



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS**  
**INSTITUTO DE ECONOMIA**

**VINÍCIUS EDUARDO FERRARI**

**Seleção e apropriação de biotecnologias agrícolas: uma  
análise sobre as trajetórias tecnológicas associadas aos  
organismos geneticamente modificados**

**CAMPINAS**  
**2015**





**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS**  
**INSTITUTO DE ECONOMIA**

**VINÍCIUS EDUARDO FERRARI**

**Seleção e apropriação de biotecnologias agrícolas: uma  
análise sobre as trajetórias tecnológicas associadas aos  
organismos geneticamente modificados**

**Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Maria Ester Soares Dal Poz – Orientadora**

Tese de Doutorado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Econômico, área de concentração em Desenvolvimento Econômico, Espaço e Meio Ambiente, do Instituto de Economia da Universidade Estadual de Campinas para obtenção do título de Doutor em Desenvolvimento Econômico, área de concentração em Desenvolvimento Econômico, Espaço e Meio Ambiente.

**ESTE EXEMPLAR CORRESPONDE À VERSÃO  
FINAL DA TESE DEFENDIDA PELO ALUNO  
VINÍCIUS EDUARDO FERRARI E ORIENTADA  
PELA PROF<sup>a</sup>. DR<sup>a</sup>. MARIA ESTER SOARES DAL  
POZ.**

A handwritten signature in blue ink is positioned above a horizontal line. The signature is stylized and appears to be the name of the supervisor, Maria Ester Soares Dal Poz.

Orientadora

**CAMPINAS**  
**2015**

Agência de fomento: Capes  
Nº processo: 0

Ficha catalográfica  
Universidade Estadual de Campinas  
Biblioteca do Instituto de Economia  
Mirian Clavico Alves - CRB 8/8708

F412s Ferrari, Vinícius Eduardo, 1982-  
Seleção e apropriação de biotecnologias agrícolas : uma análise sobre as trajetórias tecnológicas associadas aos organismos geneticamente modificados / Vinícius Eduardo Ferrari. – Campinas, SP : [s.n.], 2015.

Orientador: Maria Ester Soares Dal Poz.  
Tese (doutorado) – Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Economia.

1. Patentes. 2. Plantas transgênicas. 3. Barreiras à entrada (Organização industrial). 4. Inovações tecnológicas. 5. Biotecnologia. I. Dal Poz, Maria Ester Soares, 1956-. II. Universidade Estadual de Campinas. Instituto de Economia. III. Título.

#### Informações para Biblioteca Digital

**Título em outro idioma:** Selection and appropriation of biotechnologies in agriculture: : an analysis of technological trajectories involving the genetic modified organisms

**Palavras-chave em inglês:**

Patents

Transgenic plants

Barriers to entry (Industrial organization)

Technological innovations

Biotechnology

**Área de concentração:** Desenvolvimento Econômico, Espaço e Meio Ambiente

**Titulação:** Doutor em Desenvolvimento Econômico

**Banca examinadora:**

Maria Ester Soares Dal Poz [Orientador]

José Maria Ferreira Jardim da Silveira

Célio Hiratuka

Maria Sylvia Macchione Saes

Silvio Crestana

**Data de defesa:** 14-09-2015

**Programa de Pós-Graduação:** Desenvolvimento Econômico



## TESE DE DOUTORADO

**VINÍCIUS EDUARDO FERRARI**

**Seleção e apropriação de biotecnologias agrícolas: uma  
análise sobre as trajetórias tecnológicas associadas aos  
organismos geneticamente modificados**

**Defendida em 14/09/2015**

**COMISSÃO JULGADORA**

A handwritten signature in black ink, appearing to read "M. Ester Soares Dal Poz".

**Prof.ª. Dr.ª. MARIA ESTER SOARES DAL POZ**  
Faculdade de Ciências Aplicadas / UNICAMP

A handwritten signature in blue ink, appearing to read "José Maria Ferreira Jardim da Silveira".

**Prof. Dr. JOSÉ MARIA FERREIRA JARDIM DA SILVEIRA**  
Instituto de Economia / UNICAMP

A handwritten signature in blue ink, appearing to read "Célio Hiratuka".

**Prof. Dr. CÉLIO HIRATUKA**  
Instituto de Economia / UNICAMP

A handwritten signature in blue ink, appearing to read "Maria Sylvia Macchione Saes".

**Prof.ª. Dr.ª. MARIA SYLVIA MACCHIONE SAES**  
Faculdade de Economia, Administração e Ciências Contábeis / USP

A handwritten signature in blue ink, appearing to read "Silvio Crestana".

**Prof. Dr. SILVIO CRESTANA**  
EMBRAPA



Em memória de Irineu Espedito Ferrari (1937-1999).

Também dedico esse trabalho à minha esposa Lígia e ao meu filho Arthur pela compreensão pelos momentos de ausência em virtude da realização desta tese.



## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço inicialmente à Jesus Cristo pelo suporte espiritual nos momentos difíceis.

Agradeço à toda a minha família, à minha esposa Lígia e ao meu filho Arthur que sempre me proporcionam diversas alegrias. Ao meu falecido pai, à minha mãe Maria Luiza Loli Ferrari e ao meu tio Maurício Antônio Ferrari por terem me proporcionado as condições para que eu pudesse estudar. Também expresso a minha gratidão em relação aos meus tios Antônio Ganzarolli e Margarida Janete Ferrari.

Agradeço à Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP) e ao Instituto de Economia (IE) por me acolher e me apoiar em todo meu amadurecimento acadêmico. Agradeço inicialmente aos professores que me ajudaram na construção do meu objeto de estudo. Em especial, direciono minha gratidão à Profa. Dra. Maria Ester Soares Dal Poz, primeiro, por ter aceitado orientar minha tese e, posteriormente, por sua dedicação para com o processo de elaboração deste trabalho. O mesmo sentimento é direcionado para o gênio José Maria Silveira, pelas contribuições prestadas à tese e ao meu desenvolvimento pessoal e profissional. Também gostaria de agradecer ao segundo membro da banca de qualificação, o professor Célio Hiratuka pelos conselhos preciosos fornecidos e pela imensa contribuição prestada ao desenvolvimento deste estudo.

Agradeço ao Programa BIOEN – FAPESP por ter me proporcionado o acesso a ferramentas de pesquisa cruciais para o desenvolvimento desta tese.

Agradeço aos professores do IE/UNICAMP pelos ótimos cursos que tive o privilégio de frequentar e por terem me proporcionado uma formação acadêmica sólida e abrangente, em especial, aos professores Paulo Fracalanza, Tuca, Ivette, Belik, Adhemar, Fernando e Ana Rosa Sarti, Adriana Nunes, Alexandre Gori, Braga, Baltar, Pedro Paulo Bastos.

Agradeço aos funcionários da Secretaria da Pós Graduação e da Biblioteca do IE/Unicamp por prestarem suporte fundamental para realização desta pesquisa, em particular aos meus amigos Fátima Dias e Marcelo Messiais.

Agradeço a todos os professores e funcionários colegas do Centro de Economia e Administração (CEA) da PUC Campinas, pares de trabalho, debate e reflexão. Agradeço em particular aos professores Aduino Ribeiro, Izaías Borges, Eduard Pranic e Valdenir por terem me aberto as portas para a vida docente ao me aceitar como professor do CEA. Também gostaria de manifestar minha gratidão aos professores, padre Edvaldo e padre João Batista por terem contribuído para restaurar a minha fé na Igreja Católica.

Aproveito ainda para agradecer a todos os meus amigos do IE/Unicamp, do CEA/PUC de Campinas, de Jaguariúna e Pedreira que tornam minha vida uma experiência extremamente gratificante.

## RESUMO

Esta tese almeja mapear as trajetórias tecnológicas (TT) que marcaram a evolução da indústria de biotecnologia vegetal com a finalidade de qualificar os processos de apropriação tecnológica e de apontar os mecanismos bloqueantes empregados pelas firmas para capturar os benefícios econômicos derivados do desenvolvimento e da comercialização de organismos geneticamente modificados (OGM). A consecução destes objetivos envolveu a adoção da metodologia de análise de redes de citações de patentes por outras posteriores.

A utilização da metodologia supracitada possibilitou a identificação de quatro TT: de tolerância a herbicidas; de tecnologias habilitadoras; de resistência contra pragas; de alterações no metabolismo lipídico das plantas. Os resultados obtidos evidenciam que as principais patentes que reivindicam tecnologias habilitadoras pertencem à Monsanto. A empresa empregou esses documentos de propriedade intelectual para processar os agricultores norte-americanos acusados de cometer crimes de biopirataria; e também para arquitetar um sistema de patentes bloqueantes que logrou eliminar adversários do mercado, basicamente, por meio da exclusão do acesso às principais ferramentas biotecnológicas dos processos de inserção e expressão gênica em células vegetais, vitais para o desenvolvimento de sementes transgênicas.

O êxito dessa estratégia de apropriabilidade contribuiu para conservar por mais de uma década a posição quase monopolista desfrutada pelos atributos de origem transgênica pertencentes à empresa Monsanto (produtos Roundup Ready™ e Bollgard™) no mercado norte-americano de sementes. Concomitantemente, a revalidação internacional da proteção patentária concedida às ferramentas biotecnológicas desenvolvidas nos EUA foi assegurada pelos *Trade Related Intellectual Property Rights* (TRIPS). Os TRIPS introduziram um conjunto de dispositivos de proteção aos direitos de propriedade industrial no nível global. Esse acontecimento garantiu à Monsanto o direito à cobrança de *royalties* e/ou a exigência de indenizações dos agricultores de vários países que optaram pela adoção de OGM.

O sistema de patentes bloqueantes vem se enfraquecendo na medida em que os documentos patentários que protegem as tecnologias habilitadoras apontadas acima começaram a expirar a partir de 2006. Desde então, as estratégias de apropriabilidade empregadas pela Monsanto têm priorizado a constituição de novos mecanismos de exclusão da concorrência, baseados, sobretudo, na acumulação de ativos complementares capazes de bloquear o acesso das firmas rivais às principais fontes de germoplasma de soja, milho e algodão passíveis de serem utilizadas para a inserção de atributos de origem transgênica. Conclui-se, à luz dessas evidências, que a revogação da proteção patentária concedida às ferramentas biotecnológicas pertencentes à Monsanto não se traduziu na fragilização das barreiras à entrada nem das condições de apropriabilidade vigentes no segmento econômico em estudo.

A indústria de biotecnologia vegetal caracteriza-se pela complementariedade existente entre a pesquisa biotecnológica e o cultivo tradicional; pelo controle exercido por Monsanto e Dupont sobre as principais fontes de germoplasma; pela modularidade compartilhada entre as principais agrobiotecnologias empregadas na criação dos OGM. Assim, a confluência desses elementos setoriais engendra um ambiente seletivo muito forte que limita as chances de sobrevivência das empresas que não lograram obter acesso a bancos de material genético vegetal e que não ganharam cumulatividade no processo de geração de invenções, desenvolvimento de mercado e de patenteamento.

**Palavras chaves:** patentes, sementes transgênicas, redes de inovação, barreiras à entrada, apropriabilidade.



## ABSTRACT

This dissertation aimed to map the technological trajectories (TT) that marked the evolution of the plant biotechnology industry, hence qualifying the technological appropriation processes. Additionally, this study sought to outline the blocking mechanisms employed by companies to ensure the economic benefits derived from the development and commerce of genetically modified organisms (GMOs). Those goals were achieved through the analysis of the patent citation network.

By using such methodology, four TTs were identified: herbicide tolerance, enabling technologies, pest resistance, and changes to the plants' lipid metabolism. The results obtained provided evidence of the general strategies of appropriability. The main patents related to herbicide tolerance and enabling technologies belong mostly to Monsanto. The company employed these intellectual property documents to sue American farmers, through the accusation of biopiracy, as well as to establish a system of blocking patents that would eliminate opponents. Monsanto did so essentially by preventing the access to main biotechnological tools involved in genetic insertion and gene expression in plant cells. These tools are vital to the development of genetically modified seeds.

For more than a decade, the success of this strategy promoted the endurance of a monopoly status enjoyed by Monsanto's transgenic traits (the products Roundup Ready™ e Bollgard™) in the American seed market. Meanwhile, the international reinstatement of patent protection given to biotechnology tools originally developed in the United States was ensured by the Agreement on Trade-Related Aspects of Intellectual Property Rights (TRIPS). The TRIPS agreement introduced a set of standards to protect industrial property rights at the global level. This guaranteed Monsanto the right to charge royalties and/or to demand compensation from many non-US farmers that have chosen to adopt GMOs.

The system of blocking patents has recently weakened, given that the intellectual property documents related to the previously outlined enabling technologies started to expire from 2006. Since then, the appropriability strategies employed by Monsanto have prioritized the development of new mechanisms to exclude competition. These mechanisms have been able to block rival companies' access to the germplasm collections of soybean, maize, and cotton more suitable to host transgenic traits. In light of this evidence, it is possible to conclude that the expiration of most patents related to biotechnology tools owned by Monsanto did not fragilize barriers to entry, nor the current appropriability conditions in the economic sector in question.

Thus, the characteristics of the plant biotechnology industry, as the existing complementarity between biotechnology research and traditional farming, the control exerted by Monsanto and DuPont over the main germplasm collections and the modularity shared among the agrobiotechnologies used to develop GMOs, have created a very strong selective environment. These characteristics further limit the chances of survival from companies that have previously failed to conquer access to plant germplasm banks and that have not gained ground in the invention generation process, in market development, or in patenting.

**Key words:** patents, transgenic seeds, innovation networks, barriers to entry, appropriability



## LISTA DE ABREVIATURAS

AP- abrangência de uma patente

BT-Bacillus thuringiensis

BR- Brasil

BRIC- Brasil, Rússia, Índia e China

CBL - Capacidade bloqueante legal

SPILL- Capacidade que uma patente detém de coibir o surgimento de spillovers favoráveis aos fazendeiros.

CaMv Cauliflower mosaic virus

CP- Cercas de patentes

C&T&I - Ciência, tecnologia e inovação

CIP-Classificação Internacional de Patentes

CPC-Cooperative Patent Classification

DG- Densidade

DPLC – Delta & Pine Land Company

DNA - Deoxyribonucleic acid

DPI – Direitos de propriedade intelectual

EBB - Empresas de base biotecnológica

EPO -European Patent Office

EUA – Estados Unidos da América

FDA - Food and Drug Administration

P(d) – Frequência do grau de entrada de valor d

F&A- Fusão e aquisição.

GATT – General Agreements on Tariffs and Trade

$Cdeg(v)$  – Grau de entrada

$deg(G)$ - Grau de entrada médio.

$Cndeg(v)$  – Grau de entrada normalizado

HC + HC - High cited , high connected patents

INPI- Instituto Nacional da Propriedade Intelectual

$Cin(v)$  - Indicador de intermediação normalizado

$Ck(v)$  - Indicador de proximidade

JPO - Japanese Patent Office

Log- logaritmo

Ln - logaritmo natural

OPCS - Odysseýs Patent Computing System  
OGM - Organismo geneticamente modificado  
OMC – Organização Mundial de Comércio  
PCT -Patent Cooperation Treaty  
P&D - Pesquisa e desenvolvimento  
PBL - Poder bloqueante legal  
PAJEK - Program for Large Network Analysis  
EPSPS - Proteína 5-enolpyruvylshikimate-3-phosphate  
RNA- Ribonucleic acid.  
RR- Roundup™  
RR1 – Roundup Ready™ 1  
RR2 – Roundup Ready™ 2  
SNPC - Sistema Nacional de Proteção de Cultivares  
TI-Thomson Innovation™  
TRIPS - *Trade Related Intellectual Property Rights.*  
TT- Trajetórias tecnológicas.  
TCP - Tratado de Cooperação em Matéria de Patente  
UE - União Europeia  
VP - Vantage Point™  
USPTO - United States Patent and Trademark Office

**Demais países**

AR Argentina  
AU Australia  
CA Canada  
CL Chile  
CN China  
CO Colombia  
CR Costa Rica  
EA Eurasian Patent Office  
EC Ecuador  
HK Hong Kong  
ID Indonesia  
IL Israel  
IN India

JP	Japan
KR	Republic of Korea
MA	Morocco
ME	Montenegro
MX	Mexico
NZ	New Zealand
PA	Panama
PE	Peru
RS	Serbia
RU	Russian Federation
TW	Taiwan
SG	Singapore
UA	Ukraine
UY	Uruguai
ZA	South Africa



## LISTA DE TABELAS

Tabela 1.1: Evolução da participação das maiores companhias no mercado mundial total de sementes (inclui linhagens convencionais e variedades geneticamente modificadas). ....	13
Tabela 3.1: Classificação das patentes identificadas pela busca n° 1 de acordo com a classes da CIP (Dez classes da CIP mais frequentes; base de 2665 patentes depositadas no USPTO durante o período 1976-2012). ....	56
Tabela 3.2: Dez principais empresas proprietárias das patentes retornadas pela busca n° 1 (Depositantes originais dos documentos patentários; base de 2665 patentes depositadas no USPTO durante o período 1976-2012).....	57
Tabela 4.1: Dez principais empresas proprietárias das patentes integrantes da amostra da tese (Depositantes originais dos documentos patentários; base de 7234 patentes depositadas no USPTO durante o período 1976-2012).....	78
Tabela 4.2A: Classificação das patentes de acordo com os campos tecnológicos mais frequentes (quantidade de patentes depositadas em cada campo tecnológico por período). ....	81
Tabela 4.3: Participação (%) das solicitações de patentes de sementes e cultivares (CPC número A01H510) nos depósitos patentários anuais.....	86
Tabela 4.4: Grau de entrada (número de citações recebidas - $Cdeg(v)$ ) e grau de entrada normalizado (número de citações normalizadas - $Cndeg(v)$ ) – vinte patentes integrantes da amostra da tese (n=7234 patentes) que receberam mais de 100 citações. ....	89
Tabela 4.5: Indicador de intermediação ( $Cin(v)$ ) para as patentes integrantes da amostra da tese (n=7234) - dez patentes que exibiram o maior valor para o indicador.....	91
Tabela 4.6: Histograma: distribuição do grau de entrada referente à rede de inovação (n=7234 patentes).....	93
Tabela 4.7: Resumo dos resultados da regressão. Método dos mínimos quadrados ordinários (nível de significância de 99%). ....	95
Tabela 4.8: Indicador de proximidade ( $Ck(v)$ ) para as patentes integrantes da amostra da tese (n=7234) - quinze patentes que exibiram o maior valor para o indicador.....	99
Tabela 5.1: Sementes de soja transgênicas comercializadas nos EUA .....	104
Tabela 5.2: Distribuição por patente das ações de violação de DPI instauradas contra empresas atuantes no desenvolvimento de agrobiotecnologias (patentes mobilizadas em, no mínimo, dois processos). ....	111
Tabela 5.3: Distribuição por depositante das patentes que foram mobilizadas em ações judiciais de violação de DPI instauradas contra EBB. ....	112

Tabela 5.4: Indicadores de apropriabilidade referentes às patentes integrantes da TT n°1-tolerância a herbicidas .....	115
Tabela 5.5: Processos de violação de patentes mais onerosos da história. Indenizações que ultrapassaram 1 bilhão de dólares.....	120
Tabela 5.6: Indicadores de apropriabilidade referentes às patentes integrantes das TT n°2.1; 2;2 e 2.3 (documentos organizados de acordo com as famílias de patentes). .....	123
Tabela 5.7: Indicadores de apropriabilidade referentes às patentes integrantes da TT n°3 - resistência contra pragas e insetos .....	132
Tabela 5.8: Indicadores de apropriabilidade para as patentes integrantes da TT n°4 .....	135
Tabela 5.9: Distribuição por ano das patentes pertencentes à Monsanto que deram origem a ações judiciais que acusam outras empresas de violação de DPI (base 2310 patentes identificadas pela busca n° 2). .....	138
Tabela 5.10: Classificação tecnológica das patentes retornadas pela busca número 2 que registram outros detentores em paralelo à Monsanto (base 2310 patentes; 5 maiores proprietários e as 13 classes da CPC mais frequentes).....	143
Tabela 5.11: Número de patentes em coautoria com a Monsanto. Estatísticas atualizadas em 21 de maio de 2015.....	144
<b>Tabelas presentes nos anexos da tese</b>	
Tabela IV.1: Patentes que citam a patente n° 7632985 .....	183
Tabela V.1: Patentes de extensão derivadas dos documentos patentários que fazem parte das quatro TT mapeadas pela tese (base 45 patentes) .....	189

## LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1: <i>Themescape</i> obtido a partir de 14.393 patentes agrobiotecnológicas .....	46
Figura 2.2: Redes de Co-citação de patentes de biotecnologias para plantas transgênicas – K core 20. Redes completas. ....	49
Figura 4.1: Distribuição das patentes de acordo com o ano de depósito (total de 7234 patentes) .....	79
Figura 4.2: Distribuição do grau de entrada: comparação da rede de inovação com a rede aleatória que segue a distribuição de Poisson.....	98
Figura 5.1: Sub-rede de inovação organizada de acordo com o ano de aprovação das patentes (n=45 patentes). ....	106
Figura 5.2: TT n°1- tolerância a herbicidas.....	114
Figura 5.3: TT n°2.1 tecnologias que atuam sobre o processo de expressão gênica.....	122
Figura 5.4: Métodos de inserção de transgenes em células vegetais: TT n° 2.2 transferência por meio de agrobactérias; TT n° 2.3 transferência baseada no bombardeamento celular.....	122
Figura 5.5: TT n°3 - resistência contra pragas e insetos.....	131
Figura 5.6: TT n°4 - tecnologias destinadas a promover mudanças no metabolismo lipídico das células vegetais .....	135
Figura 5.7: <i>Themescape</i> : patentes depositadas pela Monsanto no período 1976-2013 que foram aprovadas pelo USPTO (base 6515 patentes) .....	141



## LISTA DE QUADROS

Quadro 3.1: Resumo dos procedimentos metodológicos adotados pela tese. ....	53
Quadro 3.2: Combinação léxica das palavras-chaves relacionadas a promotores utilizados em biotecnologia agrícola.....	56
Quadro 3.3: Indicadores de rede.....	67
Quadro 3.4: Resumo dos indicadores de apropriabilidade que serão empregados durante a análise das TT:.....	71

### **Quadros presentes nos anexos da tese**

Quadro I.1: Busca n° 2: Busca das patentes pertencentes à Monsanto e às suas respectivas subsidiárias que receberam a classificação C12N1582 da CIP.....	169
Quadro I.2: Busca n° 3: Busca das patentes pertencentes à Bayer Cropscience e às suas respectivas subsidiárias que receberam a classificação C12N1582 da CIP.....	170
Quadro I.3: Busca n° 4: Busca das patentes pertencentes à Syngenta e às suas respectivas subsidiárias que receberam a classificação C12N1582 da CIP.....	171
Quadro I.4: Busca n° 5: Busca das patentes pertencentes à Dupont e às suas respectivas subsidiárias que receberam a classificação C12N1582 da CIP.....	172
Quadro I.5: Busca n° 6: Busca das patentes pertencentes à Dow Agrosiences e às suas respectivas subsidiárias que receberam a classificação C12N1582 da CIP.....	172
Quadro I.6: Busca n° 7: Busca das patentes pertencentes à Basf e às suas respectivas subsidiárias que receberam a classificação C12N1582 da CIP.....	173
Quadro III.1: Processos instaurados contra agricultores norte-americanos.....	177
Quadro III.2: Processos instaurados contra empresas atuantes no desenvolvimento de biotecnologias vegetais.....	180



## SUMÁRIO

INTRODUÇÃO.....	1
Capítulo 1 : ELEMENTOS TEÓRICO-EMPÍRICOS CHAVES PARA ANÁLISE DA INDÚSTRIA DE BIOTECNOLOGIA VEGETAL .....	9
1.1 O surgimento da indústria de biotecnologia vegetal nos anos 80.....	9
1.2 Marco teórico e conceitual .....	14
1.2.1 O processo de seleção das tecnologias integrantes das trajetórias tecnológicas. ....	16
1.2.2 Regimes tecnológicos.....	18
1.2.3 Apropriabilidade das inovações.....	21
1.3 Os mecanismos de apropriabilidade empregados pela indústria de biotecnologia vegetal. ....	24
1.3.1 Patentes.....	24
1.3.2 Ativos complementares. ....	27
Capítulo 2 : ADOÇÃO DE DADOS PATENTÁRIOS NO ESTUDO DOS PROCESSOS DE SELEÇÃO E APROPRIAÇÃO DE TECNOLOGIAS .....	33
2.1 Direitos de propriedade intelectual.....	33
2.1.1 Os sistemas de patentes. ....	34
2.1.2 O processo de harmonização dos DPI em biotecnologia vis-à-vis os acordos TRIPS. ....	36
2.2 A utilização de dados patentários como proxy para as atividades de inovação. ....	40
2.3 Seleção <i>ex ante</i> e <i>ex post</i> de biotecnologias vegetais.....	44
Capítulo 3 : METODOLOGIA.....	53
3.1 O processo de construção da amostra de patentes.....	54
3.1.1 O escritório patentário que servirá de base para a condução das pesquisas sobre patentes. ....	54
3.1.2 Buscas de patentes que deram origem à amostra de documentos de propriedade intelectual.....	55
3.1.3 A construção do banco de dados patentários.....	58
3.2 A construção da rede de inovação e o cálculo das estatísticas de rede. ....	60

3.2.1 Estatísticas de rede calculadas pela tese. ....	61
3.2.2 O histograma da rede. ....	66
3.3 Procedimentos metodológicos utilizados para mapear TT .....	67
3.3.1 Procedimento metodológico n°1: identificação das patentes que protegem as sementes transgênicas de soja comercializadas nos EUA .....	68
3.3.2 Mapeamento das agrobiotecnologias que precederam as patentes que protegem os eventos de transgenia.....	69
3.4 Indicadores de apropriabilidade elaborados pela tese. ....	71
3.4.1 Capacidade bloqueante legal das patentes.....	71
3.4.2 Coibição de spillovers favoráveis aos fazendeiros .....	72
3.4.3 Indicador da presença de cercas de patentes. ....	73
3.4.4 Contabilização das patentes de extensão.....	74
Capítulo 4 : ANÁLISE DOS PROCESSOS DE SELEÇÃO <i>EX ANTE E EX POST</i> DE BIOTECNOLOGIAS VEGETAIS.....	77
4.1 A composição tecnológica dos projetos de P&D priorizados pelas firmas em períodos temporais distintos.....	77
4.2 Análises sobre as propriedades estruturais da rede .....	88
4.2.1 O indicador de densidade e as medidas de centralidade.....	88
4.2.2 Análise da distribuição do grau de entrada e do indicador de proximidade.....	92
4.3 Síntese e conclusão .....	100
Capítulo 5 : TRAJETÓRIAS TECNOLÓGICAS E AS ESTRATÉGIAS CORPORATIVAS VOLTADAS PARA A APROPRIAÇÃO DOS OGM .....	103
5.1 Trajetórias tecnológicas mapeadas por meio da metodologia das redes de inovação. .	103
5.2 A concentração das ações judiciais de violação de DPI em torno das patentes integrantes das TT.....	109
5.3 O papel das patentes integrantes das trajetórias tecnológicas na construção de barreiras à entrada legais. ....	113
5.3.1 TT n° 1 - tolerância a herbicidas .....	113
5.3.2 TT n°2 - tecnologias habilitadoras .....	121

5.3.3 TT n°3: Resistência contra pragas e insetos. ....	131
5.3.4: TT n°4 - Mudança no metabolismo lipídico das células vegetais. ....	135
5.4 A comprovação das hipóteses n° 1 e 3. ....	137
5.5 Síntese e conclusão. ....	145
CONCLUSÃO. ....	147
Parte I: Síntese dos resultados obtidos pelas pesquisas empíricas. ....	147
Parte II: Considerações finais. ....	154
BIBLIOGRAFIA. ....	159
ANEXO I: BUSCAS DAS PATENTES PERTENCENTES ÀS EMPRESAS MONSANTO, DUPONT, BAYER CROPSCIENCE, SYNGENTA, DOW AGROSCIENCES E BASF QUE RECEBERAM A CLASSIFICAÇÃO C12N1582 DA CIP. ....	169
ANEXO II: <i>COOPERATIVE PATENT CLASSIFICATION</i> ASSOCIADA À SUBCLASSE TECNOLÓGICA C12N1582. ....	175
ANEXO III: AÇÕES JUDICIAIS DE VIOLAÇÃO DE DPI INSTAURADAS A PARTIR DAS PATENTES INTEGRANTES DA REDE DE INOVAÇÃO (BASE 7234 PATENTES). ....	177
ANEXO IV: TABELA IV.1 PATENTES QUE CITAM A PATENTE N° US7632985. ....	183
ANEXO V: TABELA V.1 PATENTES DE EXTENSÃO DERIVADAS DOS DOCUMENTOS PATENTÁRIOS QUE FAZEM PARTE DAS QUATRO TT MAPEADAS PELA TESE (TABELA ORGANIZADA POR FAMÍLIAS DE PATENTES; BASE 45 PATENTES). ....	189



## INTRODUÇÃO

Um organismo geneticamente modificado (OGM) consiste numa planta que possui em seu genótipo um ou mais genes oriundos de outra ou da mesma espécie, desde que tenham sido manipulados em laboratório e inseridos nas células hospedeiras através da adoção de técnicas de engenharia genética. Por sua vez, estes genes são capazes de codificar novas funcionalidades úteis para a realização das atividades agrícolas (QAIM, 2009; VIEIRA e BUAINAIN, 2004). A fase comercial da indústria de biotecnologia vegetal e de sementes geneticamente modificadas se iniciou em 1996. Neste ano ocorreu o início do plantio das primeiras sementes de soja tolerantes em relação ao herbicida glifosato nos EUA. Observa-se a partir de então, um processo de forte crescimento da área mundial dedicada ao cultivo dos OGM e, conseqüentemente, do mercado mundial de sementes transgênicas.

