticos: desafios e oportunidades para o Brasil. Instituto de Economia, Universidade estadual de Campinas e Finep. Campinas, 412 pp.
150. **SILVEIRA, J.M.J., FONSECA, M.G.D. e DAL POZ, M. E. (2001).** Biotecnologia: Estudos do Programa de Biotecnologia e Recursos Genéticos; *draft*. Ministério de Ciência e Tecnologia, MCT. Brasília.**STOKES, D. E. (1997),** *Pasteur's Quadrant*, Brookings Institution Press.
151. **TEECE, D. (2000).** Managing Intellectual Capital. New York:Oxford University Press Inc., 2000.
152. **THUROW, F. (1997).** Needed, a new system of intellectual property. *Harvard Business Review*; setembro-outubro 1997. Disponível em harvardbusinessonline.hbsp.harvard.edu/b01/en/hbr_home.jhtml. Acesso em Julho 2005.
153. **TRAJTENBERG, M. (1990).** "A Penny for Your Quotes: Patent Citations and the Value of Innovations." *Rand Journal of Economics* 21:172-87.
154. **TRAJTENBERG, M., HENDERSON, R e JAFFE, A. (1997).** "University versus Corporate Patents: A Window on the Basicness of Invention." *Economics of Innovation and New Technology* 5:19-50.
155. **TRAXLER, G. (2004).** The GMO experience in North & South America – where to from here? "New directions for a diverse planet". Proceedings of the 4th International Crop Science Congress, 26 Sep – 1 Oct 2004, Brisbane, Australia. Acesso: [www.cropscience.org.au](http://www.cropsscience.org.au), em março de 2005.
156. **TRIGO, E. J. e CAP, E. J. (2003).** The Impact of the Introduction of Transgenic Crops in Argentinean Agriculture. *AgBioForum*, 6(3): 87-94.
157. **UNCTAD (1993).** *Fostering technological dynamism: Evolution of thought on technology capacity building and competitiveness. Summary of the review and analysis of the literature* (draft). Report by the UNCTAD secretariat, TD/B/WG.5/7, Genebra.
158. **UNCTAD (1998).** *World Investment Report 1998, Trends and Determinants*, N.Y. & Geneva,United Nations.
159. **UNCTAD, 2002.** *Training tools on TRIPS agreements: the developing countries perspective*. Genebra. <http://www.unctad.org/commddip>; acesso em 20/03/2005.
160. **UNITED NATIONS DEVELOPMENT – UNDP. (1999).** *Human Development Report 1999*, Oxford University Press, New York.
161. **VERDURME, A., GELLYNCK, J.V. e VERBEKE, W. (2001)** *Differences in Public Acceptance between Generic and Premium Branded GM Food Products: an Analytical Model*.

- In: Market Development for Genetically Modified Foods. Editado por V.Santaniello, RE Evenson e D Zilberman Wallingford, Okon, UK; New York: CABI Publishing. Disponível em <http://www.cabi-publishing.org/>. Acesso em maio de 2003.
162. **VIEIRA, A.C.P. & BUAINAIN, A. M. (2005)**. Propriedade Intelectual, biotecnologia e proteção aos cultivares no âmbito agropecuário. *In: Silveira, Dal Poz & Assad. Biotecnologia e Recursos Genéticos: desafios e oportunidades para o Brasil*. Instituto de Economia, Universidade Estadual de Campinas e Finep, Ministério de Ciência e Tecnologia.
163. **WILKINSON, J. (2002)**. Estudo da Competitividade de Cadeias Integradas no Brasil: Biotecnologia e Agronegócios. mimeo. In: www.eco.unicamp.br.
164. **WILLIAMSON, O.E. (1981)**. The Economics of Organizations: The Transaction Cost Approach. *American Journal of Sociology*, 87~548-77.
165. **WILLIAMSON, O.E. (1998)**. Transaction cost economics and organization theory. In: DOSI, G. et al. *Technology, organization, and competitiveness*. Oxford University Press, 1998.
166. **WINTER, S. (1997)**. Conhecimento e competência como ativos estratégicos. In: Klein, D. A. *A gestão estratégica do capital intelectual: recursos para a economia baseada em conhecimento*. Rio de Janeiro, Qualimark Editora.
167. **WORLD BANK (1998)**. *Knowledge for Development*, World Bank/Oxford University Press, Washington DC. p. 17.