Em apenas 18 anos, a área mundial dedicada ao cultivo dos OGM passou de 1,7 milhões de hectares em 1996 para 175,2 milhões de hectares em 2013, com fortes avanços a cada ano. Em 2013, aproximadamente 50% das áreas agriculturáveis mundiais foram cultivadas com OGM. Em virtude da rápida adoção desta inovação tecnológica pelos agricultores, o mercado mundial de sementes transgênicas também registrou vultoso crescimento ao longo dos últimos 18 anos. O estudo conduzido por James (2014) estimou que as sementes transgênicas movimentaram globalmente 117,9 bilhões de dólares no período 1996-2013. Somente em 2013, este valor atingiu 15,6 bilhões de dólares, o que corresponde a 35% do mercado mundial de sementes (estimado em 45 bilhões de dólares para o mesmo período).

As estimativas elaboradas por James (2014) a respeito do valor do mercado mundial de sementes transgênicas somente levaram em consideração o preço de venda das sementes e as receitas provenientes da comercialização de licenças tecnológicas. Carlson (2009) procurou mensurar o valor de mercado dos produtos agrícolas finais obtidos a partir do cultivo de sementes transgênicas. Segundo o autor, as plantas geneticamente modificadas registram maior valor agregado em relação às sementes que lhe deram origem. Estes produtos finais propiciaram benefícios econômicos para os agricultores equivalentes a 65 bilhões de dólares nos EUA e outros 65 bilhões de dólares no restante do mundo, somente no ano de 2008.

Um total de 27 países (8 países desenvolvidos e 19 países emergentes) plantaram algum tipo de variedade transgênica em 2013. Os EUA despontam como o maior produtor mundial de OGM. Em 2013, as sementes geneticamente modificadas foram plantadas em 70,1 milhões de hectares, o que equivale a 42% das áreas agriculturáveis norte-americanas. Este montante corresponde a 40% da plantação global. O Brasil ocupa a segunda posição dentre os

maiores produtores mundiais de OGM seguido pela Argentina. Para efeito de comparação, a produção brasileira ocupou 40,3 milhões de hectares em 2013 - 23% da plantação global – enquanto a Argentina destinou 24,4 milhões de hectares ao cultivo de sementes transgênicas.

Ainda segundo James (2014), a soja representa o cultivar transgênico mais difundido em todo o mundo. Dos 107 milhões de hectares destinados ao plantio da soja em 2013, 84,5 milhões de hectares foram cultivados com variedades transgênicas, o que corresponde a uma taxa de adoção de 79%<sup>1</sup>. As variedades de milho geneticamente modificadas ocuparam 57,3 milhões de hectares (taxa de adoção de 32%). Em terceiro lugar encontra-se o algodão (23,9 milhões de hectares, taxa de adoção de 70%) seguido pela canola (8,2 milhões de hectares, taxa de adoção de 24%). As demais variedades transgênicas ocuparam apenas 1,3 milhões de hectares.

As características agrônômicas de origem transgênica mais introduzidas nas células vegetais são a tolerância a herbicidas (99,4 milhões de hectares em 2013, 57% da área mundial destinada ao plantio dos OGM), a resistência contra insetos (28,8 milhões de hectares em 2013, 16% da área cultivada mundialmente) e os OGM *stacked* que são obtidos a partir da combinação das duas funcionalidades descritas anteriormente (47,1 milhões de hectares em 2013, 27% da plantação total). As demais funcionalidades agrônômicas de origem transgênica sequer atingiram 1% da área mundialmente plantada.

As informações acima revelam a importância dos OGM para o agronegócio, justificando, por consequência, a realização deste estudo. O intento central da tese consiste em mapear as trajetórias tecnológicas (TT) da biotecnologia vegetal, mais especificamente dos OGM, com o objetivo de apontar a importância dos direitos de propriedade intelectual (DPI) como instrumentos capazes de assegurar a apropriabilidade dos esforços de inovação voltados para o desenvolvimento de sementes transgênicas. Por sua vez, o termo “apropriabilidade” remete aos mecanismos adotados pelas firmas para proteger uma inovação contra a ação dos imitadores e assegurar, por consequência, a captura dos benefícios econômicos provenientes dos esforços inovativos<sup>2</sup> (TEECE, 1992; RAUSSER, 1999).

A consecução deste objetivo envolveu a adoção da metodologia de análise de redes de citações de patentes<sup>3</sup>. Pretende-se, deste modo, identificar as principais empresas detentoras

---

<sup>1</sup> A taxa de adoção pode ser obtida pela seguinte fórmula: total de hectares cultivados com as linhagens transgênicas de uma determinada planta dividido pelo total de hectares dedicados ao plantio da mesma planta.

<sup>2</sup> A seção 3.4 apresenta os indicadores de apropriabilidade elaborados pela tese.

<sup>3</sup> A rede de inovação construída pelo presente estudo adota a perspectiva de redes em termos de patentes (vértices da rede) e suas conexões (arcos da rede) que representam a ocorrência de citações de uma patente pela outra. Para mais informações a respeito da metodologia de análise de redes de citações de patentes ver as seções 2.3, 3.2 e 3.3.

das patentes que compõem a rede de inovação e relacioná-las com o processo de concorrência na indústria de biotecnologia vegetal.

O presente estudo almeja demonstrar que as TT mapeadas a partir das redes de inovação estão profundamente relacionadas aos complexos mecanismos de apropriabilidade que foram edificados ao longo dos anos pelas empresas atuantes no desenvolvimento e na comercialização de biotecnologias vegetais. O trabalho compartilha a ideia clássica que as patentes são mecanismos relevantes de apropriabilidade, especialmente nos setores intensivos em inovação. As patentes são importantes no campo de atividade supracitado pois protegem não apenas os produtos finais, aqueles que incorporam as novas funcionalidades agrônômicas, mas as tecnologias intermediárias habilitadoras<sup>4</sup>, que possibilitam erguer barreiras à entrada e assim deter os novos entrantes.

A importância deste tema reside no fato que os OGM desempenharam ao longo dos últimos anos um papel chave no incremento da produtividade agrícola<sup>5</sup>. Estima-se que no período 1996-2012, os OGM propiciaram para os agricultores de todo o mundo ganhos econômicos equivalentes a 116,9 bilhões de dólares, dos quais 58% decorreram da redução dos custos agrícolas (menor aração, reduções de pesticidas e de trabalho) e 42% refletiram o acréscimo da produção correspondente a 377 milhões de toneladas decorrente dos ganhos de produtividade - 123 milhões de toneladas de soja, 230,5 toneladas de milho, 17,7 milhões de toneladas de algodão e 6,5 milhões de toneladas de canola (JAMES, 2014 p.266-267; BROOKES e BARFOOT, 2014).

Essas evidências empíricas comprovam a importância vital dos OGM para a agricultura moderna. As discussões acaloradas sobre a exigência de *royalties* nos países em que o agronegócio tem grande relevo - EUA, Brasil, Argentina, Canadá e Austrália - tornam o tema desta tese oportuno, sobretudo porque o trabalho levanta questões a respeito das relações existentes entre sistemas que dependem de variáveis biológicas e os sistemas de proteção aos DPI.

Os estudos conduzidos pela tese se basearam numa amostra de 7234 patentes agrobiotecnológicas<sup>6</sup>; a rede de inovação foi elaborada a partir desta amostra. O processo de

---

<sup>4</sup> O termo “tecnologias habilitadoras” diz respeito às ferramentas biotecnológicas necessárias para a criação dos OGM (GRAFF *et al.*, 2003).

<sup>5</sup> Klumper e Qaim (2014) desenvolveram uma meta-análise que revisou 147 estudos publicados ao longo do período 1996-2013 que tratam dos impactos da adoção das variedades de soja, milho e algodão geneticamente modificadas sobre os ganhos de produtividade agrícola, sobre a redução de pesticidas e sobre os lucros dos agricultores. Embora reconheçam que estes impactos variam de país para país e também de acordo com as variedades e com as características agrônômicas introduzidas, os autores concluem que em média a adoção dos OGM reduziu a utilização de pesticidas em 37%; ampliou a produção agrícola em 22% e aumentou o lucro dos fazendeiros em 68%.

<sup>6</sup> A seção 3.1 descreve em detalhe os procedimentos adotados para a obtenção da amostra de patentes utilizada nesta tese.

mapeamento das TT presentes no núcleo na rede de inovação dividiu-se em duas partes. O ponto de partida consistiu na identificação das patentes presentes na rede que protegem as sequências nucleicas que codificam as características agronômicas incorporadas nas sementes de soja transgênicas aprovadas para a comercialização nos EUA. As patentes identificadas neste primeiro momento protegem produtos comercializáveis situados no final das TT. A segunda etapa envolveu o mapeamento da evolução ao longo do tempo do conjunto de agrobiotecnologias que precedeu as patentes de produtos finais.

Estes esforços metodológicos possibilitaram a identificação de 45 documentos de propriedade intelectual cruciais, passíveis de serem classificados em 4 clusters tecnológicos: i) tecnologias habilitadoras; ii) tolerância a herbicidas; iii) resistência contra pragas e insetos; iv) mudanças no metabolismo lipídico das células vegetais. Para cada cluster, o mapeamento dos caminhos constituídos a partir dos arcos da rede que ligam as patentes que corporificam tecnologias intermediárias às patentes que protegem os produtos finais possibilitou a identificação de TT. Os objetivos centrais traçados para o estudo das TT consistem em:

- 1) Analisar a evolução ao longo do tempo das principais biotecnologias vegetais que foram selecionadas pelo mercado.
- 2) Compreender as estratégias de apropriabilidade empregadas pelas firmas atuantes no desenvolvimento e na comercialização de OGM.

À luz destes objetivos centrais, o presente estudo elaborou três hipóteses investigativas a respeito dos mecanismos de apropriabilidade empregados na indústria de biotecnologia vegetal:

- I) Hipótese 1: as patentes são relevantes pois protegem não apenas os produtos finais, mas também as tecnologias habilitadoras, o que permite excluir outros agentes econômicos do mercado por meio do bloqueio do acesso às ferramentas pesquisa necessárias para a criação dos OGM.
- II) Hipótese 2: a revalidação internacional da proteção patentária concedida às tecnologias habilitadoras desenvolvidas nos EUA possibilita a cobrança de *royalties* sobre os OGM comercializados em países que não permitem o patenteamento de sementes e cultivares.
- III) Hipótese 3: na medida em que as tecnologias habilitadoras começam a expirar, os mecanismos de apropriabilidade associados à acumulação de ativos complementares passam a ser priorizados pelas firmas, em especial, as estratégias que visam a ampliação do estoque de germoplasma passível de ser utilizado no desenvolvimento de novos OGM.

Procurar-se-á, ao longo deste estudo, comprovar a validade das hipóteses centrais listadas acima. A consecução deste objetivo envolverá a realização das seguintes tarefas: i) elaboração e análise de redes de inovação cujas características estruturais permitem traçar TT; ii) construção de indicadores de apropriabilidade a partir de informações extraídas de dados patentários; iii) análise das principais batalhas judiciais travadas pelas empresas atuantes no desenvolvimento de biotecnologias agrícolas que envolveram acusações de violação de DPI; iv) identificar os movimentos de fusões e aquisições (F&A) que contribuíram para equacionar tais batalhas judiciais e/ou para garantir a apropriação de tecnologias cruciais; v) identificar, mediante a análise das famílias de patentes, os documentos de propriedade intelectual concedidos originalmente pelo *United States Patent and Trademark Office* (USPTO) que foram estendidos para outros países vi) analisar a composição tecnológica dos documentos patentários integrantes da rede de inovação à luz das subclasses tecnológicas da *Cooperative Patent Classification* (CPC). Para mais informações sobre a CPC ver a nota de rodapé nº 62.

Em complemento a esta introdução, a tese traz cinco capítulos e o balanço conclusivo. O capítulo inicial intitulado “*Elementos teórico-empíricos chaves para a análise da indústria de biotecnologia vegetal*” possui função introdutória. O intuito deste capítulo consiste em edificar um quadro teórico-empírico de suporte para a análise da indústria de biotecnologia vegetal, em particular no que diz respeito às condições de apropriabilidade dos esforços de inovação. A seção inicial discute o surgimento do segmento econômico em tela no início dos anos 80. Posteriormente, o capítulo estabelece um diálogo teórico-conceitual com a literatura de orientação neo-schumpeteriana que prioriza os seguintes temas: o desenvolvimento de competências para inovar, os processos de seleção *ex ante* e *ex post* de tecnologias e os regimes tecnológicos *Schumpeter Mark I* e *Schumpeter Mark II*. A última seção do capítulo aborda as discussões empíricas a respeito dos principais mecanismos de apropriabilidade que têm sido empregados pela indústria de biotecnologia vegetal para assegurar a captura dos benefícios econômicos derivados das inovações.

O segundo capítulo, denominado “*Adoção de dados patentários no estudo dos processos de seleção e apropriação de tecnologias*” tem por objetivo apontar as razões que motivaram a escolha dos registros de patentes como principal fonte de informação para este estudo. A seção inicial discute a uniformização das legislações patentárias nacionais *vis-à-vis* os acordos *Trade Related Intellectual Property Rights* (TRIPS) e os benefícios que os TRIPS trouxeram para as empresas transnacionais que desenvolvem e comercializam OGM. Na sequência, o capítulo empreende uma breve revisão sobre algumas obras literárias que empregaram dados patentários no estudo dos fenômenos associados à inovação.

Posteriormente, procurar-se-á descrever os principais estudos baseados em registros de patentes que analisaram os processos de seleção e apropriação de biotecnologias agrícolas que, conseqüentemente, inspiraram a metodologia adotada nesta tese.

O terceiro capítulo é dedicado a questões metodológicas. Em sua seção inicial, o capítulo descreve os critérios e os procedimentos que balizaram os processos de busca e seleção das patentes que foram incorporadas à amostra utilizada neste estudo. A segunda parte discute a construção da rede de inovação a partir da utilização *robot Odysseýs Patent Computing System* (OPCS)<sup>7</sup>. Na sequência são descritas as principais estatísticas de rede que foram calculadas pela tese. A seção seguinte delinea os artifícios metodológicos adotadas durante o mapeamento das TT presentes no núcleo da rede inovação. A última seção descreve os indicadores de apropriabilidade elaborados pelo presente estudo. Tomou-se o cuidado de destacar a pertinência destes indicadores para a análise das TT e para a comprovação das hipóteses centrais listadas nesta introdução.

O quarto capítulo intitulado *Análise dos processos de seleção ex ante e ex post de biotecnologias vegetais* abarca duas partes. De início, o capítulo analisa o processo de seleção *ex ante* de biotecnologias vegetais empreendido pelas principais empresas envolvidas no desenvolvimento de OGM. Optou-se por empregar os códigos de classificação definidos pela *Cooperative Patent Classification* (CPC) para categorizar as patentes agrobiotecnológicas e mapear a composição tecnológica dos projetos de P&D priorizados pelas firmas em períodos distintos. Em complemento a esta análise, o restante do capítulo discute as propriedades estruturais da rede de inovação. Os estudos a respeito do indicador de densidade, das medidas de centralidade e da distribuição do grau de entrada contribuem para identificar as patentes chaves que foram selecionadas pelo mercado e que, por conseqüência, proporcionam lucros para os seus detentores.

O quinto capítulo, denominado *“Trajetórias tecnológicas e as estratégias corporativas voltadas para a apropriação dos OGM”* tem por objetivo comprovar que as TT identificadas pela tese estão profundamente relacionadas aos complexos mecanismos de apropriabilidade mobilizados pelas empresas atuantes na comercialização de biotecnologias vegetais. Optou-se, assim, por estruturar o capítulo em 4 seções. A seção inicial descreve as quatro TT presentes no núcleo da rede de inovação; a seção seguinte discute a concentração das ações judiciais de violação de DPI em torno dos documentos patentários que fazem parte das

---

<sup>7</sup> O programa *Odysseýs Patent Computing System* consiste num software livre que foi desenvolvido durante a elaboração da dissertação de mestrado defendida por Masago (2013). Nesta obra, o autor descreve os algoritmos empregados pelo software durante a construção das redes de inovação.

TT. Ao longo da seção 5.3, cada TT é analisada à luz dos indicadores de apropriabilidade elaborados pela tese. Por fim, a seção 5.4 discute as estratégias de apropriabilidade empregadas pela Monsanto durante a fase pós comercial da indústria de biotecnologia vegetal em resposta ao término do prazo de proteção legal das principais patentes que reivindicam tecnologias habilitadoras.

O balanço conclusivo empreenderá um esforço de análise e de agregação dos principais resultados obtidos pelas pesquisas empíricas e das reflexões que emergiram ao longo do desenvolvimento desta tese.



## **Capítulo 1 : ELEMENTOS TEÓRICO-EMPÍRICOS CHAVES PARA ANÁLISE DA INDÚSTRIA DE BIOTECNOLOGIA VEGETAL**

O objetivo deste capítulo é edificar um quadro teórico-empírico de suporte para a análise da indústria de biotecnologia vegetal, em particular no que diz respeito às condições de apropriabilidade dos esforços de inovação. Procurar-se-á, dessa maneira, compilar informações necessárias para execução dos próximos estágios da tese. Além desta introdução, o capítulo apresenta três seções.

A seção 1.1 aborda o surgimento da indústria de biotecnologia vegetal no início dos anos 80. Posteriormente, a seção 1.2 estabelece um diálogo teórico-conceitual com a literatura de orientação neo-schumpeteriana<sup>8</sup>. Discute-se, inicialmente, as competências organizacionais mobilizadas pelas firmas durante a execução das atividades inovativas. Na sequência, a seção analisa os dois estágios sequenciais que caracterizam o processo de seleção das tecnologias integrantes das TT. O tópico seguinte trata da influência da composição dos regimes tecnológicos sobre o padrão específico dos esforços de inovação presentes em cada indústria. Por fim, desenvolve-se uma discussão de cunho teórico acerca das estratégias bloqueantes baseadas em documentos patentários passíveis de serem adotadas pelas organizações para assegurar a apropriabilidade das inovações tecnológicas.

Após a apresentação do marco teórico e conceitual da tese, a seção 1.3 retoma as discussões empíricas sobre os principais mecanismos de apropriabilidade que têm sido empregados pela indústria de biotecnologia vegetal para assegurar a captura dos benefícios econômicos derivados das inovações.

### **1.1 O surgimento da indústria de biotecnologia vegetal nos anos 80.**

De acordo Kalaitzandonakes e Bjornson (1997), o desenvolvimento de biotecnologias vegetais teve início na primeira metade dos anos 80, portanto muito antes da primeira semente geneticamente modificada chegar ao mercado em 1996. Datam do início dos anos 80, diversas técnicas de transgenia, derivadas diretamente da tecnologia do DNA recombinante, que criaram as condições para a obtenção de novas funcionalidades agrônomicas

---

<sup>8</sup> A origem da vertente neo-schumpeteriana, também denominada de teoria evolucionária, é atribuída aos estudos de Nelson e Winter (1977 e 2006) que, por sua vez, foram diretamente influenciados pelas contribuições de Schumpeter (1982 e 1984). De acordo com as abordagens evolucionárias, os mecanismos que regem o funcionamento do mercado – basicamente através da expansão da firma inovadora e/ou do aprendizado e imitação dos demais competidores – exercem uma “pressão seletiva sobre uma periodicamente renovada variedade de arranjos institucionais, imprimindo cumulativamente modificações na morfologia das instituições empresariais predominantes” (PONDÉ, 2005, p.153). Trata-se, portanto, de um processo evolutivo desencadeado pela ação dos mecanismos seletivos associados aos processos de inovação e aprendizado que continuamente modificam o peso relativo de cada empresa em uma dada estrutura econômica.

mediante a manipulação do código genético das plantas (SILVEIRA e BORGES, 2004; FONSECA, DAL POZ e SILVEIRA, 2004).

Concomitantemente, a decisão da Suprema Corte Norte-Americana no caso *Diamond versus Chakrabarty* em 1980 removeu os principais entraves legais para o patenteamento dos genes, dos OGM, dos processos que envolvem transformações celulares e/ou a expressão de proteínas<sup>9</sup> (RAUSSER, 1999). Em 1982 ocorreu a aprovação do Bayh-Dole Act. Trata-se de um ato legal do Congresso dos EUA que concedeu às universidades norte-americanas permissão para a solicitação de patentes sobre os resultados de pesquisas financiadas por órgãos do governo federal. Abriu-se também a possibilidade de comercialização das licenças tecnológicas associadas a tais patentes.

Segundo Lesser, Schmit e Ruiz (1999), as mudanças radicais propiciadas pelo surgimento do paradigma da biologia molecular e pelo fortalecimento do sistema de proteção aos DPI no início dos anos 80 criaram as condições para o surgimento da indústria de biotecnologia vegetal nos EUA. Dessa maneira, a biotecnologia agrícola moderna é uma criação norte-americana; nos EUA, foram desenvolvidos os primeiros protocolos de engenharia genética, foram investidos em pesquisa e desenvolvimento (P&D) vultosos recursos provenientes de universidades, empresas de base biotecnológica (EBB) e grandes corporações multinacionais oriundas do setor agroquímico<sup>10</sup>, o governo adotou o primeiro regime regulatório sobre OGM, os primeiros cultivares transgênicos foram introduzidos no mercado (LESSER, SCHMIT e RUIZ, 1999, p.391-392). Este pioneirismo resultou, segundo os autores supracitados, na rápida difusão da agricultura baseada em OGM ao longo do território norte-americano e na dominância do mercado mundial de sementes transgênicas pelas corporações estadunidenses.

De acordo com De Janvry *et al.* (1999), o interesse das universidades norte-americanas pelas pesquisas de tecnologias aplicáveis à agricultura se ampliou durante a virada dos anos 70 para os anos 80. Os primeiros esforços neste sentido buscaram conciliar os protocolos de pesquisa associados a manipulação do DNA com novos conceitos e práticas

---

<sup>9</sup> “Até 1977, a possibilidade de patentear organismos vivos não era aceita pelas leis de nenhum país, incluído os EUA. Neste ano, a justiça daquele país considerou, 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, ou se estes produtos estivessem, pelo mesmo motivo, separados ou purificados do seu entorno natural, então poderiam ser alvo de proteção patentária.

Em 1980, a Suprema Corte Norte-Americana decidiu outorgar uma patente à primeira bactéria geneticamente modificada, já que este seria um microrganismo feito pelo homem [ caso *Diamond versus Chakrabarty*]. Esta decisão tornou-se um marco judicial para futuros processos do mesmo tipo nos EUA, tais como [...] as atuais patentes concedidas aos OGM” (DAL POZ, SILVEIRA e FONSECA, 2004, p.349-350).

<sup>10</sup> A presente tese utilizará o termo *big six companies* para designar as principais empresas multinacionais oriundas do setor agroquímico que também estão envolvidas no mercado de sementes transgênicas. Estamos nos referindo às empresas: Monsanto, Dupont, Syngenta, Dow, Bayer Cropscience e Basf.

científicas em genômica, proteômica, metabolômica, biologia molecular e bioquímica (SILVEIRA e BORGES, 2004). Datam desta fase inicial as tecnologias classificadas como de “propósito geral” (FELDMAN e YOON, 2012) que abriram o caminho para a instauração do paradigma tecnológico da biologia molecular na agricultura. Os avanços científicos supracitados estimularam a criação de diversas EBB durante o período 1985-1995. Estas empresas se especializaram, sobretudo, no desenvolvimento das ferramentas biotecnológicas necessárias para a criação dos OGM (GRAFF *et al.*, 2003).

O segundo quinquênio dos anos 90 reverteu as tendências apontadas no parágrafo anterior. As *big six companies* intensificaram os seus esforços de P&D intramuros voltados para o desenvolvimento de biotecnologias vegetais. Estas corporações também adotaram uma política agressiva de aquisição de EBB. Por consequência, as grandes multinacionais oriundas do setor agroquímico já detinham em 1999 o controle da maioria das biotecnologias vegetais desenvolvidas nas décadas anteriores (RAUSSER, 1999).

O surgimento da biotecnologia agrícola moderna e o consequente ingresso das *big six companies* no mercado mundial de sementes alterou para sempre a estrutura deste segmento econômico. A composição do mercado de sementes em 1985 reflete algumas características herdadas das décadas anteriores. O período que se estende dos anos 60 até o início da década de 80 caracteriza-se pela existência de uma clara separação entre o setor agroquímico e a indústria de sementes. A Tabela 1.1 revela que em 1985 o mercado mundial de sementes era ocupado, sobretudo, por empresas especializadas na produção de cultivares agrícolas. Com exceção das empresas suíças Sandoz e Ciba Geigy<sup>11</sup>, e da Shell Nickers On, as corporações listadas na coluna 1 da Tabela 1.1 nunca ocuparam posições de destaque no mercado de agroquímicos. Ademais, a concentração do setor era relativamente pequena: em 1985 as 9 maiores empresas produtoras de sementes dominavam 12,5% do mercado mundial.

Com exceção das três empresas mencionadas no parágrafo anterior, as grandes corporações atuantes no setor agroquímico demonstraram certo desinteresse pela indústria de sementes durante as décadas que antecederam os anos 80. Duas razões parecem justificar esta postura. A ampliação da escala industrial das atividades agrícolas durante as décadas de 60 e 70 intensificou a demanda por fertilizantes e defensivos químicos, o que contribuiu fortemente para expandir os lucros do setor agroquímico neste período. Ademais, e este é o ponto que mais nos interessa, existia a percepção que as condições de apropriabilidade vigentes na indústria de sementes eram frágeis. Nesta visão, os mecanismos de apropriação se mostravam incapazes de

---

<sup>11</sup> A fusão das empresas Sandoz e Ciba Geigy em 1996 deu origem a empresa Novartis. Posteriormente, a Syngenta foi criada no ano 2000 mediante a fusão das divisões agrícolas das empresas Novartis e Astra Zeneca.

coibir a imitação e propiciar a captura dos benefícios econômicos provenientes das atividades inventivas. Este ceticismo tendia a afugentar os investimentos privados na agricultura (POSSAS, SALLES-FILHO e SILVEIRA, 1996).

A análise da Tabela 1.1 evidencia o crescimento da participação das *big six companies* no mercado mundial de sementes após o início da comercialização dos OGM em 1996. As operações de fusão e aquisição (F&A) ocorridas durante os anos 90 “acoplaram a indústria de sementes aos líderes mundiais do setor agroquímico” (FONSECA, DAL POZ e SILVEIRA, 2004, p.167). Estes acontecimentos foram motivados por duas causas primordiais. Existia na virada dos anos 70 para os anos 80 uma percepção a respeito do esgotamento das trajetórias tecnológicas associadas à indústria de defensivos químicos. Os problemas ambientais causados pela quimificação da agricultura difundiram na sociedade um sentimento de rejeição contra as *big six companies*. A motivação para dirigir-se para biotecnologia vegetal é justamente enfrentar as ameaças ocasionadas pelos problemas ambientais (idem, p.167).

Em paralelo a questão ambiental, as mudanças no sistema de proteção aos DPI, suscitadas pelo caso Diamond versus Chakrabarty (1980), contribuíram para diminuir as incertezas a respeito da captura dos benefícios econômicos provenientes dos programas de melhoramento genético de plantas. O fortalecimento do regime de apropriabilidade sob a forma da proteção patentária motivou o ingresso dos líderes do setor agroquímico no mercado de sementes, o que gerou o crescimento da concentração industrial (FONSECA, DAL POZ e SILVEIRA, 2004; CARVALHO, SALLES-FILHO e PAULINO, 2009). Conclui-se que as características assumidas pelas condições de apropriabilidade têm afetado diretamente o processo de competição e a estrutura da indústria de biotecnologia vegetal e sementes.

Tabela 1.1: Evolução da participação das maiores companhias no mercado mundial total de sementes (inclui linhagens convencionais e variedades geneticamente modificadas).

1985			1996			2009			2012		
Companhia	Vendas Líquidas (milhões de US\$)	% Mercado mundial de semente	Companhia	Vendas Líquidas (milhões de US\$)	% Mercado mundial de semente	Companhia	Vendas Líquidas (milhões de US\$)	% Mercado mundial de semente	Companhia	Vendas Líquidas (milhões de US\$)	% Mercado mundial de semente
PIONEER	735	4,1%	PIONEER	1500	5,0%	MONSANTO	7297	17,4%	MONSANTO	9800	21,8%
SANDOZ	290	1,6%	NOVARTIS	900	3,0%	DUPONT	4700	11,2%	DUPONT	7000	15,6%
DEKALB	201	1,1%	LIMAGRAIN	650	2,2%	SYNGENTA	2564	6,1%	SYNGENTA	3200	7,1%
ASGROW	200	1,1%	ADVANTA	460	1,5%	LIMAGRAIN	1155	2,8%	LIMAGRAIN	1700	3,8%
LIMAGRAIN	180	1,0%	SEMINIS	375	1,3%	KWS	920	2,2%	L&L WINFIELD	1300	2,9%
SHELL NICKERS ON	175	1,0%	TAKII	320	1,1%	BAYER	645	1,5%	KWS	1300	2,9%
TAKII	175	1,0%	SAKATA	300	1,0%	DOW	635	1,5%	DOW	1000	2,2%
CIBA GEIGY	152	0,8%	KWS	255	0,9%	SAKATA	485	1,2%	BAYER	400	0,9%
VANDERH AVE	150	0,8%	DEKALB	250	0,8%	LAND O' LAKES	N/D	N/D	SAKATA	400	0,9%
<b>Participação das 9 maiores empresas</b>	12,50%		16,70%			44%			58,1%		

Fonte: European Parliament; Directorate-general for internal policies (2013)

## 1.2 Marco teórico e conceitual

Segundo Nelson e Winter (1977 e 2006) os processos de geração e difusão de inovações dependem, em parte, das estratégias de P&D implementadas pelas firmas em suas buscas por lucros e pela construção de assimetrias competitivas perante os rivais. Nestas obras, o termo estratégia refere-se ao amplo e estável conjunto de procedimentos heurísticos que as empresas empregam para eleger os melhores projetos de pesquisa<sup>12</sup>.

A afirmação que as decisões empresariais são orientadas por procedimentos heurísticos representa uma importante ruptura em relação pressuposto da racionalidade perfeita defendido pela abordagem neoclássica. Esta vertente teórica associa as condutas das empresas à existência de uma racionalidade geral *ex ante* compartilhada por todos os agentes econômicos que se baseia na antecipação dos resultados finais das ações dos indivíduos.

Para Nelson (1991) estes pressupostos são especialmente frágeis no contexto da inovação, onde por definição não existe um conhecimento prévio a respeito dos resultados futuros. As incertezas iminentes às inovações - relacionadas aos aprimoramentos futuros da tecnologia, às reações dos concorrentes e dos consumidores diante das invenções (ROSENBERG, 1976), à evolução do cenário macroeconômico - tornam os cálculos de equilíbrio e maximização praticamente impossíveis<sup>13</sup>.

À luz destas condições pautadas pela incerteza, as decisões corporativas e os esforços inovativos tendem a ser orientados por rotinas organizacionais, as quais representam comportamentos regulares de tomada de decisão internos da firma, em geral baseados em experiências passadas e em interpretações compartilhadas pela organização sobre as linhas de ação de menor risco que deverão ser trilhadas num cenário marcado por fortes incertezas (NELSON e WINTER, 2006). Estas regras práticas abrangem tanto as escolhas cotidianas quanto as decisões estratégicas como, por exemplo, os investimentos em inovação.

Ao romperem com o “pressuposto da racionalidade perfeita e compartilhada” presente nos modelos econômicos tradicionais, os autores estudados até o momento trouxeram à tona a questão da diversidade empresarial. Em virtude das incertezas inerentes aos processos inovativos, as organizações discordarão sobre as rotinas organizacionais corretas, sobre o tipo de inovações possíveis e desejáveis e, devido a este motivo, tomarão decisões diferentes. Estas

---

<sup>12</sup> Um processo de tomada de decisão heurístico diz respeito a uma “atividade que têm um objetivo e um conjunto de procedimentos estabelecidos para identificação e seleção (...) dos caminhos mais promissores para se atingir o objetivo ou para se chegar próximo a ele” (NELSON e WINTER, 1977, p.52-53).

<sup>13</sup> Nesta visão, as atividades inovativas envolvem necessariamente situações de desequilíbrio; por consequência a teoria convencional de equilíbrio se mostra incapaz de lidar com a inovação e com suas consequências. Daí resulta a impossibilidade de compreender a firma através dos modelos baseados no pressuposto da maximização de lucros (SCHUMPETER, 1982; NELSON, 1991).

divergências empresariais contribuem fortemente para explicar os diferenciais de desempenho existentes entre as firmas integrantes da mesma indústria. Deste modo, as contribuições teóricas de Nelson e Winter (1977 e 2006) forneceram as bases para o surgimento de uma nova teoria a respeito das aptidões dinâmicas das firmas.

Teece, Pisano e Shuen (1997) procuraram expandir a teoria das aptidões dinâmicas das firmas. Os autores ressaltam que as vantagens competitivas das firmas residem nos seus processos organizacionais e gerenciais internos, que “ se referem ao modo que as coisas são feitas na firma, o que pode ser designado como as suas próprias rotinas ou os seus padrões correntes de práticas e aprendizado” (TEECE, PISANO e SHUEN, 1997, p.518).

Embasados nesta definição, os autores estudados dividem os processos internos em três categorias – coordenação, aprendizado e transformação/adaptação. As competências cruciais para inovar necessitam ser construídas pela empresa através do aprendizado organizacional. As capacidades não podem ser simplesmente “compradas”. Os processos organizacionais negociáveis através do mercado também se encontram ao alcance dos concorrentes. Devido a este motivo, a capacidade de geração de diferenciais competitivos destas rotinas comercializáveis é limitada. Ademais, em virtude do caráter extremamente dinâmico dos processos inovativos e da concorrência capitalista, nada seria mais importante para a empresa do que a construção e fortalecimento dos processos organizacionais de transformação e adaptação. Os autores estudados elaboraram a expressão capacidades dinâmicas para nomear este grupo de competências organizacionais:

Nós definimos capacidades dinâmicas como as habilidades das firmas para integrar, construir e reconfigurar competências internas e externas para se adaptar às rápidas mudanças do ambiente. Assim as capacidades dinâmicas refletem a habilidade de uma organização encontrar vantagens competitivas novas e inovadoras (TEECE, PISANO e SHUEN, 1997, p.515)

As competências dinâmicas elencadas acima se corporificam nas rotinas de busca e seleção de projetos de P&D. Cada empresa desenvolverá um conjunto específico de rotinas que fornecerá respostas práticas para os problemas relacionados a gestão da inovação, como, por exemplo, a definição da parcela do faturamento de vendas que será gasta em P&D, a ordenação dos projetos pilotos mais rentáveis, a organização das atividades de prospecção tecnológica, das formas de importação e atualização tecnológica e das práticas de engenharia reversa (SILVA, 2004). As firmas não têm condições de saber *a priori*, ou seja, antes das invenções chegarem ao mercado, se as suas rotinas são promissoras ou autodestrutivas.

As rotinas organizacionais jamais podem se manter estacionárias. A construção de aptidões dinâmicas envolve, dentre outras coisas, a capacidade de alterar/adaptar as rotinas de

busca e seleção de projetos à luz das novas oportunidades abertas pelo desenvolvimento científico-tecnológico que costumam ampliar o leque de soluções técnicas à disposição das firmas (MARSILI, 2001).

As contribuições de Cohen e Levinthal (1989) apresentam uma temática muito próxima à adotada pelos autores abordados anteriormente, que, no entanto, enfatiza as capacidades de absorção tecnológica e de aprendizagem das firmas. De acordo com Cohen e Levinthal (1989), as atividades de P&D não geram apenas informações, mas também aprimoram as habilidades das corporações em identificar, absorver e explorar as diversas fontes de informações existentes, o que acaba por expandir o conjunto de oportunidades tecnológicas derivado desta mesma P&D.

### *1.2.1 O processo de seleção das tecnologias integrantes das trajetórias tecnológicas.*

De acordo com Dosi (1982) o processo de seleção das tecnologias que fazem parte das trajetórias tecnológicas<sup>14</sup> pode ser dividido em dois estágios sequenciais. O primeiro corresponde ao processo de seleção *ex ante* que ocorre no interior das firmas. As rotinas organizacionais de busca e seleção de projetos de P&D orientam as decisões de cada empresa a respeito das novas tecnologias que deverão ser privilegiadas dentre as diversas opções existentes para a alocação do orçamento corporativo. Estas escolhas são ponderadas por diversos fatores econômicos e tecnológicos. As alterações de preços relativos e os choques de custo geram poderosos incentivos para execução de novos projetos. Em paralelo a estes elementos de natureza econômica, a viabilidade dos projetos de P&D também depende do estado geral da ciência e da base de conhecimento tecnológico acumulada pelos engenheiros e pesquisadores (NELSON e WINTER 2006; GRAFF, 2003).

O segundo estágio de seleção (denominado de seleção *ex post* de tecnologias) se consubstancia através da adoção dos produtos e processos comercializáveis por parte dos

---

<sup>14</sup> Uma das grandes contribuições do trabalho seminal de Dosi (1982) reside nas discussões a respeito dos conceitos de paradigma e trajetória. De acordo com autor, um paradigma tecnológico é definido como um padrão ou modelo de resolução de determinados problemas tecnológicos, baseado em certos princípios oriundos das ciências naturais e/ou dos conhecimentos sobre as propriedades físico-químicas dos materiais. Um paradigma pode ser compreendido como uma percepção prévia (outlook) que estabelece os problemas importantes e os métodos para a investigação dos mesmos. Estes problemas podem aludir às tarefas genéricas que serão perseguidas, aos materiais que serão utilizados, aos *trade-offs* existentes entre os elementos tecnológicos e econômicos que serão focalizados pelas pesquisas (DOSI, 1982, p. 148; HIRATUKA, 1997). Ainda de acordo com Dosi (1982), as TT surgem a partir da aplicação direta dos princípios científico-tecnológicos preconizadas pelo paradigma no desenvolvimento de novos bens, serviços e processos industriais, ou seja, na resolução dos problemas enfrentados pelo setor empresarial. Deste modo, uma TT representa o padrão corrente de evolução do progresso técnico no interior de um determinado paradigma por meio dos sucessivos aprimoramentos dos ‘*trade-offs*’ que envolvem os elementos tecnológicos e econômicos característicos da própria trajetória. Estes aprimoramentos são guiados, sobretudo, por impulsos advindos do mercado, como por exemplo, as alterações das condições de demanda que tenderiam a tornar a produção de determinados bens mais lucrativa. No entanto, as direções efetivamente trilhadas situam-se dentro das fronteiras tecnológicas definidas pela natureza do próprio paradigma.

consumidores e dos insumidores. Para tanto, os bens, os serviços e os processos industriais obtidos a partir das tecnologias selecionadas previamente pelas firmas necessitam superar as demais aplicações do mesmo conhecimento científico que se traduziram em produtos e processos concorrentes.

Durante o estágio de seleção *ex post*, as forças de mercado, ou seja, os fatores associados ao lado da demanda, atuam como dispositivo de seleção, geralmente entre uma gama de tecnologias já pré-selecionadas pelo lado da oferta da economia. Neste sentido, os mercados estabelecem um sistema de recompensas e penalizações destinado a validar ou refutar as opções tecnológicas assumidas previamente pelas firmas. Deste modo, as novas tecnologias somente serão incorporadas às TT após passarem pelo crivo do mercado (DOSI, 1982).

O processo de seleção de novas tecnologias tem no mercado o seu mecanismo central, porém não exclusivo. As forças econômicas, juntamente com fatores institucionais e sociais, operaram como um dispositivo seletivo das tecnologias vencedoras. Em outros termos, os autores neo-schumpeterianos abordados até o momento reconhecem a influência do arcabouço institucional que envolve as firmas inovadoras sobre os processos de seleção *ex ante* e *ex post* de novas tecnologias.

Coriat e Dosi (1998) apontam os principais elementos institucionais que afetam diretamente as atividades inovativas: o conjunto de normas formais e informais que regem o dia a dia da empresa, a existência de organizações reguladoras que conduzem testes para a validação de novas tecnologias, a dinâmica do processo de imitação tecnológica regida em grande parte pela legislação de patentes, a maior ou menor participação de empresas públicas nas atividades de pesquisa, as distintas modalidades de cooperação existentes entre firmas privadas e universidades.

De acordo com Teece, Pisano e Shuen (1997), as instituições constituem um elemento crítico do ambiente de negócios. As fronteiras legais - os sistemas regulatórios, os regimes de propriedade intelectual, as legislações antitruste - restringem as possibilidades de ação à disposição das empresas. Nesta visão, os sinais emitidos pelos componentes do ambiente institucional tenderiam a diminuir as incertezas em relação aos resultados das atividades inventivas. Por consequência, estes feedbacks institucionais agiriam como *focusing devices* no sentido de orientar os gastos de P&D conduzidos pelas firmas. Desta forma, a diversidade institucional influencia tanto o direcionamento quanto o montante dos gastos alocados em P&D.

### 1.2.2 Regimes tecnológicos.

Nelson e Winter (2006) e Winter (1984) também reconhecem a influência do arcabouço institucional sobre os esforços de inovação. Nos modelos de simulação presentes em tais estudos, o ambiente tecnológico e institucional, descrito em termos das oportunidades tecnológicas e das condições de apropriabilidade presentes em cada setor, exerce forte influência sobre a intensidade das atividades inventivas, sobre o nível de concentração industrial e sobre as condições de entrada em cada indústria.

Os trabalhos de Nelson e Winter (2006) e Winter (1984) inspiraram os estudos sobre os regimes tecnológicos *Schumpeter Mark I* e *Schumpeter Mark II*. As discussões apresentadas a seguir sobre as características mais proeminentes de cada regime fornecerão subsídios teóricos para as análises posteriores a respeito do padrão específico assumido pelas atividades inovativas executadas pela indústria de biotecnologia vegetal.

De acordo com Breschi, Malerba e Orsenigo (2000) e Malerba (2002) o padrão específico das atividades inovativas em cada indústria depende, sobretudo, das diferenças existentes na composição dos regimes tecnológicos subjacentes às mesmas. Nesta visão, cada regime tecnológico representa uma combinação particular das condições de apropriabilidade dos esforços inventivos<sup>15</sup>, das oportunidades de introdução de avanços tecnológicos relevantes e rentáveis<sup>16</sup>, da cumulatividade dos avanços técnicos<sup>17</sup>, e das propriedades da base de conhecimento<sup>18</sup> acumulada pela indústria.

Breschi, Malerba e Orsenigo (2000) apontam a existência de dois padrões distintos de organização das atividades inovativas. No padrão *creative destruction*, também denominado de *Schumpeter Mark I*, as inovações são introduzidas por novas empresas que jamais haviam inovado. Em contrapartida, o regime tecnológico *creative accumulation*, também intitulado de *Schumpeter Mark II*, caracteriza-se pela presença de inovações incrementais que são desenvolvidas pelas firmas responsáveis pelas invenções anteriores (MALERBA, 2002). Os

---

<sup>15</sup> A definição do conceito de apropriabilidade encontra-se presente na introdução da tese.

<sup>16</sup> As oportunidades tecnológicas dizem respeito ao conjunto de novas soluções técnicas para os problemas tecnológicos enfrentados pelas firmas e a facilidade de acesso a tais soluções. As fontes de oportunidades tecnológicas diferem de acordo com os setores. Em algumas indústrias, as oportunidades estão diretamente relacionadas às grandes descobertas científicas realizadas pelas universidades. Em outros setores, as oportunidades para inovar derivam, sobretudo, dos esforços de P&D executados pelo setor produtor de equipamentos (MARSILI, 2001; MALERBA, 2002).

<sup>17</sup> Em setores caracterizados pela presença de inovações cumulativas, o potencial inovador de cada empresa depende das capacitações desenvolvidas anteriormente, na medida que as invenções representam soluções incrementais construídas a partir de inovações tecnológicas anteriores (BRESCHI; MALERBA e ORSENIGO, 2000).

<sup>18</sup> Este conceito se refere às propriedades específicas dos conhecimentos tecnológicos incorporados às atividades inovativas: nível de especificidade, complexidade, interdependência, grau de conteúdo tácito, etc (BRESCHI; MALERBA e ORSENIGO, 2000).

regimes tecnológicos *Schumpeter Mark I* e *Schumpeter Mark II* estão diretamente associados ao ciclo de vida de cada setor econômico:

Durante a evolução de uma indústria, uma estrutura *Schumpeter Mark I* pode evoluir para um regime *Schumpeter Mark II*. [...] Na fase inicial da indústria, quando as tecnologias se modificam rapidamente, as incertezas são elevadas e as barreiras de entrada são muito pequenas, as novas firmas representam os principais agentes inovadores, elas são os elementos chaves na dinâmica industrial. Conforme a indústria se desenvolve e atinge a maturidade, as mudanças tecnológicas passam a seguir trajetórias tecnológicas bem definidas, [observa-se o surgimento de] economias de escala, curvas de aprendizado, barreiras à entrada, e os recursos financeiros se tornam importantes no processo competitivo. Então, as grandes empresas detentoras de poder de monopólio passam a ocupar a dianteira do processo de inovação (BRESCHI, MALERBA e ORSENIGO, 2000, p. 389).

No regime *Schumpeter Mark I* o ambiente de concorrência tende a se aproximar das condições descritas por Schumpeter (1982). Conforme ressaltam Possas (1988) e Hiratuka (1997), durante a instauração de um novo paradigma tecnológico, a definição de uma nova trajetória dominante não ocorre de forma automática e imediata. Esta fase inicial de indefinição caracteriza-se pela presença de fortes incertezas tecnológicas decorrentes da multiplicidade de soluções técnicas/oportunidades abertas para possíveis aplicações. As atividades de pesquisa assumirão um caráter fortemente exploratório e as primeiras tecnologias oriundas destes esforços exibirão características de bens públicos. Em virtude das incertezas a respeito dos desdobramentos futuros do progresso técnico e das condições de apropriabilidade das novas tecnologias, a estrutura do mercado caracteriza-se, neste primeiro momento, pela presença de diversas firmas pequenas que registram forte caráter empreendedor e pela ausência de barreiras à entrada significativas.

Em síntese, o regime tecnológico *Schumpeter Mark I* caracteriza-se pela presença de oportunidades tecnológicas elevadas, baixa cumulatividade das invenções (no nível das firmas) e condições de apropriabilidade frágeis (BRESCHI, MALERBA e ORSENIGO, 2000; MALERBA, 2002).

No estágio posterior, à medida que a trajetória atinge a maturidade e se consolida, a incerteza é mitigada pela menor imprevisibilidade das soluções tecnológicas e pela tendência à estruturação do regime de apropriabilidade sob a forma da proteção legal (HIRATUKA, 1997, p.17). O conteúdo tácito incorporado nos processos e produtos diminui, por consequência, as inovações assumem um caráter cada vez mais incremental e passam a exibir características de bens estritamente privados. Neste segundo momento, a indústria tende a convergir para o estado de “consolidação oligopolista” descrito por Schumpeter (1984).

As inovações de produtos e processos passam a constituir o elemento central das estratégias de concorrência implementadas por grandes oligopólios, que também detém a

capacidade de edificar poderosas barreiras contra novos entrantes. Por consequência o setor passa a exibir forte concentração. Em síntese, o fortalecimento das condições de apropriabilidade, a natureza cada vez mais incremental assumida pelas invenções recentes, e a diminuição das oportunidades tecnológicas tendem a promover a transição do regime tecnológico *Schumpeter Mark I* para o padrão *Schumpeter Mark II* (BRESCHI, MALERBA e ORSENIGO, 2000).

O leitor deve ter em mente que não existe automatismo neste processo de transição. A transição pode ser evitada ou até mesmo revertida devido o surgimento de inovações radicais. Um regime *Schumpeter Mark II* também poderá ser sucedido por um padrão *Schumpeter Mark I*. Neste caso, uma estrutura de mercado estável ocupada por grandes empresas detentoras de forte poder de monopólio é substituída por uma estrutura mais turbulenta ocupada por novas firmas que adotam tecnologias inovadoras para desbancar as corporações incumbentes e atingir novos nichos de mercado (MALERBA, 2002, p.253).

A literatura a respeito dos regimes tecnológicos também reconhece a influência da base do conhecimento subjacente a cada indústria sobre as atividades inventivas das firmas. De acordo com esta visão, as corporações, mesmo as firmas tecnologicamente mais diversificadas, tendem a direcionar os seus esforços de P&D para áreas adjacentes em relação aos campos do conhecimento já dominados pela empresa (BRESCHI, LISSONI e MALERBA, 2003). Esta tendência à focalização se contrapõem em relação a necessidade que algumas indústrias detêm de combinar diversos conhecimentos distantes para a obtenção de um novo invento (MALERBA, 2002).

Em indústrias caracterizadas pela existência de produtos complexos, os blocos de tecnologias necessários para a obtenção de um produto final tendem a exibir forte modularidade. De acordo com Frenken (2006), os sistemas tecnológicos modulares exibem forte interdependência entre os seus componentes. Por consequência, o funcionamento pleno do sistema requer a existência de uma interface capaz de integrar todos os componentes ao sistema. Dessa maneira, o domínio de um único módulo de tecnologias representa uma condição insuficiente para a obtenção de um produto tecnológico complexo.

Dessa maneira, a indústria de biotecnologia vegetal e os demais segmentos econômicos baseados em produtos complexos vivenciam um impasse. De um lado, a complexidade das tecnologias e dos processos industriais torna oneroso, e em muitos casos impossível, para uma organização incorporar as diversas etapas associadas às atividades de P&D. Por outro lado, o caráter modular assumido pelas tecnologias complexas exige a integração de todos os blocos tecnológicos associados ao desenvolvimento de um novo produto.

A resolução desse impasse exige o estabelecimento por parte organizações empresariais de relações de cooperação e proximidade com outros agentes econômicos de modo a facilitar a integração dos conhecimentos necessários para a obtenção de produtos finais.

Por consequência, nos segmentos econômicos caracterizados por rápidas transformações e pela existência de tecnologias complexas, a gestão eficiente das atividades inventivas está intimamente ligada à construção de redes de colaboração a partir de parcerias com outras empresas, universidades e instituições públicas de pesquisa (CORIAT, ORSI e WEINSTEIN, 2003; DAL POZ, 2006). Em outros termos, os agentes econômicos necessitam se articular às redes tecno-econômicas descritas por Callon (1992), subentendidas 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, p.73).

O conteúdo teórico abordado até o momento enfatiza alguns fatores essenciais para o sucesso das atividades inovativas. Defendeu-se que a firma inovadora necessita desenvolver internamente competências dinâmicas, coordenar os vários aspectos da geração e absorção de conhecimentos, se articular a redes tecno-econômicas. A apropriação dos benefícios econômicos provenientes das invenções depende, por consequência, do alinhamento das competências organizacionais supracitadas com a edificação de mecanismos de apropriabilidade das inovações tecnológicas, o quais serão analisados a seguir.

### *1.2.3 Apropriabilidade das inovações*

A presente seção prioriza o estudo de um componente específico dos regimes tecnológicos. Estamos nos referindo aos mecanismos de apropriabilidade mobilizados pelas corporações para afastar os imitadores e assegurar a captura dos benefícios econômicos oriundos das invenções. As competências de apropriabilidade representam elementos chaves para a construção e para permanência das vantagens competitivas das firmas (LAURSEN e SALTER, 2005; HALL, 1999; CEFIS e MARSILI, 2006; CZARNITZKI e KRAFT, 2004).

Diversos estudos revelaram que as firmas empregam simultaneamente múltiplos mecanismos de apropriabilidade para proteger as invenções contra a ação dos concorrentes e dos imitadores (LEVIN *et al.*, 1987; COHEN, NELSON e WALSH, 2000; ARUNDEL, 2001). Dentre estes mecanismos, as obras mencionadas acima destacam: i) a utilização de patentes e outros mecanismos legais de proteção; ii) a mobilização de competências e ativos complementares associados aos processos de venda, *marketing*, manufatura; iii) a adoção de

práticas de sigilo e segredo industrial; iv) a obtenção das vantagens de quem se move a frente (*first mover advantages*) no desenvolvimento e na comercialização de produtos tecnológicos.

O estudo conduzido por Cohen, Nelson e Walsh (2000) revelou que na maioria dos segmentos empresariais, as práticas de sigilo industrial, os processos de construção de ativos e competências complementares e a obtenção *first mover advantages* tendem a ser os mecanismos de apropriabilidade mais enfatizados pelas firmas enquanto que a adoção de patentes ocupa uma posição secundária nas estratégias de proteção dos resultados dos esforços inovativos. Evidencia-se, por consequência, a importância que as corporações atribuem ao controle dos fluxos de comunicação entre os funcionários e o ambiente externo para a retenção dos segredos industriais na firma.

As constatações apresentadas acima também parecem corroborar o argumento de Teece (1986) segundo o qual o valor privado de uma inovação depende fortemente das competências complementares presentes na empresa que pretende explorá-la. De acordo com o autor, o processo de comercialização de produtos baseados em conhecimento exige o estabelecimento de relações com os usuários, competidores e com fornecedores, o que caracteriza uma ampla mobilização de ativos complementares<sup>19</sup>.

Na maioria dos setores industriais as patentes têm representado um mecanismo frágil de estímulo à inovação (MARENGO *et al.*, 2012). A indústria química e o setor farmacêutico, representam exceções. Nestas indústrias as patentes têm desempenhado historicamente um papel central e efetivo na proteção das inovações e as práticas de licenciamento têm sido amplamente difundidas (ARORA, 1997).

Os estudos apresentados até o momento ressaltam, contrariando o senso comum, que para a maioria dos setores industriais as patentes representam mecanismos de proteção secundários das invenções. Todavia, os mesmos estudos constatam que nas últimas décadas, as atividades de patenteamento cresceram fortemente em praticamente todos os segmentos econômicos. Ao se depararem com estas evidências aparentemente díspares, Cohen, Nelson e Walsh (2000) concluem que, no período mais recente, as firmas passaram a atribuir novas funcionalidades às patentes paralelas à proteção dos resultados das inovações e à obtenção de receitas de licenciamento. Nesta visão, os esforços de patenteamento não visam apenas evitar a cópia da tecnologia, mas também bloquear a entrada de novas firmas no mercado (COHEN, NELSON e WALSH, 2000; REITZIG, 2004; LAURSEN e SALTER, 2005).

---

<sup>19</sup> Dois ativos são considerados complementares quando a ampliação da quantidade utilizada do primeiro ativo proporciona incrementos no valor marginal do segundo. Por consequência, a utilização conjunta de ativos complementares gera sinergias econômicas e operacionais (GRAFF, RAUSSER e SMALL, 2003). A seção 1.3.2 discutirá os conjuntos de ativos e competências complementares associados aos processos de desenvolvimento e comercialização de biotecnologias vegetais.

Nesta mesma linha de raciocínio, Marco (2004) e Marco e Rausser (2008) criaram um novo conceito denominado *legal enforceability*<sup>20</sup> que pode ser definido como a capacidade que uma empresa detém de excluir outros agentes econômicos do mercado por meio da mobilização dos seus ativos de propriedade intelectual. Neste sentido, se o poder bloqueante legal (ora adiante PBL) das patentes for frágil, os competidores poderão infringi-las impunemente.

A literatura em economia identificou duas estratégias baseadas em patentes bloqueantes destinadas a dificultar as condições de entrada no mercado: a construção de cercas de patentes e o processo de empilhamento de documentos patentários. As empresas que atuam em indústrias caracterizadas pela possibilidade de patenteamento de invenções substitutas (isto é, invenções funcionalmente semelhantes entre si) tendem a concentrar seus esforços na edificação de cercas de patentes (*patent fences*) em torno de uma invenção central. Este conceito remete ao patenteamento de produtos e/ou processos que possam vir a substituir o invento original de modo a restringir a capacidade dos competidores no tocante a introdução de inovações capazes de ameaçar a posição de mercado da firma (ARORA, 1997; REITZIG, 2004).

As cercas protetoras também podem ser edificadas a partir da estratégia de *split* da invenção. Trata-se da proteção de um invento por meio de vários ativos de propriedade intelectual. Neste caso, cada parte da invenção é reivindicada como se fosse uma invenção completa. Em termos práticos, esta estratégia se manifesta através de diversos depósitos patentários em torno de uma posição tecnológica que a firma considera importante. Cada patente tenta cobrir uma característica isolada da invenção. Este processo de construção de cercas protetoras por meio da fragmentação dos DPI em várias patentes visa fortalecer as barreiras à entrada. Os inventos-chaves passam a ser objeto de um emaranhado de direitos de exclusividade. O caráter indissociável destes direitos tende a restringir a capacidade dos competidores no tocante à introdução de produtos e processos baseados em tecnologias situadas ao redor do invento original (DAL POZ, FERRARI e SILVEIRA, 2015; SILVEIRA *et al.* 2013; SILVA, 2012).

As patentes bloqueantes assumem um caráter distinto nos segmentos econômicos caracterizados pela presença de produtos complexos<sup>21</sup>. Os processos de desenvolvimento e comercialização destes produtos são marcados por inovações sequenciais que exigem a

---

<sup>20</sup> O termo *legal enforceability* não possui uma expressão correspondente em português. O termo supracitado alude ao poder bloqueante legal (PBL) das patentes. Ao longo desta tese nós adotaremos a designação PBL em detrimento da expressão *legal enforceability*.

<sup>21</sup> Podemos citar a título de exemplo os telefones celulares, os fármacos e os OGM.

combinação de diversas invenções intermediárias. Em muitos casos as legislações patentárias têm assegurado aos detentores das invenções intermediárias direitos de propriedade sobre os inventos futuros. Configura-se, deste modo, um cenário caracterizado pela presença de invenções superpostas e pelo empilhamento de patentes<sup>22</sup>. Nestes casos, os detentores de tecnologias intermediárias adquirem o direito cobrar *royalties* sobre as inovações futuras associadas a produtos finais ou até mesmo, em algumas situações, de bloquear a comercialização de tais produtos (SHAPIRO, 2000; BESSEN, 2003; BENNETT, 2004).

A sobreposição dos DPI e a consequente ampliação do risco de ter de pagar *royalties* a múltiplos titulares de patentes tende a impactar negativamente a disposição das empresas no tocante ao desenvolvimento e à comercialização de novas tecnologias (CHU, 2009; HELLER e EISENBERG, 1998). A literatura em economia ressalta a importância das estratégias empresariais de F&A para a atenuação dos problemas ocasionados por patentes bloqueantes, para a resolução dos conflitos de propriedade intelectual entre competidores, para a ampliação da capacidade das firmas no tocante à apropriação dos benefícios econômicos provenientes das invenções (SHAPIRO, 2000; MARCO e RAUSSER, 2008; MARCO e RAUSSER, 2011).

### **1.3 Os mecanismos de apropriabilidade empregados pela indústria de biotecnologia vegetal.**

#### *1.3.1 Patentes*

Desde o início dos anos 80, a proteção às agrobiotecnologias comercializadas nos EUA tem se fundamentado, sobretudo, nas patentes. A priorização dos documentos patentários em detrimento dos demais mecanismos de apropriabilidade representa um reflexo das especificidades presentes na indústria de biotecnologia vegetal (LESSER, 1998).

As práticas de sigilo industrial são muito menos eficientes na agricultura do que nos demais setores industriais. Os estudos de fisiologia vegetal conduzidos em laboratórios tendem a revelar importantes características a respeito da morfologia celular das plantas transgênicas, o que fatalmente contribui para facilitar a cópia destes produtos (LESSER, 1998). Diante deste cenário, os DPI têm desempenhado um papel chave na edificação de barreiras legais contra a cópia. Nesta visão, o risco de incorrer em litígios onerosos de violação de patentes representa a principal ameaça capaz de coibir a ação dos imitadores (RAUSSER, 1999; BARTON, 1998).

---

<sup>22</sup> Os termos “patentes superpostas” e “empilhamento de patentes” foram utilizados como substitutos das expressões em inglês *overlapping patents* e *patent thicket* adotadas por Shapiro (2000) e Bessen (2003).

Os programas de melhoramento genético de plantas tendem a ser conduzidos sob a ameaça do fenômeno da “destruição adaptativa”<sup>23</sup>. Esta particularidade torna mais arriscada a recuperação dos investimentos mobilizados na obtenção de OGM (GOESCHL e SWANSON, 2003; YEROKHIN e MOSCHINI, 2008). Em face da ameaça da “destruição adaptativa”, os sistemas de patentes têm contribuído para ampliar as expectativas de retorno dos projetos de desenvolvimento de novos OGM. As receitas de *royalties* proporcionadas pelas atividades de patenteamento tendem a acelerar a amortização dos custos fixos típicos das indústrias intensivas em P&D, o que contribui, por consequência, para atenuar os riscos associados à perda do valor comercial das sementes transgênicas *vis-à-vis* o fortalecimento das pragas.

Não por acaso, o fortalecimento durante a primeira metade dos anos 80 do Sistema de Propriedade Intelectual vigente nos EUA motivou o ingresso de universidades, EBB, e empresas agroquímicas na indústria de biotecnologia vegetal (FONSECA, DAL POZ e SILVEIRA, 2004). Em decorrência deste fato, o início da década de 90 caracterizou-se pela fragmentação das principais agrobiotecnologias associadas ao desenvolvimento dos OGM em diversas patentes pertencentes a inúmeras corporações.

O desenvolvimento do arroz dourado rico em betacaroteno nos anos 90 ilustra esta questão. A obtenção deste OGM necessitou incorporar mais de 40 técnicas de transgenia que haviam sido patenteadas por múltiplas empresas. Diante desta constatação, alguns autores passaram a reexaminar que a fragmentação das biotecnologias agrícolas fosse capaz de gerar efeitos nocivos sobre a “liberdade para operar” dos agentes econômicos (KRYDER, KOWALSKI e KRATTIGER, 2000).

Heller e Eisenberg (1998) e Bennett (2004) discutem os problemas ocasionados pelo empilhamento de patentes biotecnológicas<sup>24</sup>. Os autores ressaltam que a multiplicação dos detentores de patentes bloqueantes tenderia a causar uma falha de mercado denominada tragédia dos anti-comuns.

O processo de desenvolvimento de um novo OGM emprega distintas ferramentas biotecnológicas – vetores, marcadores, promotores<sup>25</sup>, etc. Observa-se, por consequência, a emergência de numerosos intermediários (*gatekeepers*) capazes de cobrar pedágios (*grant permissions*) pela utilização das tecnologias listadas acima. Neste contexto, o excesso de

---

<sup>23</sup> Segundo Goeschl e Swanson (2003) este fenômeno diz respeito à perda do valor biológico e comercial de uma semente transgênica resultante do fortalecimento da resistência das pragas em relação aos produtos derivados de biotecnologias agrícolas. Quanto mais intenso e rápido o processo de “destruição adaptativa” menor tende a ser o retorno privado dos investimentos voltados para o desenvolvimento de OGM (YEROKHIN e MOSCHINI, 2008).

<sup>24</sup> Em síntese, o empilhamento de patentes configura-se quando os proprietários de tecnologias intermediárias adquirem o direito de bloquear o surgimento de invenções futuras associadas a produtos finais.

<sup>25</sup> As ferramentas biotecnológicas listadas no corpo do parágrafo serão descritas na seção 1.3.2.

direitos de propriedade e a consequente multiplicação do número de titulares de ferramentas biotecnológicas ameaçam reduzir a utilização destas tecnologias, comprometendo o ritmo de surgimento das inovações. Trata-se, portanto, de uma falha de mercado oposta em relação ao cenário descrito pela tragédia dos comuns, que previa o risco de sobreutilização dos recursos econômicos devido à ausência de direitos de propriedade (HELLER e EISENBERG, 1998).

As contribuições de Marco (2004) e Marco e Rausser (2008) sugerem que os problemas ocasionados pela multiplicação dos detentores de patentes agrobiotecnológicas foram equacionados em virtude dos movimentos de F&A conduzidos pelas *big six companies*. Nesta visão, as operações de consolidação ocorridas na indústria de biotecnologia vegetal durante as décadas de 90 e 2000 foram motivadas, sobretudo, pela existência de patentes bloqueantes.

Em termos práticos, Marco (2004) e Marco e Rausser (2008) desenvolveram um modelo capaz de estimar a probabilidade de uma patente obter um veredicto favorável nos tribunais em função das decisões passadas das instâncias jurídicas, do campo tecnológico da patente definido a partir das subclasses tecnológicas da Classificação Internacional de Patentes (CIP) e do número de citações que o documento recebeu de outras patentes. Deste modo, quanto mais provável a vitória de uma patente nos tribunais maior será o poder bloqueante do documento.

Marco e Rausser (2008) estimaram o poder bloqueante dos portfólios de patentes pertencentes às principais empresas que participam do mercado norte-americano de sementes de milho transgênicas. Os autores constataram que as firmas que possuem portfólios de patentes fortemente bloqueantes apresentam maior probabilidade de se engajarem em operações de F&A, seja na condição de empresa adquirente, seja na posição de empresa que foi adquirida. Diante destes resultados, os autores concluem que os movimentos de F&A contribuíram para mitigar os problemas ocasionados pela superposição dos DPI.

Os demais estudos empíricos sobre o tema tendem a reforçar esta percepção. Conforme ressalta Rausser (1999), o processo de desenvolvimento do milho tolerante ao glifosato envolveu diversas tecnologias-chaves reivindicadas por nove patentes. No início dos anos 90, estes documentos patentários pertenciam a cinco empresas distintas. As operações de F&A ocorridas ao longo desta década concentraram este conjunto de nove patentes em apenas duas empresas - Monsanto e Syngenta. As patentes que protegem as principais biotecnologias capazes de tornar as sementes algodão resistentes contra pragas vivenciaram um processo de concentração semelhante (DE JANVRY *et al.*, 1999).

Alguns estudos ressaltam que os movimentos de F&A que ocorreram na indústria de biotecnologia vegetal não visaram apenas atenuar os riscos ocasionados pela superposição dos DPI. Estas operações de consolidação também almejavam a aquisição de patentes estratégicas passíveis de serem manipuladas para expulsar os concorrentes do mercado (LESSER, 1998; BARTON, 1998; MARCO e RAUSSER, 2008).

### *1.3.2 Ativos complementares.*

Os direitos de propriedade intelectual são incapazes de assegurar, por si só, a captura dos benefícios econômicos provenientes do desenvolvimento e da comercialização de biotecnologias agrícolas. A apropriação destas tecnologias exige o alinhamento das atividades de patenteamento com as estratégias de acumulação e combinação de competências e ativos complementares. Neste sentido, um novo gene protegido por uma patente não gerará valor para a empresa se ele não estiver incorporado a uma semente de qualidade e se não existir uma infraestrutura de distribuição que possibilite a comercialização do produto (LESSER, 1998).

De acordo Teece (1986) o valor privado de uma inovação depende fortemente das competências complementares presentes na empresa que pretende explorá-la. Na indústria de biotecnologia vegetal, a apropriação dos lucros provenientes das invenções depende tanto das habilidades em P&D que guiam as atividades de patenteamento quanto das competências complementares associadas aos processos de venda e *marketing*, à produção de produtos agroquímicos, ao acesso a bancos de germoplasma de qualidade, à capacidade de integração de distintas formas de conhecimento, às habilidades jurídicas e regulatórias essenciais para conquistar proteção legal em outros países e para firmar contratos de cooperação com outras firmas, fazendeiros e/ou com universidades (GRAFF, RAUSSER e SMALL, 2003; MARCO e RAUSSER, 2011).

Até o momento, a seção 1.3.2 apontou algumas competências organizacionais complementares às habilidades de pesquisa que são cruciais para o sucesso dos programas de melhoramento genético de plantas. Convém neste momento ressaltar que as atividades de P&D associadas a tais programas também exibem fortes complementariedades tecnológicas. Graff, Rausser e Small (2003) identificaram três grupos de ativos tecnológicos mutuamente complementares necessários para o desenvolvimento dos OGM: i) tecnologias intermediárias habilitadoras, ii) sequências genéticas e atributos geneticamente codificados; iii) germoplasma de elite.

As tecnologias intermediárias habilitadoras consistem nas ferramentas de pesquisa necessárias para a criação dos OGM; são as técnicas de engenharia genética utilizadas para

transferir o DNA de outras espécies para as células vegetais e também para aprimorar a o processo de expressão de transgenes<sup>26</sup> (GRAFF *et al.*, 2003).

Graff, Rausser e Small (2003) utilizam uma analogia com a informática para descrever o papel das sequências genéticas e do grupo germoplasma de elite na construção de um novo OGM. As sequências genéticas representam os “softwares” que codificam os novos atributos em um organismo vegetal. Em outros termos, as sequências nucleicas fornecem as bases genéticas para as novas funcionalidades agronômicas e não agronômicas (GRAFF *et al.*, 2003). As primeiras dizem respeito aos atributos que alteram a alocação de insumos durante o processo de produção agrícola. Devido a este motivo os atributos agronômicos são denominados de *input traits*. Podemos citar como exemplo, as sequências genéticas que codificam proteínas capazes de tornar as plantas resistentes contra pragas. A adoção desta tecnologia reduz a necessidade de aplicação de pesticidas. Outros exemplos de *inputs traits* incluem o desenvolvimento de plantas tolerantes a herbicidas, a seca e outras formas de estresse ambiental. O melhoramento dos atributos agronômicos tende a ampliar o bem estar dos produtores agrícolas.

Em contrapartida, os atributos não agronômicos consistem nas sequências nucleicas destinadas a promover mudanças qualitativas nos produtos agrícolas cultivados a partir das sementes transgênicas. A título de exemplo, podemos citar o melhoramento do conteúdo nutricional das plantas e o desenvolvimento de novas variedades para fins medicinais. Os atributos não agronômicos são intitulados de *output traits*. O surgimento de novos *output traits* contribui para ampliação do bem estar dos consumidores finais de produtos agrícolas.

Ainda segundo Graff, Rausser e Small (2003), o grupo germoplasma de elite constitui o *hardware* do OGM. Trata-se das variedades agronômicas hospedeiras que terão os fragmentos de material genético exógeno inseridos no seu genótipo. Estamos nos referindo às linhagens híbridas de milho e também às espécies que podem se reproduzir sexualmente, como por exemplo as variedades de soja e algodão<sup>27</sup>.

---

<sup>26</sup> O termo transgene remete aos fragmentos de material genético exógeno passíveis de serem introduzidos no genótipo das plantas através de protocolos de engenharia genética. Esta definição foi elaborada pelo Tribunal do Missouri durante o julgamento da ação: DeKALB GENETICS CORPORATION. v. Syngenta Seeds, Inc., No. 4:06CV01191 ERW (E.D. Missouri, Eastern Division.2006).

<sup>27</sup> A definição proposta por Graff, Rausser e Small (2003) representa uma simplificação do conceito de germoplasma. Valois, Salomão e Allem (1996, p.33) propõem uma definição mais ampla para o termo: nesta visão, germoplasma representa a “base física do cabedal genético que reúne o conjunto de materiais genéticos hereditários de uma espécie”. Ainda segundo Valois, Salomão e Allem (1996, p.33), os bancos de germoplasma correspondem aos “estoques de material seletivo usados em programas de melhoramento genético e cujo acervo inclui cultivares de origem híbrida, linhagens, híbridos, populações melhoradas e compostos”. O presente estudo optou por adotar o conceito *stricto sensu* de germoplasma proposto por Graff, Rausser e Small (2003).

O processo de desenvolvimento de um novo OGM exige a mobilização conjunta das biotecnologias descritas nos parágrafos anteriores. De acordo Silveira *et al.* (2011) este processo se divide em cinco fases. A primeira etapa diz respeito a descoberta de um gene que carrega uma sequência nucleica capaz de codificar uma nova funcionalidade agrícola. Após a identificação do organismo que mantém o gene endemicamente, a segunda etapa consiste em isolar quimicamente o gene-alvo para obter, ao final, uma solução com inúmeras cópias desse mesmo gene.

A terceira etapa, a elaboração do vetor de transformação<sup>28</sup>, engloba duas fases distintas. A primeira delas, diz respeito ao processo de construção do vetor propriamente dito através da utilização de técnicas bioquímicas e de DNA recombinante. A adoção destes protocolos de engenharia genética permite constituir uma molécula de DNA passível de ser inserida no genoma alvo (SILVEIRA, *et al.*, 2011, p.172). A segunda fase engloba o processo de transferência do vetor para as células vegetais hospedeiras. Este processo pode ocorrer por meios biológicos, como no caso da intermediação via agrobactéria, ou por técnicas de engenharia genética que envolvem o bombardeamento celular<sup>29</sup>.

Após a inserção do vetor nos organismos vegetais, inicia-se a quarta etapa, ou seja, a *expressão gênica* que consiste na transformação do código genético na proteína que dará origem ao novo atributo<sup>30</sup>. Algumas ferramentas biotecnológicas são mobilizadas para assegurar a eficiência dos processos bioquímicos que regulam a expressão gênica:

- I) O vetor de transformação deve conter além da sequência nucleica que codifica a funcionalidade desejada, um *marcador* e um *promotor*.
- II) O *marcador* consiste na ferramenta biotecnológica responsável por guiar o vetor até a posição do cromossomo tida como correta<sup>31</sup>.

---

<sup>28</sup> De acordo com MIR (2004), o vetor consiste numa molécula de DNA com capacidade de replicação autônoma, na qual fragmentos de DNA exógenos podem ser inseridos para a sua multiplicação em uma célula hospedeira.

<sup>29</sup> “A transformação genética de plantas pode ser realizada por dois métodos, um deles utiliza a *Agrobacterium*, bactérias de solo que se associam com algumas espécies de plantas, transferindo a elas alguns de seus genes de forma espontânea. Os cientistas utilizam este artifício e substituem alguns genes da bactéria pelos genes de interesse, que serão integrados naturalmente no genoma das plantas. O segundo método é o bombardeamento com microprojéteis, que são partículas de ouro ou tungstênio revestidas com fragmentos de DNA, contendo o gene de interesse. Tais partículas são colocadas dentro de um aparelho (*gene gun*), onde são aceleradas em alta velocidade, sob alta pressão e jogadas em direção ao tecido vegetal, que penetrando nas células inserirá no genoma os fragmentos de DNA” (VIEIRA e BUAINAIN, 2004, p. 402).

<sup>30</sup> Dal Poz (2006, p.293) define expressão gênica como o “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”.

<sup>31</sup> Os marcadores do DNA são “sequências-padrão [que] sinalizam onde começam e terminam os genes, onde se deve iniciar a abertura da dupla hélice para a transcrição e, muito mais importante para quem quer editar o DNA, quais são os pontos específicos em que certas proteínas – batizadas de enzimas de restrição – conseguem cortar a cadeia” (VIEIRA e BUAINAIN, 2004, p. 402).

- III) O *promotor* consiste numa sequência de nucleotídeos capaz de instruir a célula a iniciar o processo de expressão gênica<sup>32</sup>.
- IV) Um conjunto específico de enzimas se fixa no promotor. As enzimas darão início ao processo de transcrição do código genético.
- V) O processo de transcrição envolve a transformação do DNA em RNA<sup>33</sup>. Algumas biotecnologias são utilizadas para melhorar a eficiência deste processo.
- VI) O RNA se desloca do núcleo para o citoplasma celular, onde os ribossomos<sup>34</sup> efetuam a leitura dos aminoácidos presentes no RNA. Ao término deste processo, denominado de tradução, ocorrerá a formação de uma nova molécula de proteína. Existem ferramentas biotecnológicas que contribuem para facilitar o processo de tradução ribossômica.
- VII) A molécula de proteína é liberada no citoplasma da célula.

A etapa número 5 engloba a fase de testes; as plantas que sofreram o processo de transformação são submetidas a diversos testes biomoleculares destinados a identificar os organismos que passaram a expressar o atributo de origem transgênica. As linhagens que obtiveram resultados positivos nos testes são armazenadas como novas matrizes vegetais. Em contrapartida, as plantas que não foram transformadas são eliminadas. O processo de desenvolvimento do OGM encerra-se com a preparação das cópias das matrizes vegetais. Estas cópias correspondem às novas sementes que serão comercializadas<sup>35</sup>.

Graff, Rausser e Small (2003) defendem a hipótese que os blocos de ativos empregados no desenvolvimento de novos OGM - tecnologias habilitadoras, atributos codificados por transgenes e germoplasma de elite – são mutuamente complementares. Deste modo, a ampliação e/ou o melhoramento das tecnologias associadas a um determinado grupo

---

<sup>32</sup> Em outros termos, o promotor diz respeito ao construto de DNA que instrui a célula a iniciar os processos bioquímicos que resultarão na síntese da proteína alvo. Esta definição foi elaborada pelo Tribunal do Missouri durante o julgamento da ação judicial citada na nota de rodapé nº 26.

<sup>33</sup> Os termos DNA e RNA são siglas que fazem referência ao ácido desoxirribonucleico e ao ácido ribonucleico. As moléculas de DNA e RNA contêm informações determinantes dos caracteres hereditários passíveis de serem transmitidos à descendência. Em paralelo às funções de armazenar e transmitir informações genéticas, o DNA e o RNA também são responsáveis por controlar a formação de outras substâncias nas células: durante o processo de transcrição, o RNA é formado no núcleo celular a partir do DNA. Na sequência, o RNA se desloca para o citoplasma, onde passa a sintetizar proteínas estruturais (GUYTON e HALL, 1997).

<sup>34</sup> De acordo com Guyton e Hall (1997) o ribossomo é a estrutura física no citoplasma sobre a qual é formada a molécula de proteína. O ribossomo é formado por duas subunidades: a subunidade pequena que contém uma molécula de RNA e 33 proteínas, e a subunidade grande, com três moléculas de RNA e mais de 40 proteínas.

<sup>35</sup> Vieira e Buainain (2004, p.402) resumem as etapas de desenvolvimento de um novo OGM da seguinte forma: “ as técnicas moleculares necessárias para a produção de um OGM são capazes de identificar um ou mais genes de interesse, isolá-lo, extraí-lo e integrá-lo no genoma de um outro indivíduo da mesma espécie, ou de outra de modo que este gene consiga expressar suas características originais nesse novo indivíduo. Após o processo de transformação, as células são devidamente cultivadas em meios nutritivos, onde serão regeneradas em plantas completas. [...] Dessa maneira,] a seleção ocorre em várias etapas até a identificação de plantas normais e que carregam uma ou poucas cópias do gene de interesse”.

contribuiu para ampliar o rendimento dos ativos pertencentes aos outros dois grupos. A presença destas sinergias representa um forte incentivo para aquisição dos três tipos de ativos.

No entanto, Graff, Rausser e Small (2003) ressaltam a existência de custos de transação capazes de comprometer o acesso a tais tecnologias via contratos de licenciamento. Em resposta a esta situação, as firmas se lançaram em movimentos de fusões horizontais e em aquisições verticais (tanto para frente quanto para trás) como estratégia para aquisição de ativos tecnológicos complementares em relação às tecnologias desenvolvidas internamente (FULTON e GINNAKAS, 2001).

O estudo conduzido por Marco e Rausser (2011) analisou as operações de F&A que ocorreram na indústria de biotecnologia vegetal durante as décadas de 80 e 90. Os autores procuraram estudar as características presentes nos portfólios de patentes - tanto das firmas que atuaram como adquirentes quanto das empresas que foram adquiridas - passíveis de terem induzido as operações de consolidação. Desenvolveu-se um modelo *logit* condicional capaz de prever a probabilidade de duas corporações se fundirem.

Marco e Rausser (2011) concluem que os movimentos de F&A que envolveram duas corporações possuidoras de amplos portfólios de patentes foram motivados, sobretudo, pela tentativa da empresa que iniciou o movimento de consolidação de recapturar *spillovers* que teriam afluído no período anterior para a firma alvo do processo de fusão. Em contrapartida, operações de aquisição de empresas menores teriam ocorrido principalmente devido as complementariedades existentes entre os ativos tecnológicos pertencentes às grandes corporações e os portfólios de patentes das firmas adquiridas<sup>36</sup>.

As *big six companies* detinham ao final dos anos 2000 a posse das principais tecnologias habilitadoras e das patentes que protegem as sequências genéticas que codificam novas funcionalidades agrônômicas. Ao longo das décadas de 90 e 2000 estas corporações se moveram agressivamente no sentido de ampliar o estoque de germoplasma à sua disposição (MARCO e RAUSSER, 2011). Empresas de diversos países especializadas na produção de sementes foram adquiridas pelos líderes do setor agroquímico<sup>37</sup>. De Janvry *et al.* (1999) descrevem as complementariedades existentes entre a pesquisa biotecnológica e o cultivo

---

<sup>36</sup> Marco e Rausser (2011) realizam uma importante autocrítica. O modelo descrito acima se mostrou incapaz de distinguir as operações de F&A motivadas pela presença de ativos complementares dos movimentos de consolidação que ocorreram em virtude da existência de patentes mutuamente bloqueantes, tal qual foi demonstrado no modelo anterior elaborado pelos próprios autores (estamos nos referindo a Marco (2004) e Marco e Rausser (2008)). Espera-se que a metodologia adotada nesta tese, baseada na identificação de TT a partir da construção de redes de inovação, obtenha maior sucesso na identificação das razões que estiveram por trás dos movimentos de F&A.

<sup>37</sup> Pode-se citar como exemplo a compra da Pioneer pela Dupont e a aquisição da Delta & Pine conduzida pela Monsanto. Observou-se no Brasil a absorção da empresa Agroeste Sementes pela Monsanto.

tradicional. Os autores apontam a influência destas complementariedades sobre as operações de F&A ocorridas no segmento econômico em tela:

[...] a pesquisa biotecnológica é complementar em relação ao cultivo tradicional uma vez que os novos atributos necessitam ser inseridos nas melhores variedades locais existentes para que se consiga atingir a miríade dos demais atributos que não podem ser controlados pelo gene transferido (DE JANVRY *et al.*, 1999,p.33)

[...] a escolha sobre qual atributo deve ser utilizado no processo de inserção necessita ser cuidadosamente examinada para cada localidade particular e para cada grupo de usuários [...]. Devido a este motivo, os principais desafios impostos pela utilização dos OGM são: (1) determinar qual atributo(s) inserir para cada local e para cada cliente específico, e (2) projetar sistemas de produção que combinem biotecnologias, produtos agroquímicos e práticas agrônomicas [...] Algumas das fusões e alianças ocorridas nos EUA [...] visam resolver estes problemas (DE JANVRY *et al.*, 1999,p.23).

A acumulação de ativos complementares também contribui para a dificultar as condições de entrada na indústria de biotecnologia vegetal. Segundo De Janvry *et al.* (1999), as operações de F&A que envolveram corporações transnacionais desenvolvedoras de agrobiotecnologias e empresas produtoras de sementes contribuíram para ampliar o controle exercido pelas *big six companies* sobre o portfólio de variedades agrônomicas passível de ser utilizado no desenvolvimento de OGM.

Em síntese, os principais estudos abordados na seção 1.3.2 ressaltam que as firmas integrantes da indústria de biotecnologia vegetal tendem a combinar ativos complementares com a proteção legal proporcionada pelos documentos patentários para assegurar a captura dos benefícios econômicos provenientes das atividades inventivas. Estas estratégias conjuntas também têm por objetivo erguer barreiras à entrada e assim deter os novos entrantes (FULTON e GINNAKAS, 2001). Os autores discutidos na seção 1.3 ressaltam que os movimentos de F&A facilitaram o acesso a ativos complementares e a patentes bloqueantes. Deste modo, as operações de consolidação foram vitais para a consecução dos objetivos supracitados.

## **Capítulo 2 : ADOÇÃO DE DADOS PATENTÁRIOS NO ESTUDO DOS PROCESSOS DE SELEÇÃO E APROPRIAÇÃO DE TECNOLOGIAS**

Para estudar empiricamente as dimensões associadas aos processos inovativos descritas no capítulo anterior, a primeira ação a ser empreendida diz respeito à escolha do tipo de informação que deverá ser utilizada como referência. Uma parcela significativa dos estudos precedentes que enfrentaram este desafio elegeram os registros de patentes como principal fonte de informação (HALL, JAFFE e TRAJTENBERG, 2001; TRAJTENBERG, 1990), procedimento que também será adotado nesta tese. Deste modo, este capítulo tem por objetivo apontar as razões que motivaram a escolha dos dados patentários como principal fonte de informação para este estudo. Além desta introdução, o capítulo apresenta três seções.

A seção 2.1 discute a uniformização das legislações patentárias nacionais *vis-à-vis* os acordos *Trade Related Intellectual Property Rights* (TRIPS) e os benefícios que os TRIPS trouxeram para as *big six companies*. A seção 2.2 empreende uma breve revisão sobre algumas obras literárias que empregaram dados patentários no estudo dos fenômenos associados à inovação. Pretende-se, deste modo, apontar as vantagens e desvantagens da adoção de indicadores de ciência, tecnologia e inovação (C&T&I) constituídos a partir de patentes. Posteriormente, e este é o ponto que mais nos interessa, procurar-se-á descrever na seção 2.3 os principais estudos baseados em registros de patentes que analisaram os processos de seleção e apropriação de agrobiotecnologias que, conseqüentemente, inspiraram a metodologia adotada nesta tese.

### **2.1 Direitos de propriedade intelectual**

O direito econômico entende “propriedade intelectual” como o conjunto de conhecimentos, descobertas, invenções, ideias, imagens, símbolos, expressões artísticas que representam, em síntese, manifestações do intelecto humano capazes de acrescentar valor às atividades econômicas (LANDES e POSNER, 2009). Nesta perspectiva, os DPI podem ser definidos como os direitos exercidos em relação a tais ativos intangíveis, os quais asseguram aos seus titulares um poder legalmente aplicável capaz de excluir outros agentes do uso dos bens imateriais frutos dos esforços intelectuais (BARBOSA, 2003; DAL POZ, 2006).

A Organização Mundial da Propriedade Intelectual reconhece diversas modalidades de proteção à propriedade intelectual, tais como, patentes, marcas, indicação geográfica e denominações de origem, desenhos industriais, direitos autorais (VIEIRA e BUAINAIN, 2004). Os segmentos econômicos intensivos em ativos intangíveis, em particular,

conhecimentos científicos e tecnológicos, são denominados de indústrias baseadas em conhecimento. Estas indústrias tendem a mobilizar um ou mais instrumentos de proteção à propriedade intelectual.

Conforme ressaltou o capítulo 1, as patentes representam o principal mecanismo de proteção às invenções empregado pela indústria de biotecnologia vegetal (LESSER, 1998). À luz desta constatação, o tópico 2.1.1 discute os objetivos por trás dos sistemas modernos de patentes. Posteriormente, o tópico 2.1.2 aborda o processo de harmonização das legislações patentárias nacionais em resposta aos TRIPS e os benefícios que estes acordos geraram para as empresas transnacionais que desenvolvem e comercializam OGM.

### *2.1.1 Os sistemas de patentes.*

Os estudos econômicos têm registrado uma postura ambígua frente à questão dos direitos de propriedade incidentes sobre o conhecimento tecnológico. No âmbito da microeconomia tradicional, alguns modelos tendem a atribuir o crescimento da produtividade no longo prazo ao avanço do estoque de conhecimentos da sociedade (MANSFIELD, 1980). Neste enfoque, também presente no modelo de Arrow (1962), o conhecimento tecnológico é considerado um bem público disponível para todos os agentes econômicos, que podem obtê-lo de forma igualitária e sem custos adicionais derivados de investimentos passados. Por consequência, o produto das atividades inventivas pode ser apropriado por outros agentes econômicos. Em contrapartida, os estudos abordados nas seções 1.2.3 e 1.3 a respeito dos mecanismos de apropriabilidade empregados pelas firmas tratam os conhecimentos tecnológicos como ativos intangíveis estritamente privados.

Nelson (1982) ressalta que alguns economistas, ao se depararem com tais interpretações díspares a respeito das condições de apropriação dos conhecimentos tecnológicos, passaram a defender a existência de uma dicotomia entre as atividades de ciência e tecnologia. Esta interpretação presume que a pesquisa científica representa uma atividade privativa das universidades e dos cientistas que estão interessados, sobretudo, na divulgação para o público das principais descobertas científicas. Em contraste, os conhecimentos subjacentes às invenções desenvolvidas pelas firmas mercantis resultariam em novas tecnologias passíveis de serem apropriadas privadamente através da adoção de patentes e segredos industriais. Nesta visão, o objetivo prioritário da ciência consiste na ampliação do estoque de conhecimento à disposição da sociedade ao passo que o desenvolvimento de novas tecnologias teria como alvo a obtenção de rendas a partir das invenções.

A distinção entre ciência e tecnologia descrita acima nos parece arbitrária e pouco realista. O estudo empírico desenvolvido por Mowery e Zeidonis (2002) sobre a evolução dos depósitos de patentes empreendidos pelas universidades no período 1925-1980 revelou a existência de uma cultura pró-apropriação privada dos esforços de pesquisa universitários no período anterior à aprovação da legislação do Bayh-Dole Act em 1982. Por sua vez, este ato legislativo foi extremamente eficaz no fortalecimento das práticas de patenteamento das instituições de ensino que tiveram pesquisas financiadas pelo governo federal norte-americano (RAUSSER, 1999).

Por sua vez, Nelson (1982) argumenta que nos setores industriais caracterizados por um progresso tecnológico rápido e sustentado, grande parte conhecimento científico foi criado pelas empresas e, não obstante, tornado público. Diante desta constatação, o autor ressalta que a tecnologia consiste num termo híbrido composto de dois vetores: um relativo a *técnica*, ou seja, o *modus operandi* de se fazer as coisas, e o outro à “logia” ou teoria.

Segundo Nelson (1982), o grande mérito dos sistemas modernos de patentes consiste em manter os conhecimentos teóricos públicos ao mesmo tempo em que assegura o caráter privado das técnicas. Esta prática faz amplo sentido do ponto de vista social uma vez que possibilita a difusão da base do conhecimento facilitador das próximas etapas das atividades P&D. Dessa maneira, a “propriedade intelectual possibilita transformar o conhecimento em princípio um bem quase-público em bem privado e é o elo de ligação entre o conhecimento e o mercado” (BUAINAIN *et al.*, 2004, p.2).

Sob esta perspectiva mais ampla, os sistemas modernos de patentes têm o objetivo de disponibilizar o conhecimento presente no documento patentário em troca do monopólio temporário da invenção<sup>38</sup>. Deste modo, os DPI visam compatibilizar ganhos sociais com os ganhos privados dos agentes econômicos responsáveis pelo desenvolvimento da invenção, que são auferidos a partir da comercialização dos produtos e processos inovadores e/ou através do licenciamento da tecnologia (DAL POZ, 2006). Ademais, as patentes representam uma forma de proteção por *direito*, uma vez que o titular da invenção passa a ter o amparo legal para excluir/proibir que terceiros explorem o novo invento para fins industriais e comerciais (BARBOSA, 2003). Em outros termos, os documentos patentários asseguram barreiras legais contra a imitação.

Em síntese, as patentes são direitos legais concedidos pelo Estado aos inventores de novos produtos, novos processos de fabricação ou de aperfeiçoamento de produtos e

---

<sup>38</sup> O período de exploração exclusiva, tanto no Brasil quanto nos Estados Unidos, é de 20 anos. A contagem se inicia a partir da data do depósito da patente.

processos já existentes. A atribuição de patentes tem por objetivo proteger a atividade inventiva, de forma que seu titular detenha a propriedade e, acima de tudo, a exclusividade de exploração do invento (GRILICHES, 1998, p. 288). Por sua vez, o direito de exploração do invento poderá ser exercido pelo detentor legal da patente e/ou licenciado para outros agentes econômicos.

As patentes concedidas têm a sua validade restrita ao território geográfico abrangido pelo Estado que empreendeu a outorga do documento. Após o pedido de patente no país originário da invenção, gera-se o número prioritário que assegura ao depositante um prazo de 12 meses para requerer a proteção da tecnologia nos demais países. As solicitações diferidas pelas autoridades patentárias estrangeiras geram patentes de extensão que compartilham o mesmo número prioritário atribuído ao documento de propriedade intelectual original<sup>39</sup>.

Não obstante a existência de diferenças significativas na legislação dos distintos escritórios nacionais, a maioria dos países compartilha alguns critérios cruciais para selecionar os conhecimentos passíveis de receberem proteção legal. Um novo invento será elegível para patenteamento somente se atender as seguintes exigências: i) *novidade*, caracterizada pelo fato da tecnologia não ter sido publicada até então; ii) *atividade inventiva*, que estabelece que o invento não represente um desdobramento óbvio e evidente do atual estado da técnica; iii) *aplicação industrial*, no sentido que o invento deve contribuir para transformação industrial das forças da natureza ou para a satisfação das necessidades humanas<sup>40</sup> (BARBOSA, 2003).

### *2.1.2 O processo de harmonização dos DPI em biotecnologia vis-à-vis os acordos TRIPS.*

O desenvolvimento de um OGM integra múltiplos conhecimentos de origem científica e diversas tecnologias complexas. Dessa maneira, os blocos científico-tecnológicos constitutivos da indústria de biotecnologia vegetal conciliam protocolos de engenharia genética associados à manipulação do DNA com práticas científicas em genômica, proteômica, metabolômica, biologia molecular, bioquímica, bioinformática e nanotecnologia (FONSECA, SILVEIRA e DAL POZ, 2003; SILVEIRA e BORGES, 2004).

---

<sup>39</sup> Os documentos de propriedade intelectual que compartilham o mesmo número prioritário pertencem à mesma família de patentes.

<sup>40</sup> De acordo com Miranda (2014) a análise dos três critérios também tem por objetivo definir a parcela das reivindicações postuladas pelo inventor passíveis de serem atendidas pela autoridade patentária. À luz deste intuito, o examinador desenvolverá um relatório técnico destinado a descrever o estado da arte. Esta caracterização - feita por meio de citações de patentes anteriormente concedidas e de artigos científicos que já foram publicados - visa revelar o avanço do novo invento frente aos conhecimentos já existentes. Essa descrição técnica também possibilitará a categorização de cada patente em campos tecnológicos específicos que seguem um sistema padronizado. “Embora muitos escritórios nacionais de patentes adotem seu próprio sistema técnico de classificação, em todos os países signatários do [...] Tratado de Cooperação em Matéria de Patente deve-se levar em conta também a Classificação Internacional de Patentes (CIP) no processo de concessão” (MIRANDA, 2014, p.83).

A complexidade das tecnologias listadas acima torna oneroso, e em muitos casos impossível, para uma firma incorporar todos os processos industriais associados ao desenvolvimento de biotecnologias (CORIAT, ORSI e WEINSTEIN, 2003). A resolução desse problema exige o estabelecimento por parte das organizações empresariais de relações de cooperação e proximidade com outros agentes econômicos de modo a facilitar a integração dos conhecimentos necessários para a obtenção de novos OGM. Em outros termos, a gestão eficiente das atividades inventivas no segmento econômico em estudo está intimamente ligada à construção de redes tecno-econômicas de colaboração por meio da articulação de parcerias com empresas privadas, universidades e instituições públicas de pesquisa.

O papel dos DPI nas indústrias caracterizadas pela presença de redes tecno-econômicas vai além da questão da recuperação dos investimentos em inovação através da cobrança de *royalties*. Sob esta perspectiva, os DPI são partes constitutivas das estruturas de governança que regem a coordenação sistêmica das atividades de P&D executadas pelas redes de pesquisa em biotecnologia vegetal, o que possibilita torná-las eficientes na geração de inovações (DAL POZ, 2006).

As relações compartilhadas entre os agentes econômicos que se encontram vinculados às redes de pesquisa são regidas, na maior parte das vezes, por contratos elaborados sob condições de incerteza, que, no entanto, seguem a legislação sobre os DPI. Estes contratos guiam e orientam a repartição dos ganhos advindos das inovações, as transferências e licenciamentos de tecnologias intermediárias, o compartilhamento de ativos intangíveis, os consórcios para utilização conjunta de equipamentos, os riscos e os ônus de possíveis litígios de violação de patentes. Dessa maneira, os DPI atuam “como intermediários e como fatores de agregação entre agentes, incorporados aos contratos que consubstanciam as cadeias inovativas” (DAL POZ, SILVEIRA e FONSECA, 2004, p.350) presentes na indústria de biotecnologia vegetal.

Desde a década de 2000, as redes de pesquisa vêm incorporando cada vez mais novas organizações públicas e privadas de nacionalidades distintas (DAL POZ, 2006). À luz deste cenário de internacionalização, Dal Poz, Silveira e Fonseca (2004, p.364) ressaltam que a uniformização crescente das legislações patentárias nacionais engendrou um quadro institucional favorável à coordenação dos processos de criação, difusão e apropriação dos conhecimentos tecnológicos que circulam ao longo das redes internacionais de pesquisa em biotecnologia vegetal. Os autores ressaltam que os acordos entre países voltados para a harmonização dos DPI contribuíram para configurar um sistema de apropriabilidade global fortemente assimétrico que exhibe como principais beneficiários as *big six companies*.

A pressões por uma maior convergência do sistema de propriedade intelectual internacional tiveram início nos anos 70 por iniciativa de empresas norte-americanas produtoras de bens intensivos em ciência e tecnologia. As corporações estadunidenses se queixavam da existência de legislações patentárias nacionais prejudiciais às tecnologias desenvolvidas nos EUA. Nesta visão, o padrão internacional de proteção aos DPI favorecia as práticas de engenharia reversa adotadas pelas empresas do sudeste da Ásia que geravam apropriação indevida do P&D de alto custo financiado pelo governo e pelo setor industrial norte-americano. Temia-se que as práticas de engenharia reversa pudessem gerar assimetrias de custos favoráveis às empresas asiáticas capazes de reverter a supremacia comercial norte-americana.

As queixas descritas acima foram discutidas nos diversos fóruns do GATT – *General Agreements on Tariffs and Trade* – que trataram da internacionalização do comércio. Em 1994, a “Rodada Uruguay” (26ª Rodada do GATT) culminou na assinatura dos acordos TRIPS, que têm por objetivo harmonizar as regras que regem o comércio internacional por meio da adoção de critérios comuns de proteção aos DPI. No ano seguinte, ocorreu a fundação da Organização Mundial de Comércio (OMC). Estabeleceu-se, por consequência, um prazo de cinco anos para o alinhamento das legislações patentárias dos Estados signatários da OMC frente às regras do TRIPS (CORREA, 2000 e 2007).

Em síntese, o TRIPS estabelece o patamar mínimo de proteção aos DPI que deve ser adotado pelos Estados membros da OMC. Uma vez atendido este escopo mínimo dos DPI, deixa-se a critério de cada país a definição do teto máximo da proteção patentária. Desta maneira, os acordos TRIPS preveem algumas flexibilidades e exceções relacionadas ao acesso a medicamentos e ao patenteamento de tecnologias que englobam plantas e demais seres vivos (CHAVES *et al.*, 2007; BARBOSA, 2003). Os Artigos 27.1 e 27.3(b) dos TRIPS afetam diretamente a indústria de biotecnologia vegetal:

Art. 27.1 - Sem prejuízo do disposto nos parágrafos [27.2 e 27.3] 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 [...]

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

Art. 27.3(b) Plantas e animais, exceto microrganismos, 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 sistemas de proteção *sui generis*,] seja por uma combinação de ambos. (DAL POZ, 2006, p. 125)<sup>41</sup>.

---

<sup>41</sup> Em síntese, o artigo 27.1 estabelece os objetos de patenteamento; o artigo 27.3(b) define que é possível excluir a patenteabilidade de plantas, genes e processos biológicos. Caso ocorra a opção por esta exclusão, o mesmo artigo requer dos países signatários OMC algum tipo de proteção aos cultivares, através de legislação *sui generis*, mediante patentes ou, ainda, por meio da combinação dos dois mecanismos de proteção à propriedade intelectual.

O artigo 27.3(b) preservou o direito dos Estados signatários da OMC ao veto do patenteamento de plantas e sequências genéticas. À primeira vista, o acordo pode parecer desfavorável aos interesses da indústria de biotecnologia vegetal, voltados para difundir e proteger em outros países as tecnologias desenvolvidas e patenteadas originalmente nos EUA. No entanto, esta percepção inicial não se sustenta, uma vez que os TRIPS tiveram o efeito oposto: o acordo contribuiu para estender a proteção patentária concedida aos OGM para outras nações, inclusive para os países que optaram por adotar as exceções previstas pelo Artigo 27.3(b).

No período anterior aos TRIPS, os países desfrutavam de liberdade para selecionar os setores econômicos alvos de proteção patentária. O Artigo 27.1 determina que os Estados signatários do TRIPS, independente dos seus estágios de desenvolvimento econômico e social, devem garantir patamares mínimos de proteção aos DPI para todos os campos tecnológicos, inclusive para o setor farmacêutico e para a indústria de biotecnologia vegetal (CHAVES *et al.*, 2007).

Uma leitura mais atenta do Artigo 27.3(b) do TRIPS revela que esta disposição obriga os membros da OMC a reconhecer patentes que reivindicam processos não biológicos voltados para a obtenção de plantas e animais. Dessa maneira, o artigo supracitado criou as condições institucionais para a aceitação das patentes que protegem as técnicas de engenharia genética utilizadas para inserir transgenes em células vegetais, tais como o procedimento de bombardeamento celular.

Ademais, conforme ressalta Dal Poz (2006), em grande parte dos países em desenvolvimento, a legislação patentária não traz uma definição clara a respeito das diferenças existentes entre os procedimentos biológicos e não biológicos de obtenção de plantas. Este vácuo legislativo contribuiu para estender a proteção patentária prevista pelo Artigo 27.3(b) para praticamente todas as ferramentas biotecnológicas que regulam os processos de inserção e expressão gênica em células vegetais. Em síntese, os acordos TRIPS forneceram o embasamento doutrinário necessário para a revalidação das patentes norte-americanas que protegem tecnologias habilitadoras nos demais Estados signatários da OMC.

Segundo Vieira e Buainain (2004, p.389-390) a vigência dos TRIPS impôs mudanças radicais na institucionalidade do sistema de propriedade intelectual internacional, não tanto pelas questões doutrinárias, uma vez que, em grande parte, o TRIPS apenas reproduz conceitos firmados em tratados anteriores, mas sobretudo, por criar mecanismos de penalização para os membros da OMC que descumprirem as suas regras. Os mecanismos de *enforcement* inexisteram nos acordos comerciais prévios. Nesta perspectiva, a mera ameaça de “retaliação

comercial ou de exclusão de negociações importantes em mercados internacionais levou os países em desenvolvimento a aprovar [...] novas legislações sobre propriedade intelectual em todas as áreas”.

Neste sentido, caso um Estado signatário do TRIPS, que optou por adotar as exceções previstas pelo Artigo 27.3(b), recusar o pagamento de *royalties* às empresas estrangeiras titulares das tecnologias habilitadoras que foram empregadas no desenvolvimento dos OGM atualmente cultivados em seu território, o país pode vir a sofrer retaliações comerciais na OMC. Não por acaso, Dal Poz (2006, p.278) ressalta:

[...] 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.

As *big six companies* figuram entre os grandes beneficiários dos acordos comerciais bilaterais e regionais articulados pelo governo dos EUA com outros países no período posterior à criação da OMC. Esses tratados comerciais têm contribuído para consolidar o argumento norte-americano que atribui aos esforços intelectuais humanos a descoberta e o isolamento dos genes passíveis de aplicação comercial. Nesta perspectiva, a proteção patentária remete aos direitos intelectuais dos cientistas que se empenharam na identificação e no isolamento das sequências nucleicas, e não propriamente às cadeias de aminoácidos que compõem o DNA. Em termos práticos, a aceitação crescente desta visão tem fornecido o embasamento doutrinário para a validação das patentes norte-americanas que reivindicam sequências genéticas em outras nações, inclusive em países cujas legislações não admitem oficialmente o patenteamento de genes e seres vivos. A consolidação dessa jurisprudência tende a enfraquecer o direito a veto previsto no Artigo 27.3(b) do TRIPS.

## **2.2 A utilização de dados patentários como proxy para as atividades de inovação.**

A publicação dos documentos de patentes representa uma excelente fonte de informação a respeito das atividades inventivas. Por exemplo, a análise das citações empreendidas pelo examinador possibilita reconstituir as ligações existentes entre as novas tecnologias para as quais o inventor demanda proteção legal e os conhecimentos técnicos sob os quais a invenção se apoia (TRAJTENBERG, 1990). Além da descrição do conteúdo e do campo tecnológico do invento, os documentos patentários também contêm informações sobre

os detentores e os inventores, sobre as reivindicações de proteção legal (*claims*) consideradas válidas pelas autoridades patentárias.

Trajtenberg (1990) destaca a inexistência de indicadores de C&T&I de caráter abrangente. Nesta visão, as patentes representam a única fonte de informação a respeito das atividades inventivas capaz de cobrir praticamente todos os campos de atividade por um longo período de tempo. Hall, Jaffe e Trajtenberg (2001) apontam a existência de um estoque de 6 milhões de patentes e de um fluxo anual de aproximadamente 150 mil novos documentos passíveis de serem utilizados em trabalhos científicos.

Para Griliches (1998, p.336): “[...] as estatísticas de patentes permanecem uma fonte singular para a análise do processo de mudança tecnológica”. Nenhuma outra fonte de informação se aproxima das patentes no tocante à “quantidade de dados disponíveis, acessibilidade e os potenciais detalhes industriais, organizacionais e tecnológicos”. Ainda segundo o autor, os esforços inovativos normalmente envolvem a mobilização de insumos distintos (*inputs*), como, por exemplo, o número de horas que os pesquisadores se dedicam a novos projetos e o volume dos gastos alocados em atividades de P&D. A combinação/transformação desses recursos gerará resultados para a firma (*outputs*), tais como o crescimento da produtividade, a ampliação dos lucros e a variação do valor de mercado da corporação.

A utilização de patentes em estudos sobre as atividades de C&T&I não é recente. Schmookler (1952) empreendeu uma das primeiras tentativas de empregar estatísticas de patentes como variáveis explanatórias do crescimento da produtividade total dos fatores no âmbito agregado. No entanto, os resultados obtidos pelo autor foram incapazes de atestar a influência do crescimento do estoque global de patentes sobre os ganhos de produtividade. Por consequência, Jacob Schmookler desistiu de adotar as estatísticas de patentes como *proxies* dos *outputs* dos processos inovativos. Em estudos posteriores, o autor passou a utilizar os dados patentários para estimar a magnitude dos esforços tecnológicos em indústrias distintas, portanto como um indicador de *input* em substituição aos dados sobre o número de pesquisadores e sobre gastos alocados nos projetos de P&D (SCHMOOKLER, 1966).

Pakes e Griliches (1984) defendem a utilização dos dados patentários como *proxies* dos resultados finais dos esforços inovativos. Nesta visão as patentes representam um poderoso indicador do surgimento de novos conhecimentos tecnológicos. Os autores constataram a existência de uma forte correlação positiva entre o crescimento do número de patentes e os

gastos de P&D<sup>42</sup> empreendidos pelas firmas de um mesmo setor. Estudos mais recentes atestaram que esta correlação positiva permaneceria válida para diferentes âmbitos de análise – entre indústrias distintas e também entre diferentes países (DE RASSENFOSSE e DE LA POTTERIE, 2009; DANGUY *et al.*, 2014).

Em síntese, Pakes e Griliches (1984) reconhecem que para dados *cross section*, os gastos em P&D explicam grande parte da variação da propensão a patentear existente entre empresas, indústrias e países. Em contrapartida, Griliches (1998) ressalta que os estudos baseados em séries temporais revelaram uma relação estatística muito mais frágil entre as duas variáveis. As análises que investigaram a relação existente entre a quantidade de patentes concedidas durante determinado período (procedimento denominado pela literatura de contagem simples de patentes) e a variação do valor de mercado das firmas titulares dos documentos patentários também não obtiveram resultados conclusivos (GRILICHES, HALL e PAKES, 1991).

As dificuldades enfrentadas por tais estudos parecem estar diretamente associadas à natureza fortemente assimétrica das patentes. Alguns raros documentos patentários são economicamente relevantes e representam desenvolvimentos tecnológicos significativos. Em contrapartida, a imensa maioria das patentes não se consubstancia em aplicações comerciais. Deste modo, muitas tecnologias patenteadas possuem valor econômico irrisório. A presença destas assimetrias tenderia a problematizar o emprego da contagem simples de patentes como uma medida dos resultados finais das atividades inventivas (TRAJTENBERG, 1990).

De acordo com Hall, Jaffe e Trajtenberg (2001) a contagem do número de citações recebidas pelos documentos patentários representa um artifício capaz de mitigar os problemas metodológicos decorrentes das assimetrias associadas ao valor econômico das patentes.

Segundo Trajtenberg (1990), o número de citações recebidas de documentos patentários subsequentes - ora adiante chamadas de “citações posteriores” - representa um forte indício da importância tecnológica, do sucesso econômico e do valor da invenção contemplada pela patente original que foi alvo das citações. Deve-se ter em mente que os esforços de pesquisa carregam em si procedimentos onerosos que são majoritariamente empreendidos por agentes econômicos que tem por objetivo a ampliação dos lucros. Neste contexto, as citações que afluem dos novos inventos representam um reconhecimento por parte do mercado que as incertezas a respeito das soluções tecnológicas propostas pela patente original se amainaram e que, por consequência, a inovação consubstancia neste documento possui algum valor

---

<sup>42</sup> Para Pakes e Griliches (1984) os investimentos em P&D representam *proxies* dos insumos alocados nas atividades inventivas.

comercial. Nesta visão, as patentes fortemente citadas por outras representam avanços tecnológicos significativos que atingiram mercado.

O estudo de caso conduzido por Trajtenberg (1990) analisou um conjunto de patentes que corporificam tecnologias voltadas para os exames de tomografia computadorizada. O autor constatou a existência de uma íntima relação entre a quantidade de citações que as patentes receberam de outros documentos patentários e o valor social das invenções, mensurado em termos da variação dos lucros obtidos pelas empresas e da ampliação do excedente do consumidor em face do surgimento de novos scanners.

Hall, Jaffe e Trajtenberg (2001) obtiveram resultados semelhantes em um survey global que contemplou diversos segmentos econômicos e uma amostra de 2,923,922 patentes. Os autores concluem que o número de citações que uma patente recebe de outras representa um indicador do valor econômico e social do invento que foi patenteado. Em setores intensivos em inovação, o valor das patentes fortemente citadas pode ser considerado como uma *proxy* do valor de mercado das empresas titulares das principais tecnologias que foram selecionadas pelo mercado (SILVEIRA *et al.*, 2013).

A utilização de dados patentários está sujeita a diversas dificuldades e limitações metodológicas. O primeiro grande obstáculo relaciona-se ao fato que nem todas as novas ideias e invenções resultam em patentes (GRAFF, 2003). Conforme ressaltou a seção 1.2.3, na maioria dos setores industriais as patentes têm representado um mecanismo frágil de estímulo à inovação. Por consequência, muitas empresas tendem a priorizar outros mecanismos de apropriabilidade, especialmente o sigilo industrial.

Em segundo lugar, grande parte dos esforços dedicados às atividades de P&D não se traduzem em objetos patenteáveis. Esta questão adquire forte relevância nos estudos que utilizam dados patentários provenientes de países distintos. Não obstante as diversas tentativas de convergência das regras e condutas que regem o processo de concessão de novas patentes por meio da criação da Organização Mundial de Propriedade Intelectual e do TRIPS; as idiosincrasias presentes na legislação de cada nação impõem diversas restrições às tecnologias elegíveis para o patenteamento. Estes limites normalmente envolvem questões de política industrial, biodiversidade, segurança nacional que variam de país para país (MIRANDA, 2014). Deste modo, a análise de patentes concedidas por escritórios patentários distintos deve ser feita com cautela.

Esta advertência é especialmente válida para o campo de atividade analisado neste estudo. As normas para o patenteamento de sementes e cultivares são muito mais amplas nos EUA do que no Brasil e na Europa. Enquanto o USPTO permite o patenteamento de genes,

microrganismos, sementes e plantas; as legislações brasileira e europeia não consideram estes objetos elegíveis para o recebimento de proteção patentária (DAL POZ, SILVEIRA e FONSECA, 2004).

Hall, Jaffe e Trajtenberg (2001) apontam uma importante fragilidade metodológica presente nos estudos baseados na contagem das citações posteriores recebidas por patentes. O período temporal coberto pelas análises desta natureza se estende até a data em que ocorreu a busca de patentes que deu origem à amostra de documentos de propriedade intelectual. As estatísticas baseadas em citações posteriores são forçosamente truncadas nesta data, uma vez que as citações recebidas pelas patentes integrantes da amostra provenientes de documentos patentários concedidos no período posterior à execução da busca não são contabilizadas.

Ainda segundo Hall, Jaffe e Trajtenberg (2001), o problema da truncagem das citações tende a afetar, sobretudo, as patentes mais jovens que tiveram menos tempo para receber citações de outros documentos patentários. Por consequência, as estatísticas baseadas em citações posteriores costumam subestimar a importância das patentes mais recentes da amostra. O capítulo 3 descreverá os procedimentos metodológicos adotados para mitigar o problema da truncagem das citações e para contornar os demais obstáculos apresentados nos parágrafos anteriores.

Convém lembrar ao leitor que a propensão a patentear registra forte viés setorial (COHEN, NELSON e WALSH, 2000). Conforme ressaltou a seção 1.3.1, a proteção dos OGM tem se fundamentado, sobretudo, nas patentes. Não por acaso, os principais estudos sobre os processos de seleção e apropriação de biotecnologias agrícolas têm se baseado em dados patentários, a despeito dos obstáculos metodológicos descritos acima.

### **2.3 Seleção *ex ante* e *ex post* de biotecnologias vegetais.**

O valor de mercado das empresas envolvidas na geração e na comercialização de OGM encontra-se fortemente dependente do desenvolvimento, acumulação e proteção dos ativos de propriedade intelectual (RAUSSER, 1999). Não por acaso, alguns estudos chave elegeram os dados patentários como pontos de partida para as análises sobre os processos de seleção *ex ante* e *ex post* de biotecnologias vegetais e sobre a apropriação privada dos OGM.

Em síntese, o processo de seleção das tecnologias integrantes das TT ocorre em dois estágios. O processo de seleção *ex ante* de tecnologias se manifesta no interior das firmas. Cada firma definirá as novas tecnologias que serão priorizadas dentre as diversas opções existentes para a alocação do orçamento de P&D. As tecnologias pré-selecionadas pelas empresas somente serão incorporadas às TT após serem validadas pelo mercado. Este segundo

estágio de seleção conduzido, sobretudo, pelas condições de demanda recebeu a denominação de seleção *ex post* de tecnologias.

Dentre os estudos que utilizaram dados patentários para analisar o processo de seleção *ex ante* de biotecnologias agrícolas, convém destacar as contribuições de Graff (2002) e Graff *et al.* (2003). Ambos os estudos adotaram um software bibliométrico capaz agrupar os documentos de propriedade intelectual em distintos clusters tecnológicos que são formados a partir do mapeamento e da quantificação do grau de similaridade léxica presente nos conteúdos textuais das patentes analisadas pelo software.

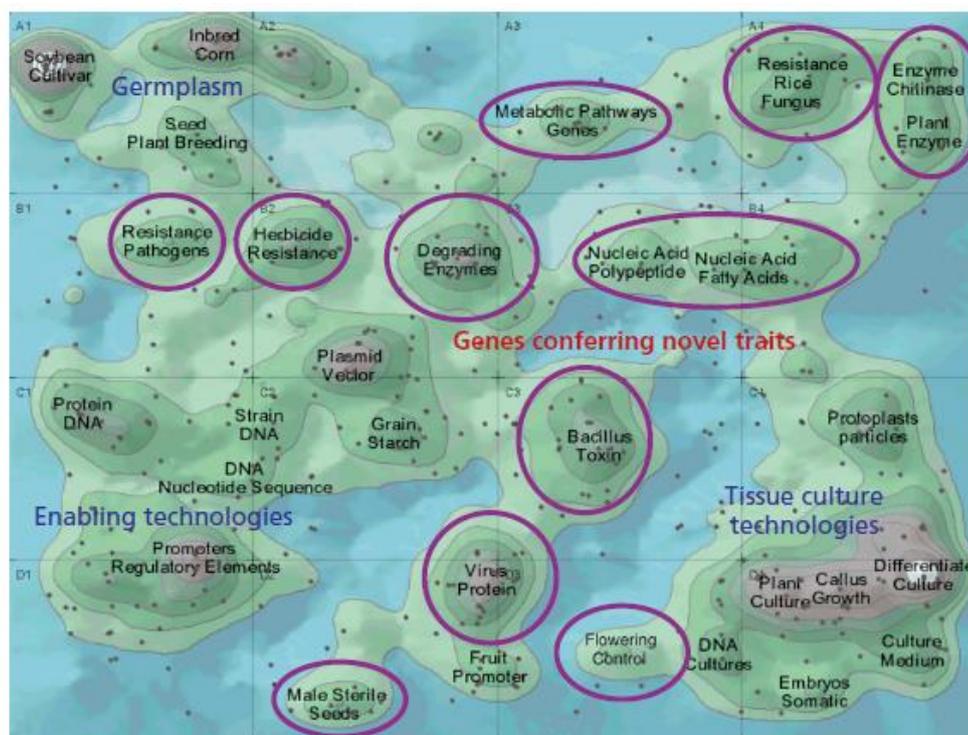
O software bibliométrico gera como resultado uma paisagem topográfica denominada por Graff *et al.* (2003) de *themescape*<sup>43</sup>. A distância entre duas patentes na paisagem topográfica é diretamente proporcional a proximidade tecnológica entre ambas. Ademais, os picos do *themescape* revelam os termos léxicos mais frequentes e também a quantidade de documentos que compartilham tais termos. Esses picos representam, por consequência, uma importante *proxy* do conteúdo tecnológico dos projetos de P&D priorizados pelos agentes econômicos detentores das patentes que passaram pelo escrutínio do software bibliométrico.

Graff *et al.* (2003) utilizaram uma amostra composta por 14.393 documentos de propriedade intelectual. A amostra engloba patentes solicitadas e/ou concedidas no período 1982-2000 pelos maiores escritórios patentários do mundo - USPTO, European Patent Office (EPO), Japanese Patent Office (JPO) e Patent Cooperation Treaty (PCT). A Figura 2.1 reproduz o *themescape* obtido a partir desta amostra.

---

<sup>43</sup> De acordo com Silveira *et al.* (2013, p.11), “o *themescape* constrói as “topografias” baseado na ocorrência de certas palavras (retirando as palavras óbvias de conexão) em todas as patentes, criando assim mecanismos que permitem estabelecer medidas de distância com base na ocorrência conjunta de palavras, cujas *priors* são refinadas por inferência bayesiana. Certas palavras passam a contribuir para diminuir a distância entre patentes que as contém, aumentando a probabilidade de que estejam próximas e por outro lado, aumentando a probabilidade de que dada a co-ocorrência de outras palavras em patentes, elas formem temas comuns, agrupáveis, estejam em picos e não em vales”.

Figura 2.1: *Themescape* obtido a partir de 14.393 patentes agrobiotecnológicas



Fonte: Graff *et al.*(2003)

Os autores empregaram a paisagem topográfica reproduzida na Figura 2.1 para comparar o perfil do portfólio de patentes pertencente ao setor público em relação ao segmento empresarial. Segundo Graff *et al.* (2003) o setor público<sup>44</sup> desempenhou durante as décadas de 80 e 90 um papel ativo no desenvolvimento de tecnologias cruciais para a obtenção dos OGM. Este engajamento do setor público dificilmente se reproduz em outros segmentos industriais. As atividades de pesquisa executadas pelas universidades e pelos laboratórios federais se concentraram no desenvolvimento de ferramentas biotecnológicas, nas pesquisas sobre genes e as suas respectivas funções e também nos processos de melhoramento vegetal como, por exemplo, o controle do florescimento em plantas. O pico *Viral Protein* engloba tecnologias reguladoras do processo de expressão gênica, em especial, os promotores virais. Trata-se do cluster da Figura 2.1 que registra a maior quantidade de patentes pertencentes ao setor público.

Por sua vez, os esforços de P&D executados pelo segmento empresarial priorizaram, sobretudo, a obtenção de enzimas hidrolisadas aplicáveis a processos industriais e o desenvolvimento de tecnologias destinadas a tornar as plantas resistentes contra insetos e outras pragas. Dessa maneira, as patentes pertencentes ao segmento empresarial se concentram,

<sup>44</sup> Para Graff *et al.* (2003) o setor público engloba as instituições acadêmicas e os laboratórios de pesquisa federais especializados na transferência de biotecnologias para a iniciativa privada.

sobretudo, nos clusters *Plant Enzyme*, *Bacillus Toxin* e *Herbicide Resistance* presentes na Figura 2.1.

As análises empreendidas por Ventura *et al.* (2013) e Ferrazzi *et al.* (2013) apresentam uma temática muito próxima à adotada pelos autores descritos nos parágrafos anteriores, que no entanto utiliza uma metodologia diferente, pois emprega os códigos de classificação definidos pela *Cooperative Patent Classification* (CPC) para categorizar as patentes agrobiotecnológicas que integram a amostra de cada estudo em três grandes grupos tecnológicos: i) métodos de inserção de material genético exógeno; ii) métodos de controle e aprimoramento do processo de expressão gênica; iii) plantas geneticamente modificadas. Ventura *et al.* (2013) e Ferrazzi *et al.* (2013) constroem intencionalmente uma linha do tempo das biotecnologias agrícolas. Este procedimento permite analisar a evolução ao longo dos anos dos três campos tecnológicos descritos acima.

A amostra utilizada por Ventura *et al.* (2013) engloba patentes agrobiotecnológicas concedidas por diversos escritórios patentários. Os autores organizaram as patentes de acordo com a nacionalidade das empresas detentoras dos documentos de propriedade intelectual. Na sequência, Ventura *et al.* (2013) empregaram a classificação tecnológica fornecida pela CPC para comparar o perfil dos esforços de pesquisa conduzidos por países distintos. Os EUA despontam como líder nas três linhas de pesquisa apontadas no parágrafo anterior enquanto que a União Europeia (UE) parece concentrar praticamente todos os seus esforços no desenvolvimento dos OGM de primeira geração, ou seja, na obtenção de sementes resistentes contra pragas e/ou tolerantes a herbicidas. Os autores também constataram a preocupação dos países integrantes do BRIC frente ao desenvolvimento de tecnologias destinadas a adaptar as sementes frente a condições climáticas adversas.

O estudo elaborado por Ferrazzi *et al.* (2013) adota como base de referência os documentos patentários depositados pelas *big six companies* no USPTO e no EPO. Os autores ressaltam que durante a década de 2000 as patentes que reivindicam métodos de introdução e expressão de material genético em plantas perderam espaço dentro dos portfólios de patentes pertencentes às *big six companies*. Em contrapartida, o patenteamento de tecnologias associadas à obtenção de novos atributos de origem transgênica apresentou forte crescimento. Ademais, as grandes corporações priorizaram o desenvolvimento de tecnologias que codificam atributos agronômicos em detrimento dos atributos não agronômicos.

Em síntese, os autores discutidos nesta seção empregaram a ferramenta *themescape* ou os códigos da classificação tecnológica fornecida pela CPC para mapear os projetos de P&D pré-selecionados pelos agentes econômicos atuantes no desenvolvimento de OGM. Convém

neste momento ressaltar a existência de outros estudos que priorizaram a análise do processo de seleção *ex post* de biotecnologias vegetais conduzido pelas forças de mercado. Uma primeira tentativa neste sentido foi feita por De Janvry *et al.* (1999). Os autores procuraram identificar as patentes chaves que marcaram o desenvolvimento comercial dos OGM resistentes contra pragas e insetos.

De Janvry *et al.* (1999) empreenderam uma busca léxica na base de dados do USPTO. Os autores procuraram identificar as patentes que possuem a expressão *Bacillus thuringiensis (BT)*<sup>45</sup> no seu corpo textual. Esta investigação encontrou 327 documentos de propriedade intelectual que atenderam o critério previamente definido para a busca. As patentes foram classificadas de acordo com a quantidade de citações posteriores recebidas de outros documentos patentários. De Janvry *et al.* (1999) constataram a existência de duas patentes fortemente citadas que foram obtidas pela Universidade de Washington em 1984. Os inventos consubstanciados nestas patentes nortearam todo o desenvolvimento tecnológico posterior de OGM que expressam a toxina BT.

O estudo elaborado por De Janvry *et al.* (1999) identificou três fases distintas associadas ao desenvolvimento de OGM resistentes contra pragas e insetos. A primeira fase abarca as décadas de 70 e 80. Neste período a titularidade das tecnologias mais importantes estava concentrada nas mãos das universidades e dos institutos públicos de pesquisa ao passo que as *big six companies* detinham poucas patentes nesta área. Constata-se durante a primeira metade dos anos 90, o crescimento das atividades de patenteamento empreendidas pelas EBB. A título de exemplo, a empresa Mycogen tornou-se em 1994 a empresa com o maior número de patentes associadas à toxina BT. A segunda metade da década de noventa reverteu todas estas tendências. As *big six companies* intensificaram os seus esforços de P&D intramuros e adotaram uma política agressiva de F&A com as EBB. Por consequência, as grandes multinacionais oriundas do setor agroquímico já detinham em 1999 o controle da maioria das patentes fortemente citadas. Dentre as diversas operações F&A ocorridas nos anos 90, De Janvry *et al.* (1999) destacam a aquisição da Mycogen pela Dow em 1998.

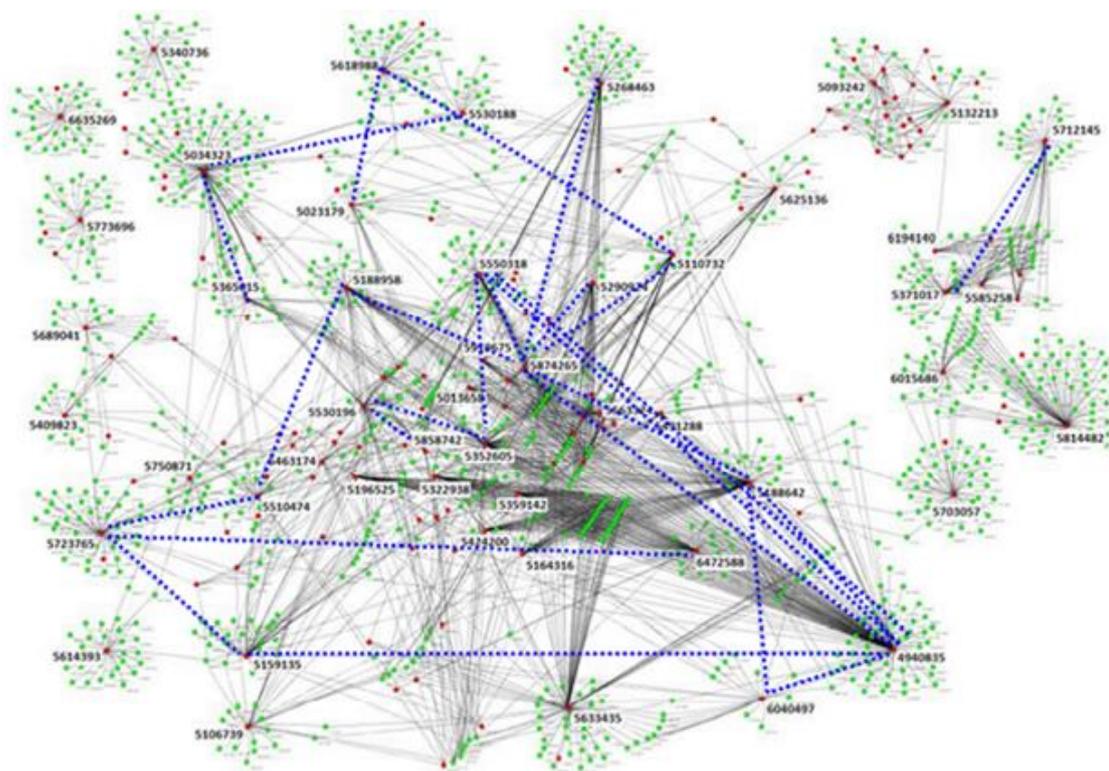
À luz dos trabalhos pioneiros de Trajtenberg (1990) e De Janvry *et al.* (1999), alguns estudos mais recentes desenvolveram uma nova metodologia baseada na construção de redes de inovação que foi aplicada em estudos setoriais. As redes de inovação fornecem artifícios metodológicos para a identificação e o mapeamento de TT que, quando existentes,

---

<sup>45</sup> O termo *Bacillus thuringiensis* refere-se a uma toxina prejudicial aos insetos. Ao longo das últimas três décadas, uma parcela significativa dos esforços de pesquisa executados pela indústria de biotecnologia vegetal foi direcionada para desenvolver plantas com a capacidade de sintetizar a toxina *Bacillus thuringiensis (BT)*.

revelam a evolução ao longo do tempo das principais tecnologias que foram selecionadas pelo mercado (DAL POZ, 2006; DAL POZ, SILVEIRA e MASAGO, 2012; SILVEIRA *et al.*, 2013). A Figura 2.2 reproduz a rede de inovação obtida por Silveira *et al.* (2011).

Figura 2.2: Redes de Co-citação de patentes de biotecnologias para plantas transgênicas – K core 20. Redes completas.



Fonte: Silveira et al. (2011, p.180).

Legenda - Vermelho: patentes mais citadas por outras patentes à frente (documentos que receberam entre 20 e 157 citações posteriores);

Verde: Patentes que citam outros documentos patentários;

Azul: caminhos geodésicos 1/1 (que representam ligações diretas entre patentes muito citadas).

As redes de inovação elaboradas por Silveira *et al.* (2011), Dal Poz (2006) e Dal Poz, Silveira e Masago (2012) adotam a perspectiva de redes em termos de patentes (vértices da rede representados pelos números de publicação dos documentos) e suas conexões (linhas da rede) que representam a ocorrência de citações de uma patente pela outra. Trata-se, portanto, de uma rede direcionada composta por arcos ou setas, uma vez que existe um direcionamento claro entre os inventos posteriores (patentes verdes da Figura 2.2) que citam as patentes mais antigas (patentes vermelhas da Figura 2.2). Subjacente aos estudos supracitados reside a percepção de que os sistemas econômicos são compostos por um conjunto de elementos interconectados. Tais sistemas devem ser pensados em termos das interações econômicas complexas compartilhadas pelos seus componentes durante o momento em que a própria rede está sendo formada.

Nesta visão, a rede de inovação caracteriza um momento no desenvolvimento de sistemas complexos, captando, por consequência, as formas pelas quais os esforços cumulativos direcionados para a obtenção e apropriação de novas tecnologias fluem por um sistema interconectado (POTTS, 2000; FOSTER, 2005). Dessa maneira, as redes de citação de patentes possibilitam um entendimento abrangente sobre: i) os esforços dos agentes econômicos no sentido de mobilizar ativos tangíveis, intangíveis e complementares para viabilizar o surgimento de inovações; ii) o processo de competição no interior da indústria que envolve ao mesmo tempo relações de rivalidade e cooperação entre as firmas; iii) as diversas fontes de conhecimento que um determinado segmento econômico necessita compilar para obter novos inventos.

Ademais, as redes fornecem um panorama da sequência de eventos pelos quais os atores econômicos passaram e, este é o aspecto crucial, estão vinculados, por hipótese, a TT (VERSPAGEN, 2007). Nesta visão, as TT representam o resultado dos esforços inovativos cumulativos que atingiram o mercado e propiciaram lucros para os detentores das tecnologias presentes na trajetória. Em contrapartida, a ausência de TT sugere a hipótese de segmentos tecnológicos poucos maduros cujos padrões de difusão e apropriação ainda não foram definidos pelo mercado (SILVEIRA *et al.*, 2011; DAL POZ, SILVEIRA e MASAGO, 2012; SILVEIRA *et al.*, 2013).

Silveira *et al.* (2011) e Dal Poz, Silveira e Masago (2012) desenvolveram um método específico para verificar a existência de TT em redes de inovação, denominado de *high cited, high connected patents* (HC+HC). Subjacente ao método HC + HC reside o reconhecimento do pressuposto formulado por Trajtenberg (1990): patentes fortemente citadas representam avanços tecnológicos de grande valor. Nesta visão, o surgimento de uma nova TT ocorre quando as patentes muito citadas passam a se conectar com patentes mais jovens que também foram alvo de diversas citações e que, devido a este motivo, também ocupam uma posição de destaque no mercado. Este requisito baseou-se novamente nas contribuições originais de Manuel Trajtenberg. O autor citado

[...] considera a inovação como um processo temporal contínuo que registra uma natureza predominantemente incremental sujeito, no entanto, a mudanças ocasionais que causam grandes rupturas e passam a guiar os esforços inovativos subsequentes para novos canais. Congruente com esta visão, uma patente será considerada importante se ela abrir o caminho para uma bem sucedida linha de inovações posteriores; as patentes associadas a esta segunda leva de invenções naturalmente citam a patente original, estas citações podem ser consideradas uma primeira evidência da natureza disruptiva da patente original [...] Neste contexto, a questão central consiste no fato que as patentes citantes tendem a exibir um tipo de relação causal com a patente citada, com as citações representando a manifestação mais evidente [...] deste vínculo (TRAJTENBERG, 1990,p.184)

Silveira *et al.* (2011) ressaltam que a análise dos *strong paths* presentes na rede de inovação - constituídos a partir dos arcos que interligam as patentes fortemente citadas portadoras de inovações radicais aos membros mais recentes da rede que também receberam diversas citações posteriores - permite reconstituir o percurso bem sucedido aberto pelo invento original que foi trilhado posteriormente pelas inovações subsequentes que atingiram o mercado, tal qual foi teorizado por Trajtenberg (1990). Os caminhos que interligam patentes fortemente citadas conectadas entre si (*HC+HC*) representam, por consequência, *proxies* das TT presentes em um determinado segmento econômico. Na Figura 2.2, os caminhos em azul revelam as TT constituídas a partir de ligações diretas entre patentes agrobiotecnológicas muito citadas.

A obtenção de produtos inovadores em biotecnologia envolve diversas invenções que são articuladas sequencialmente ao longo de um determinado período temporal (CORIAT, ORSI e WEINSTEIN, 2003; SAVIOTTI, 2009; SILVEIRA *et al.*, 2013). Estas características fazem das indústrias que adotam biotecnologias um campo fértil para o desenvolvimento de análises sobre TT baseadas no método HC+HC. Uma primeira tentativa neste sentido foi empreendida por Dal Poz, Silveira e Masago (2012). Este estudo analisou as redes de inovação associadas aos processos de fermentação em etanol de segunda geração.

Os autores identificaram uma rede que segue o padrão de estrela, definido pela presença de poucas patentes fortemente citadas que, no entanto, não estabelecem vínculos entre si. Dal Poz, Silveira e Masago (2012) ressaltam a inexistência de uma trajetória real consolidada para os processos de fermentação em etanol de segunda geração. Os autores concluem que a indústria de biocombustíveis se encontra numa fase preliminar de busca e seleção de tecnologias caracterizada por forte incerteza a respeito dos benefícios existentes em cada rota tecnológica possível.

Um artigo recente que contou com a participação do autor desta tese<sup>46</sup> elaborou e analisou uma rede de inovação composta por patentes que reivindicam biotecnologias vegetais. A principal TT identificada pelo estudo engloba diversas ferramentas biotecnológicas que foram mobilizadas diretamente no desenvolvimento de novas sementes transgênicas. Esta trajetória se inicia a partir da patente n° 4,940,835 pertencente à Monsanto, que consiste no documento de propriedade intelectual mais citado dentre todos os componentes da rede. Chama a atenção a amplitude desta patente, que exibe 52 reivindicações de proteção. Nestas solicitações estão preconizados diversos métodos que habilitam as plantas a receberem os construtos da biologia molecular. Observa-se a partir da patente n° 4,940,835 um conjunto

---

<sup>46</sup> Estamos nos referindo a Silveira *et al.* (2013).

sequencial de tecnologias habilitadoras que foram cruciais para a obtenção de OGM tolerantes em relação a aplicação de herbicidas.

O estudo elaborado por Silveira *et al.* (2013) representou uma primeira tentativa de comprovar a aderência entre as inovações presentes em TT e os mecanismos de apropriabilidade mobilizados pelas firmas. Os resultados obtidos sugerem a hipótese que as patentes que reivindicam as tecnologias habilitadoras que deram origem à principal trajetória presente na rede de inovação, desempenharam um papel chave na proteção dos OGM comercializados pela Monsanto nos EUA.

Os resultados obtidos por Silveira *et al.* (2013) forneceram as bases teórico-empíricas para a formulação da hipótese nº 1 da tese além de inspirar a metodologia adotada no presente estudo. À luz destas constatações, convém neste momento elencar algumas contribuições originais da tese em relação ao artigo anterior: i) procurar-se-á expandir a amostra de patentes passível de ser utilizada na construção de redes de inovação. Este procedimento possibilitará a identificação de novas TT associadas, particularmente, às sementes de soja geneticamente modificadas; ii) verificar, mediante o estudo das famílias de patentes, se as tecnologias habilitadoras contribuíram para a apropriação privada dos OGM em outros países; iii) elaboração de indicadores de apropriabilidade a partir de informações extraídas de dados patentários. Acredita-se que este procedimento contribuirá para reforçar os resultados obtidos por Silveira *et al.* (2013); iv) discutir o modo como as firmas atuantes no desenvolvimento de biotecnologias vegetais tendem a combinar ativos complementares com a proteção legal proporcionada pelos documentos patentários para assegurar a apropriação privada dos benefícios econômicos derivados das invenções.

## Capítulo 3 : METODOLOGIA

O presente capítulo é dedicado a questões metodológicas. A seção 3.1 descreve os critérios e os procedimentos que balizaram os processos de busca e seleção das patentes que foram incorporadas à amostra utilizada neste estudo. A seção 3.2 discute a construção da rede de inovação a partir da utilização do *robot* OPCS (ver nota de rodapé nº 7). Na sequência são descritas as principais estatísticas de rede que foram calculadas pela tese. A seção 3.3 delinea os artifícios metodológicos adotados durante o mapeamento das TT presentes no núcleo da rede inovação. Por fim, a seção 3.4 descreve os indicadores de apropriabilidade elaborados pelo presente estudo. Tomou-se o cuidado de destacar a pertinência destes indicadores para a análise das TT e para a comprovação das hipóteses centrais listadas na introdução. O Quadro 3.1 apresenta um resumo dos procedimentos metodológicos que serão descritos pormenorizadamente ao longo do capítulo 3.

Quadro 3.1: Resumo dos procedimentos metodológicos adotados pela tese.

<b>1. O processo de construção da amostra de patentes utilizada neste estudo</b>
1.1 Definição do escritório patentário que servirá de base para a condução das pesquisas sobre patentes.
1.2 Expansão da amostra de patentes utilizada originalmente por Silveira <i>et al.</i> (2013) por meio da elaboração de novas buscas de patentes no USPTO.
1.3 A construção do banco de dados patentários adotado pela tese.
<b>2. O processo de construção da rede de inovação e a descrição das principais estatísticas de rede que foram calculadas pelo presente estudo</b>
2.1. Construção da rede de inovação por meio da utilização do software <i>Odysseys Patent Computing System</i> (OPCS)
2.2. Descrição do indicador de distância geodésica
2.3. Descrição das medidas de centralidade: grau de entrada e grau de entrada normalizado.
2.4. Apresentação das demais medidas de centralidade: indicador de proximidade e indicador de intermediação.
2.5. Descrição das estatísticas capazes de mensurar as propriedades gerais da rede: a densidade da rede e o grau de entrada médio.
2.6 Descrição das ferramentas tecnológicas e dos procedimentos adotados durante o cálculo das estatísticas de rede.
2.7 A construção do histograma da rede que revela a distribuição do grau de entrada.
2.8 Descrição dos procedimentos adotados para verificar se a rede de inovação exibe a estrutura scale-free.
<b>3. Descrição dos procedimentos metodológicos utilizados durante a identificação das TT associadas às sementes de soja transgênica.</b>
3.1 Acesso a base de dados <i>GM Approval Database</i> para coletar informações sobre os eventos de transgenia associados às variedades de soja que foram aprovados nos EUA desde 1995
3.2 Identificação das patentes presentes no banco de dados da tese que protegem diretamente os eventos de transgenia identificados mediante a adoção do procedimento 3.1.
3.3 Estabelecimento prévio de um número mínimo de citações que as patentes devem atingir para serem incorporadas às TT. Determinou-se o seguinte crivo: um documento patentário deverá receber no mínimo 20 citações para ser considerado altamente citado.
3.4 Identificação das patentes altamente citadas que apresentam distância geodésica igual a 1 ou 2 em relação aos documentos patentários que protegem os eventos de transgenia de soja
3.5 Levantamento das patentes altamente citadas que receberam citações diretas das patentes identificadas por meio do procedimento 3.4

3.6 Mapeamento das TT a partir dos arcos que ligam as patentes altamente citadas às patentes que protegem os eventos de transgenia incorporados em sementes de soja.
<b>4. Descrição dos indicadores de apropriabilidade elaborados pela tese.</b>
4.1 Construção do indicador denominado capacidade bloqueante legal das patentes através da contabilização das ações judiciais de violação de DPI.
4.2 Coleta de informações a respeito das batalhas judiciais que envolveram as <i>big six companies</i> por meio da análise de documentos jurídicos.
4.2 Construção do indicador SPILL que revela a capacidade das patentes em coibir o surgimento de <i>spillovers</i> favoráveis aos fazendeiros.
4.3 Mapeamento das cercas de patentes através da execução de estudos conjuntos sobre as famílias de patentes e sobre as ações judiciais de violação de DPI
4.5 Elaboração de estimativas a respeito da abrangência das patentes por meio da contabilização das patentes de extensão.

Fonte: Elaboração própria.

### 3.1 O processo de construção da amostra de patentes

#### 3.1.1 O escritório patentário que servirá de base para a condução das pesquisas sobre patentes.

Antes iniciarmos as discussões a respeito dos processos de busca e seleção das patentes que deram origem à amostra utilizada neste estudo, convém tecer uma importante ressalva sobre a escolha do escritório de patentes que servirá de base para a condução das pesquisas. Conforme ressaltou a seção 2.2, as especificidades presentes na legislação patentária de cada país impõem diversos obstáculos metodológicos que necessitam ser controlados pelas análises baseadas em dados patentários. Esta advertência é especialmente válida para os estudos que abordam o desenvolvimento de biotecnologias para a agricultura. Dentre os países centrais, somente os EUA permitem o patenteamento de genes, microrganismos, sementes e plantas. Para evitar os problemas ocasionados pelas discrepâncias existentes entre as legislações patentárias de países distintos, a presente tese optou por concentrar todas as buscas de patentes no USPTO. Em outros termos, a amostra utilizada neste estudo contará apenas com patentes concedidas pelo escritório norte-americano<sup>47</sup>.

A opção pelo USPTO se justifica pela importância do escritório norte-americano na comercialização de tecnologias, em especial as biotecnologias agrícolas. Deste modo, raramente os inventores de outros países deixam de solicitar proteção patentária nele. Conforme ressaltam Hall, Jaffe e Trajtenberg (2001), aproximadamente 45% dos pedidos de patentes encaminhados para o USPTO no final dos anos 90 foram feitos por inventores estrangeiros. A primazia do USPTO no caso das patentes agrobiotecnológicas é ainda mais proeminente. Este

<sup>47</sup>Embora o processo de coleta de dados se concentre exclusivamente no USPTO, o presente estudo também analisará a composição das famílias das patentes que fazem parte das TT identificadas pela tese. Como veremos mais adiante, o estudo das famílias de patentes informa, dentre outras coisas, quais são as patentes norte-americanas que foram revalidadas em outros países.

fato reflete a relevância dos EUA na pesquisa agrícola e a posição do país como o maior mercado mundial de sementes transgênicas.

Ademais, os tribunais norte-americanos parecem ser mais favoráveis aos transgênicos do que as cortes europeias. As autoridades de diversos países da UE têm se mostrado mais suscetíveis ao atendimento das solicitações postuladas por organizações não governamentais contrárias aos OGM; por consequência diversas medidas jurídicas limitantes do plantio destes produtos foram aprovadas nos últimos anos (VENTURA *et al.*, 2013). Não por acaso, o USPTO representou ao longo das últimas décadas o maior coletor mundial de patentes que reivindicam biotecnologias vegetais. Frisio *et al.* (2010) estimou que no período 2002-2009, os pedidos de patentes agrobiotecnológicas encaminhados para o USPTO foram 2,3 superiores em relação aos depósitos de patentes desta natureza feitos no EPO. Os autores concluem que os agentes econômicos, inclusive as empresas europeias, tendem a focalizar os pedidos de patentes nos EUA devido à cultura pró-transgênicos presente na sociedade norte-americana que possibilita maiores oportunidades de comercialização para os OGM.

### *3.1.2 Buscas de patentes que deram origem à amostra de documentos de propriedade intelectual.*

A busca de patentes empreendida por Silveira *et al.* (2013) versou sobre os procedimentos de engenharia biomolecular capazes de promover alterações genéticas em plantas. Elegeu-se como tema central da busca uma ferramenta biotecnológica denominada “promotor”, que consiste na sequência do DNA que instrui a planta a iniciar o processo de expressão gênica (PÉRIER, JUNIER e BUCHER, 1998). A execução de reuniões com especialistas em biologia molecular possibilitou a obtenção de uma lista com nome dos seis principais promotores empregados pela indústria na obtenção de novas variedades de plantas transgênicas. A obtenção destas palavras-chaves deu origem a busca (*search query*) reproduzida no Quadro 3.2.

Silveira *et al.* (2013) utilizou o *robot Odysseys Patent Computing System* (OPCS) – descrito na nota de rodapé nº 7 - para acessar a base de dados do USPTO e empreender uma busca a respeito das patentes concedidas pelo escritório norte-americano que foram depositadas no período 1976-2012 e que contém em seu resumo (*abstract*) e/ou nas suas reivindicações (*claims*) as palavras chaves apresentadas no Quadro 3.2. A busca também retornou as “patentes vizinhas”. Este segundo grupo é representado pelos documentos patentários que não têm as palavras chaves, mas que citam no mínimo uma patente que possui um dos termos léxicos transcritos no quadro abaixo:

Quadro 3.2: Combinação léxica das palavras-chaves relacionadas a promotores utilizados em biotecnologia agrícola

Query Matrix
“Abstract OR Claims = (‘Rice Actin’ OR ‘Phosphoenolpyruvate carboxylase’ OR ‘PEP carboxylase’ OR PEPCase OR PEPC OR Opine OR ‘Maize Alcohol Dehydrogenase’ OR Adh OR ‘Cauliflower Mosaic Virus 35S’ OR ‘CaMV 35S’ OR 35S OR ubiquitin) AND Claims = plant AND Application Date = 1/1/1976 → 5/31/2012”

Fonte: Silveira *et al.* (2013), com base em entrevistas com pesquisadores especializados.

A busca n° 1 reproduz a pesquisa empreendida por Silveira *et al.* (2013). Esta busca retornou 2665 patentes que podem ser classificados em dois grupos distintos. O primeiro grupo engloba as 559 patentes que contém as palavras chaves. A segunda categoria abrange os 2106 documentos patentários que não possuem as palavras chaves, mas que citam no mínimo uma patente pertencente ao primeiro grupo. Os dados presentes nas Tabelas 3.1 e 3.2 a respeito dos principais proprietários das patentes retornadas pela busca n° 1 e da classificação dos 2.665 documentos de propriedade intelectual de acordo com as subclasses tecnológicas da CIP forneceram informações valiosas que possibilitaram a construção de novas buscas de patentes.

Tabela 3.1: Classificação das patentes identificadas pela busca n° 1 de acordo com a classes da CIP (Dez classes da CIP mais frequentes; base de 2665 patentes depositadas no USPTO durante o período 1976-2012).

Classe CIP	Número de Patentes	Porcentagem do total
C12N001582	1946	73,02%
A01H000500	1016	38,12%
C12N001509	633	23,75%
C12N001529	575	21,58%
C12N000510	491	18,42%
C07K0014415	429	16,10%
A01H000100	423	15,87%
C07H002104	386	14,48%
A01H000510	362	13,58%
C12N000121	302	11,33%

Fonte: elaboração própria a partir da utilização da plataforma Thomson Innovation™

Tabela 3.2: Dez principais empresas proprietárias das patentes retornadas pela busca n° 1 (Depositantes originais dos documentos patentários; base de 2665 patentes depositadas no USPTO durante o período 1976-2012)

Empresa	Número de Patentes
Monsanto	321
Pioneer **	182
DuPont	114
Bayer Cropscience	76
Calgene *	59
Dekalb *	45
Syngenta	44
Dow AgroSciences	40
BASF Plant Science	32
Novartis AG****	27

Fonte: elaboração própria a partir da utilização da plataforma Thomson Innovation™

\* As patentes depositadas originalmente por Calgene e Dekalb pertencem atualmente à Monsanto

\*\* As patentes depositadas originalmente pela Pioneer pertencem atualmente à Dupont

\*\*\* A Syngenta herdou as patentes agrobiotecnológicas depositadas originalmente pela Novartis AG

De acordo com a Tabela 3.1 aproximadamente 73 % das patentes identificadas a partir da busca n° 1 foram classificadas como pertencentes à subclasse tecnológica da CIP código C12N1582. Esta subclasse engloba “micro-organismos, enzimas e ferramentas de engenharia genética capazes de promover alterações no DNA e/ou RNA das plantas”<sup>48</sup>. Por sua vez, a Tabela 3.2 revelou que a propriedade das 2665 patentes supracitadas se encontra concentrada nas mãos das *big six companies* e das suas respectivas subsidiárias. As informações reveladas pelas Tabelas 3.1 e 3.2 apontaram o caminho a ser percorrido para expandir a amostra obtida por Silveira *et al.* (2013): identificar as patentes integrantes da subclasse tecnológica C12N1582 pertencentes às corporações listadas na Tabela 3.2 que não foram encontradas pelo estudo anterior.

Este objetivo foi facilitado devido às contribuições de Ferrazzi *et al.* (2013 p.22-23). Os autores mapearam as operações de F&A empreendidas pelas empresas Monsanto, DuPont, Bayer Cropscience, Syngenta, Dow Agrosciences e Basf Plant Science no período 1982-2012. Estas informações possibilitaram a execução de novas buscas baseadas no

<sup>48</sup>. De acordo com a taxonomia hierarquizada da CIP, o código C12N1582 engloba as seguintes biotecnologias: seção C12 (Biochemistry; Microbiology; Enzymology; Mutation or Genetic Engineering); subseção N (Micro-organism or enzymes; composition thereof; Propagating, Preserving or Maintaining micro-organism; mutation or genetic engineering); classe 15 (Mutation or genetic engineering; DNA or RNA concerning genetic engineering, vectors, e.g. plasmids, or their isolation, preparation or purification), subclasse 82 (for plant cells).

cruzamento dos nomes das *big six companies* com a subclasse tecnológica C12N1582. Realizou-se uma busca para cada empresa, que integrou três elementos: 1) nome da corporação multinacional; 2) nomes das subsidiárias pertencentes à empresa multinacional; 3) subclasse tecnológica C12N1582.

As buscas foram realizadas na base de dados do USPTO por meio da função *advanced search* disponibilizada pelo sítio <http://patft.uspto.gov/netahtml/PTO/search-adv.htm>. As consultas investigativas identificaram patentes concedidas pelo escritório norte-americano que foram depositadas durante o período 1976-2012. Os Quadros I.1, I.2, I.3; I.4, I.5 e I.6 presentes no anexo I da tese transcrevem respectivamente as buscas n° 2, 3, 4, 5, 6 e 7 realizadas diretamente no site do USPTO. Os resultados mais salientes destas pesquisas encontram-se descritos logo abaixo:

- A busca n° 2 identificou 2310 patentes pertencentes à Monsanto e/ou às suas respectivas subsidiárias que receberam a classificação C12N1582.
- A busca n° 3 identificou 408 patentes pertencentes à Bayer Cropscience e/ou às suas respectivas subsidiárias que receberam a classificação C12N1582.
- A busca n° 4 identificou 593 patentes pertencentes à Syngenta e/ou às suas respectivas subsidiárias que receberam a classificação C12N1582.
- A busca n° 5 identificou 1742 patentes pertencentes à Dupont e/ou às suas respectivas subsidiárias que receberam a classificação C12N1582.
- A busca n° 6 identificou 235 patentes pertencentes à Dow Agrosiences e/ou às suas respectivas subsidiárias que receberam a classificação C12N1582.
- A busca n° 7 identificou 286 patentes pertencentes à Basf Plant Science e/ou às suas respectivas subsidiárias que receberam a classificação C12N1582.

### 3.1.3 A construção do banco de dados patentários

As patentes identificadas a partir das sete buscas descritas na seção 3.1.2 foram compiladas num banco de dados único. Após a eliminação dos documentos de propriedade intelectual duplicados, obteve-se a amostra final da tese composta por 7234 patentes agrobiotecnológicas concedidas pelo USPTO que foram depositadas no escritório norte-americano durante o período que se estende de 1976 até 2012. Os processos de coleta e extração de informações a partir da base de dados patentários contaram com o apoio de alguns softwares bibliométricos. Os números de publicação correspondentes às 7234 patentes foram importados para a plataforma Thomson Innovation™ (TI) disponibilizada pela Thomson Reuters somente

para assinantes privados<sup>49</sup>. As funcionalidades presentes no TI permitiram acessar, compilar e exportar as seguintes informações relativas a cada documento patentário:

- 1- Número de Publicação no USPTO (*Publication Number*).
- 2- Título (*Title*)
- 3- Resumo da patente (*Abstract*)
- 4- Reivindicações (*Claims*)
- 5- Proprietário/Detentor Original (*Assignee – Original*)
- 6- Inventor ( *Inventor*)
- 7- Data da concessão (*Publication Date*)
- 8- Data do depósito do pedido (*Application Date*)
- 9- Ano do depósito do pedido (*Application Year*)
- 10- Número prioritário original (*Priority Number – Original*)
- 11- Data prioritária (*Priority Date*)
- 12- Classificação Internacional de Patente - CIP (*International Patent Classification IPC* )
- 13- *Cooperative Patent Classification CPC*
- 14- Patentes citadas pelo documento (*Cited Refs – Patent*)
- 15- Contagem das citações realizadas pela patente (*Count of Cited Refs - Patent*)
- 16- Patentes que citam o documento (*Citing Patents*)
- 17- Contagem das citações recebidas pela patente (*Count of Citing Patents*)
- 18- Litígios envolvendo a patente (*Litigation*)
- 19- Membros integrantes da família da patente (*Family Members*)
- 20- Contagem do número de membros da família da patente (Country of Family Members)
- 21- Contagem do número de países abrangidos pela família da patentes (Count of Family Countries)

O TI possibilitou a exportação das informações referentes às 7234 patentes agrobiotecnológicas para uma planilha do Microsoft Excel™. Criou-se, deste modo, um banco de patentes que reuniu para cada documento de propriedade intelectual os 21 campos de informação listados acima.

O banco de dados patentários foi importado para o software bibliométrico Vantage Point™ (VP). A ferramentas disponibilizadas pelo software possibilitaram uma organização

---

<sup>49</sup> O acesso à plataforma TI se deu pelo sítio <http://info.thomsoninnovation.com/>

mais eficiente das estatísticas sobre as ações de violação de DPI que foram instauradas a partir das patentes integrantes da amostra da tese. O VP também facilitou a classificação dos documentos de propriedade intelectual de acordo com as subclasses tecnológicas fornecidas pelas taxonomias da CIP e da CPC. As tabelas apresentadas nos capítulos 4 e 5 que trazem informações sobre os temas discutidos neste parágrafo foram elaboradas a partir do VP.

### **3.2 A construção da rede de inovação e o cálculo das estatísticas de rede.**

Uma rede representa um grafo composto por um conjunto de vértices (cada vértice representa um elemento da rede) e um conjunto de linhas interligando os pares de vértices que revelam as conexões compartilhadas entre os atores representados no grafo (BARABÁSI *et al.*, 2002). A metodologia das redes de inovação adota a perspectiva de redes em termos de patentes (vértices) e suas conexões (linhas) que representam a ocorrência de citações de uma patente pela outra. Neste exemplo as linhas são direcionadas, revelando a escolha de um ator da rede por outro. Se a patente A cita a patente B, então a seta tem como cauda o vértice A, e como ponta o vértice B. Existe por consequência um direcionamento claro entre o invento posterior que cita a primeira patente. As linhas direcionadas são denominadas de arcos<sup>50</sup>.

A construção da rede de inovação adotada neste estudo se deu por meio da utilização do software OPCS. Dentre as opções de análise presentes no software, escolheu-se a função “Rede de Citação”. As 7234 patentes agrobiotecnológicas que integram a amostra da tese foram importadas para o OPCS através da funcionalidade “número de patentes”. Na sequência, selecionou-se como tipo de rede a opção “Somente Conjunto de Patentes Principais” e ativou-se a ferramenta processar. O OPCS rodou os algoritmos de rede que possibilitaram a obtenção de uma rede de citações de patentes composta por 7234 vértices (patentes) e 24.335 arcos (citações) que interligam as patentes citantes com os documentos citados.

O software OPCS gerou dois produtos: i) um relatório sobre a estrutura da rede que enumerou e descreveu os vértices e os arcos que exibem os pares de patentes vinculados através de citações. Este relatório foi exportado para o bloco de notas do Windows<sup>TM</sup>; ii) uma imagem da rede da rede inovação<sup>51</sup>.

O processo de tratamento dos dados referentes à rede de inovação obtidos por meio do relatório gerado pelo OPCS se dividiu em duas partes: i) cálculo das estatísticas de rede

---

<sup>50</sup> Existem outros tipos de rede que exibem linhas não direcionadas como, por exemplo, as redes que revelam relações de parentesco entre os membros de uma família. Este tipo de relação social não carece de um sentido que necessita ser definido (JACKSON, 2010).

<sup>51</sup> Em virtude do número elevado de vértices e arcos presentes no grafo, a imagem gerada pelo software OPCS revelou-se ilegível. Diante desta constatação nós optamos por não reproduzir na tese a imagem da rede completa composta por 7234 patentes. Em contrapartida, o capítulo 5 apresentará a imagem associada à sub-rede composta pelas 45 patentes que integram as TT presentes no núcleo da rede original.

capazes de revelar as propriedades estruturais do grafo; ii) mapeamento das TT presentes no núcleo rede de inovação.

### 3.2.1 Estatísticas de rede calculadas pela tese.

Jackson (2010) destaca a existência de dois tipos de estatísticas de rede. As medidas de centralidade revelam a importância relativa de cada componente da rede que se encontra representado na figura de um vértice. Dentre os indicadores de centralidade convém destacar o grau de entrada, o indicador de proximidade e o indicador de intermediação<sup>52</sup>. O segundo grupo de indicadores avalia as propriedades gerais da rede. Incluem-se neste grupo a métrica de densidade e o grau de entrada médio (KRAFFT, QUATRARO e SAVIOTTI, 2011). Em paralelo aos indicadores descritos neste parágrafo, a tese também apresentará o indicador de distância geodésica.

#### *Descrição do indicador de distância geodésica*

A distância geodésica representa o número mínimo de vínculos (neste caso citações) que separa duas patentes distintas de uma rede. Por exemplo, se a patente B cita a patente A, os dois documentos têm distância geodésica igual a 1. Em contrapartida, se a patente C cita a patente B, então as patentes C e A possuem distância geodésica igual a 2. O indicador de distância geodésica possibilita o mapeamento das sequências de invenções que se encontram encadeadas sucessivamente ao longo de um determinado período temporal. O fato das patentes B e C se situarem numa posição à frente no tempo significa que elas se “alimentaram” da informação contida na patente A, revelando a existência de um fluxo de invenções típico de tecnologias maduras, que estão “irradiando conhecimento (SILVEIRA et al., 2013). Por consequência, o presente estudo utilizará o indicador de distância geodésica para mapear as TT presentes na da rede de inovação.

*Descrição das medidas de centralidade: grau de entrada, indicador de proximidade, indicador de intermediação.*

#### *Grau de entrada*

Em redes de inovação, o indicador de rede denominado grau de entrada revela o número de vezes que uma patente foi citada pelos demais integrantes do grafo. A maioria dos estudos abordados até o momento compartilha a crença que a quantidade de citações posteriores que uma patente recebe de outros documentos patentários representa uma *proxy* do valor

---

<sup>52</sup> O autor optou por traduzir os termos *in degree* (grau de entrada), *closeness* (proximidade) e *betweenness* (intermediação) para o português.

econômico da patente que foi alvo das citações. Nesta visão, o grau de entrada representa o principal indicador a respeito da importância individual de cada ator da rede.

O grau de entrada ( $Cdeg$ ) de um vértice  $v$  pode ser expresso por :

$$Cdeg(v) = deg(v) \quad \text{Equação (1)}$$

onde:

$deg(v)$  é a soma das interações que os outros elementos da rede têm com o vértice  $v$ . Nas redes de inovação estas interações se traduzem em citações posteriores que as demais patentes direcionam para o documento patentário representado pelo vértice  $v$ .

#### *Descrição do indicador grau de entrada normalizado*

A seção 2.2 apontou uma importante fragilidade metodológica presente nos estudos baseados na contagem das citações posteriores recebidas por patentes: o problema da truncagem das citações que tende a subestimar a importância das patentes mais jovens e comprometer, por consequência, o poder explicativo do indicador de grau de entrada.

Hall, Jaffe e Trajtenberg (2001) desenvolveram um método capaz de mitigar os problemas ocasionados pela truncagem das citações. Os autores utilizaram uma amostra de 2.923.922 milhões de patentes depositadas no USPTO durante o período 1975-1999 para estimar econometricamente a distribuição das citações recebidas pelas patentes norte-americanas de acordo com a idade dos documentos. O prazo limite para o recebimento de citações foi definido em 35 anos, contabilizados a partir da data de depósito da patente. De acordo com os autores, na primeira década posterior a data do pedido de proteção legal, as patentes tendem a receber 53% das citações totais que afluirão para o documento ao longo de 35 anos.

Hall, Jaffe e Trajtenberg (2001, p.43) utilizaram as estimativas econométricas reproduzidas na Tabela 5 do artigo supracitado para normalizar as citações posteriores recebidas por documentos patentários. Este procedimento tende a inflar o número de citações recebidas pelas patentes mais jovens, contribuindo para mitigar o problema da truncagem das citações.

Hall, Jaffe e Trajtenberg (2001) assumiram como pressuposto que as estimativas calculadas a partir da amostra de 2.923.922 milhões de patentes depositadas no USPTO durante o período 1975-1999 não variam ao longo do tempo, permanecendo independentes relação às datas de depósito e/ou de concessão das patentes. Devido a existência deste pressuposto, os autores recomendam a utilização destas estimativas para a correção do problema de truncagem das citações em outros estudos baseados em dados patentários extraídos do USPTO. Estas sugestões foram seguidas por Graff (2002). À luz das recomendações de Hall, Jaffe e

Trajtenberg (2001), o presente estudo optou por criar um novo indicador denominado de grau de entrada normalizado:

$$Cndeg(v) = \frac{deg(v)}{\tau(idade)} \quad \text{Equação (2)}$$

onde:

$deg(v)$  é a soma das citações que as demais patentes direcionam para o documento patentário representado pelo vértice  $v$

$\tau(idade)$  representa a frequência relativa acumulada das citações posteriores recebidas pelas patentes norte-americanas de acordo com a idade dos documentos patentários;  $\tau$  se baseia na estimativas econométricas elaboradas por Hall, Jaffe e Trajtenberg (2001) presentes na coluna nº 7 da Tabela nº5 do artigo supracitado.

#### *Descrição do indicador de proximidade*

O grau de entrada revela o número de vizinhos ou conexões diretas que um determinado vértice  $v$  possui. Quanto maior sua vizinhança, mais central será a posição ocupada por  $v$ . No entanto, este indicador é uma medida local que não fornece informações adicionais sobre o posicionamento de  $v$  frente aos demais vértices com os quais ele não está diretamente conectado. O indicador de proximidade,  $Ck(v)$ , ajuda nessa tarefa ao levar em consideração a distância do vértice  $v$  em relação a todos os vértices da rede (JACKSON, 2010). Deste modo, o indicador de proximidade mensura a centralidade de um vértice em relação a rede como um todo, revelando como certas patentes centrais apresentam alto nível de envolvimento com praticamente todos demais documentos de propriedade intelectual integrantes do grafo.

Para um grafo  $G$  composto de  $n$  vértices onde  $v$  representa um vértice de  $G$ , o indicador de proximidade  $Ck(v)$  representa o inverso da distância entre o vértice  $v$  e qualquer outro vértice  $j$  da rede. Deste modo  $Ck(v)$  é dado por :

$$Ck(v) = \frac{n - 1}{\sum_{j \neq v} l(v, j)} \quad \text{Equação (3)}$$

onde:

$n$  representa o número de vértices presentes na rede

$l(v, j)$  representa o número de arcos presentes no menor caminho que interliga  $v$  e  $j$ , ou seja, a distância geodésica entre os dois vértices.

O indicador de proximidade varia entre zero e um. Quando o indicador assume o valor unitário, isto significa que o vértice  $v$  tem condições de acessar a todos os membros da rede por meio de caminhos geodésicos. Uma determinada patente poderá registrar grau de

entrada baixo e, ainda assim, um indicador de proximidade elevado, indicando que o documento ocupa uma posição importante na rede por possuir conexões que permitam atingir os demais integrantes do grafo através de caminhos relativamente curtos.

*Descrição do indicador de intermediação.*

O indicador de intermediação revela a importância que determinado vértice exerce na intermediação dos fluxos de informação que interligam os outros membros da rede. Ou seja, aponta o quanto os demais atores dependem desse vértice específico para ter acesso aos diversos integrantes do grafo. Por consequência, os vértices que registram indicador de intermediação elevado atuam como “porteiros” (*gatekeepers*) da rede. O indicador de intermediação tem um significado especial para as redes de inovação. Segundo Dal Poz (2006) o desenvolvimento de um novo invento normalmente necessita incorporar conhecimentos presentes em patentes mais antigas cujo acesso muitas vezes é possibilitado pela presença dos *gatekeepers* descritos neste parágrafo. Isso dá a empresa detentora das patentes conectoras uma posição de destaque na rede que lhe permite cobrar “pedágios” pelos serviços de intermediação ou até mesmo bloquear o acesso aos conhecimentos necessários para trazer um novo invento ao mercado.

Consideremos novamente um grafo  $G$  composto de  $n$  vértices onde  $v$  representa um vértice de  $G$ . Se tomarmos um par de vértices  $j$  e  $k$  em  $G$ , tal que  $v \neq j$ ,  $v \neq k$  e  $j \neq k$ ; a centralidade de intermediação de  $v$  em relação a  $j$  e  $k$  consiste na quantidade de caminhos mais curtos entre  $j$  e  $k$  (geodésicas entre  $j$  e  $k$ ) que começam em  $j$  e terminam em  $k$  passando por  $v$  -  $g_{jk}(v)$  - em proporção do número total de geodésicas entre  $j$  e  $k$ , isto é,  $g_{jk}$ . Se a razão  $\frac{g_{jk}(v)}{g_{jk}}$  for próxima de 1 isto significa que o vértice  $v$  se insere em praticamente todas os caminhos mais curtos existentes entre  $j$  e  $k$ . Em contrapartida, se a razão for zero,  $v$  não terá influência sobre as interações entre  $j$  e  $k$  (JACKSON, 2010). Normalmente as patentes que recebem muitas citações e ao mesmo tempo citam vários outros documentos de propriedade intelectual costumam apresentar indicador de intermediação elevado.

O indicador de intermediação pode ser normalizado mediante a divisão da razão  $\frac{g_{jk}(v)}{g_{jk}}$  pela quantidade de pares de vértices da rede que não incluem  $v$ , isto é  $\frac{(n-1)(n-2)}{2}$ . Deste modo, o indicador de intermediação normalizado referente ao vértice  $v$ ,  $Cin(v)$ , é dado por:

$$Cin(v) = \sum_{k \neq j: v \notin \{k, j\}} \frac{g_{jk}(v)}{g_{jk}} \quad \text{Equação (4)}$$

*Métrica de densidade e o indicador grau de entrada médio.*

Dentre os indicadores capazes de mensurar as propriedades estruturais da rede completa ao invés de um ou outro elemento individual, convém destacar a estatística de densidade. Este indicador revela o nível de conectividade geral da rede. As redes são classificadas como densas quando as ligações entre os seus membros são elevadas. A densidade ( $DG$ ) da rede pode ser representada pela proporção de vínculos efetivamente presentes na rede em relação a todos os vínculos possíveis, dados por  $n(n-1)$ . Deste modo, a fórmula da densidade será:

$$DG = \frac{\sum_{v=1}^n \sum_{j=1}^n Z_{vj}}{n(n-1)} \text{ onde } v \neq j \quad \text{Equação (5)}$$

onde:

$v$  e  $j$  representam dois vértices da rede

$n$  representa o número total de vértices presentes na rede

$Z_{vj}$  é um número binário que representa a conexão entre dois vértices, assumindo o valor de 0 se não houver conexão e 1 se a ligação existir.

A densidade varia entre zero e um, de nenhuma conexão a todas as conexões possíveis, o que configura uma rede completa. Quanto maior a densidade da rede, maior tende a ser a força/intensidade das relações gerais estabelecidas entre os seus membros. Em complemento ao indicador de densidade, a presente tese também estimou o grau de entrada médio,  $deg(G)$ , da rede. Este indicador foi obtido através da seguinte formula:

$$deg(G) = \frac{1}{n} \sum_{v=1}^n deg(v) \quad \text{Equação (6)}$$

onde:

$n$  é o número total de vértices presentes na rede

$deg(v)$  representa o grau de entrada de um determinado vértice  $v$

O presente estudo empregou o programa Microsoft Excel™ para calcular tanto o grau de entrada médio correspondente à rede completa quanto o grau de entrada normalizado referente a cada vértice do grafo. Para tanto, foram utilizadas respectivamente as equações nº 6 e nº 2 descritas nesta seção.

Os demais indicadores de rede foram obtidos da seguinte forma. O relatório a respeito dos vértices e dos arcos da rede gerado pelo OPCS foi exportado para o software *Program for Large Network Analysis (PAJEK)* de geração de redes. Após o carregamento do grafo no PAJEK, utilizou-se a função *Create Vector* para calcular o grau de entrada, o indicador de proximidade e o indicador de intermediação correspondentes a todas as patentes integrantes da rede. A opção *info network* possibilitou a obtenção do indicador de densidade.

### 3.2.2 O histograma da rede.

A função *info vector* disponibilizada pelo PAJEK forneceu o histograma da rede, ou seja, a distribuição do grau de entrada. O histograma revela a frequência dos vértices de acordo com os distintos valores assumidos pelo grau de entrada<sup>53</sup>. O estudo da distribuição do grau de entrada representa um artifício crucial para verificar se a rede de inovação registra a estrutura *scale-free*. Nas redes que exibem o comportamento *scale-free*, a distribuição das conexões em torno dos vértices assume um caráter fortemente assimétrico: poucos vértices possuem várias conexões enquanto que a imensa maioria dos vértices possui poucas ligações (SAVIOTTI, 2009).

A distribuição do grau de entrada das redes que exibem o comportamento *scale-free* segue uma “lei de potência”: a frequência de um determinado grau ( $P(d)$ ) é proporcional ao valor do grau de entrada ( $d$ ) elevado a uma potência negativa (JACKSON, 2010). Esta relação é expressa por:

$$P(d) = cd^{-\gamma} \quad \text{Equação (7)}$$

onde:

$d$  representa o valor assumido pelo grau de entrada

$c$  consiste numa constante positiva de normalização

$\gamma$  representa o expoente da distribuição que se submete a lei de potência negativa<sup>54</sup>.

De acordo com Newman (2005) a equação 7 é passível de ser estimada mediante a adoção dos seguintes procedimentos: i) partindo de uma rede de  $n$  vértices onde cada vértice possui grau de entrada  $d$ ; atribui-se para cada vértice um valor de ocorrência igual a 1; ii) na sequência, agrupam-se os vértices que registram o mesmo valor de  $d$  e somam-se as suas respectivas ocorrências para obter a frequência  $P(d)$  correspondente a cada valor assumido por  $d$ ; iii) a frequência  $P(d)$  e o grau de entrada  $d$  são transformados para a escala logarítmica. Em redes *scale-free*, quando  $P(d)$  e  $d$  são convertidas para uma escala Log Log, as duas variáveis

<sup>53</sup>Convém lembrar ao leitor que em redes de inovação, o grau de entrada representa o número de citações posteriores que cada patente recebeu dos demais documentos patentários. Por consequência, o grau de entrada pode variar de 0 (nenhuma citação) até  $n-1$ , o que corresponde ao cenário no qual uma determinada patente foi citada por todos os demais integrantes da rede.

<sup>54</sup> Devido a lei de potência exposta na equação 7, se o grau de entrada ( $d$ ) sofrer um acréscimo equivalente a  $k$ , a frequência  $P(d)$  registrará uma queda correspondente a magnitude  $k^{-\gamma}$ , independentemente do valor absoluto assumido por  $d$  (JACKSON, 2010). Daí segue que para dois vértices, um de grau de entrada  $d$  e o outro de grau de entrada  $d'$ , a razão entre as frequências  $P(d)/P(d')$  será sempre dada por  $(\frac{d}{d'})^{-\gamma}$ . Se o grau de entrada de cada vértice for dobrado ( $k=2$ ), então segue que  $P(2d)/P(2d') = (\frac{2d}{2d'})^{-\gamma} = (\frac{d}{d'})^{-\gamma}$ . Para qualquer valor assumido por  $k$  o raciocínio matemático é análogo. Jackson (2010) conclui que a razão entre as frequências de dois vértices sempre dependerá proporção entre  $d$  e  $d'$  e não do tamanho absoluto assumido pelo grau de entrada de cada vértice. Em virtude das propriedades expostas neste parágrafo, as redes que se submetem a lei de potência  $P(d) = c d^{-\gamma}$  são denominadas de *scale-free networks*.

passam a se relacionar de forma linear; iv) emprega-se o método dos mínimos quadrados ordinários para estimar a linha de ajuste dos pontos de relação entre  $P(d)$  e  $d$ ; v) o coeficiente angular da reta de regressão representa o expoente  $\gamma$  da equação 7 (SOUZA, 2013).

Procurar-se-á verificar se a distribuição das citações recebidas pelas patentes integrantes da rede de inovação adotada nesta tese tende a se aproximar da distribuição *scale-free*. Para tanto, o presente estudo empregará os procedimentos propostos por Newman (2005) para estimar a linha de ajuste dos pontos de relação entre  $P(d)$  e  $d$  e para verificar se a relação entre as duas variáveis segue a lei de potência exibida pela equação 7 (os detalhes a respeito do ajuste de regressão serão expostos no capítulo 4).

O Quadro 3.3 apresenta um resumo das estatísticas de rede descritas nesta seção que serão posteriormente utilizadas para analisar as propriedades estruturais da rede de inovação:

Quadro 3.3: Indicadores de rede

Código	Indicador	Fórmula
1	Rede	
1.1	Densidade	$DG = \frac{\sum_{v=1}^n \sum_{j=1}^n Z_{vj}}{n(n-1)}$ onde $v \neq j$
1.2	Grau de Entrada Médio	$deg(G) = \frac{1}{n} \sum_{v=1}^n deg(v)$
2	Vértice	
2.1	Grau de Entrada	$Cdeg(v) = deg(v)$
2.2	Grau de Entrada Normalizado	$Cndeg(v) = \frac{deg(v)}{\tau(idade)}$
2.3	Indicador de Proximidade	$Ck(v) = \frac{n-1}{\sum_{j \neq v} l(v,j)}$
2.4	Indicador de Intermediação	$Cin(v) = \sum_{k \neq j: v \in \{k,j\}} \frac{gjk(v)}{(n-1)(n-2)/2}$
3	Distribuição do Grau de Entrada	
3.1	Estimação por mínimos quadrados ordinários	$P(d) = cd^{-\gamma}$

Fonte: Elaboração própria a partir das contribuições teóricas de Jackson (2010).

### 3.3 Procedimentos metodológicos utilizados para mapear TT

O processo de mapeamento das TT dividiu-se em duas etapas. O ponto de partida consistiu na identificação das patentes concedidas pelo USPTO que protegem diretamente as sementes transgênicas de soja comercializadas no mercado norte-americano. Na sequência, procedeu-se a investigação das sequências de invenções que resultaram na introdução e/ou no

refinamento dos processos tecnológicos que viabilizaram o surgimento das patentes identificadas na primeira etapa da pesquisa.

### *3.3.1 Procedimento metodológico nº1: identificação das patentes que protegem as sementes transgênicas de soja comercializadas nos EUA*

O procedimento metodológico nº I se inspirou nas contribuições pioneiras de Comanor e Scherer (1969). Este estudo representou uma primeira tentativa de associar um conjunto de patentes que protegiam entidades químicas com os produtos finais lançados pela indústria farmacêutica nos anos subsequentes à data de depósito dos documentos patentários. Os autores demonstraram a existência de uma estreita relação entre os pedidos de patentes e os fármacos desenvolvidos ao longo dos anos 60.

#### *Procedimento 1.1*

As particularidades existentes no arcabouço regulatório norte-americano facilitaram o processo de identificação das patentes que protegem diretamente os OGM comercializados neste país. Um cultivar transgênico portador de um novo atributo agrônômico e/ou não agrônômico somente poderá ser plantado e comercializado após a aprovação da agência federal Food and Drug Administration (FDA). Se a FDA aprovar a exploração comercial do atributo de origem transgênica, gera-se um novo evento de transgenia. A base de dados *GM Approval Database* presente no sítio <http://www.isaaa.org/><sup>55</sup> traz informações sobre todos os eventos de transgenia aprovados nos EUA desde 1995. Os títulos dos eventos de transgenia associados a variedades de soja e dos produtos comerciais derivados de tais eventos foram obtidos a partir desta base de dados.

#### *Procedimento 1.2*

A primeira etapa do processo de identificação das TT também envolveu o levantamento das patentes que protegem diretamente os eventos de transgenia associados a variedades de soja. Conforme ressaltou-se anteriormente, o banco de patentes utilizado neste estudo foi exportado para o Microsoft Excel™. Empregou-se a ferramenta “localizar” disponibilizada pelo Excel™ para empreender buscas no banco de dados da tese baseadas nos títulos dos eventos de transgenia de soja aprovados pela FDA.

O procedimento possibilitou a identificação das patentes que protegem diretamente as sequências nucleicas que codificam os atributos agrônômicos e/ou não agrônômicos que deram origem aos eventos de transgenia de soja que foram liberados para plantio nos EUA, e

---

<sup>55</sup> O acesso ao sítio do ISAAA ocorreu no dia 24/06/2014

que, posteriormente, foram incorporados em novas sementes que passaram a ser comercializadas neste país<sup>56</sup>.

### 3.3.2 Mapeamento das agrobiotecnologias que precederam as patentes que protegem os eventos de transgenia.

As patentes mapeadas por meio dos procedimentos 1.1 e 1.2 protegem produtos situados no final das TT. Um dos grandes desafios enfrentados pelo presente estudo consistiu no mapeamento da evolução ao longo do tempo do conjunto de biotecnologias vegetais que precedeu as patentes de produtos finais. Em última instância, o estudo destas tecnologias intermediárias revela os esforços cumulativos dos agentes econômicos no sentido de mobilizar ativos tangíveis, intangíveis e complementares para construir os *building blocks* (FONSECA, SILVEIRA e DAL POZ, 2003) que possibilitaram a obtenção dos OGM atualmente comercializados nos EUA.

O ponto de partida para a identificação das patentes que protegem as tecnologias intermediárias mais importantes consistiu no estabelecimento prévio de um número mínimo de citações que os documentos patentários devem atingir para serem incorporados às TT. Este crivo foi determinado mediante a análise estatística do histograma da rede. Conforme veremos no capítulo 4, a distribuição das citações posteriores recebidas pelas patentes integrantes do grafo registra uma cauda gorda que engloba os vértices que possuem o maior número de conexões, ou seja, os documentos patentários mais citados. Dessa maneira, as patentes que registram maior “relevância mercadológica” fazem parte da cauda gorda da distribuição.

Conforme revela a figura 4.2, a cauda gorda da distribuição se inicia quando o logaritmo natural do grau de entrada assume o valor 2,9957, ou seja, a partir de 20 citações<sup>57</sup>. À luz destas informações, o presente estudo definiu o seguinte crivo: uma patente deverá receber no mínimo 20 citações para ser considerada altamente citada.

A presente tese também optou por mapear as patentes conectoras. Este termo foi criado por Dal Poz (2006) para descrever as patentes que não são muito citadas mas que

<sup>56</sup> A Tabela 5.1 traz informações a respeito das patentes que reivindicam os eventos de transgenia de soja aprovados pela FDA e dos produtos comerciais derivados de tais eventos.

<sup>57</sup> Em termos algébricos:

$$\ln(d) = 2,9957$$

$$e^{\ln(d)} = e^{2,9957}$$

$$d = 20$$

onde  $d$  representa o grau de entrada; indicador representativo do número de vezes que as patentes são citadas por documentos patentários posteriores.

estabelecem pontes entre duas tecnologias importantes. De acordo com autora, as patentes conectoras ocupam um papel chave nas estratégias de apropriabilidade adotadas pelas firmas. A posse destas tecnologias intermediadoras configura uma importante arma para evitar que terceiros tenham acesso às tecnologias necessárias para trazer um novo invento ao mercado. No caso específico deste estudo, as patentes conectoras representam os documentos de propriedade intelectual que receberam menos de 20 citações, mas que interligam as patentes altamente citadas com os documentos de propriedade intelectual que protegem diretamente os eventos de transgenia de soja.

Em síntese, a segunda etapa do processo de identificação das TT envolveu o mapeamento dos documentos patentários que reivindicam as principais tecnologias intermediárias que abriram o caminho para a obtenção das patentes que protegem os atributos de origem transgênica aprovados pela FDA. Para tanto, o presente estudo adotou os seguintes procedimentos metodológicos:

*Procedimento metodológico nº 2:*

- 2.1) Identificação das patentes conectoras, e das patentes altamente citadas que apresentam distância geodésica igual a 1 ou 2 em relação a, no mínimo, um documento patentário que protege diretamente um evento de transgenia que foi aprovado pela FDA e que, posteriormente, deu origem a uma nova variedade comercial de soja.
- 2.2) Levantamento dos documentos patentários altamente citados que receberam citações diretas das patentes identificadas por meio do procedimento 2.1<sup>58</sup>. As patentes identificadas a partir do procedimento 2.2 não citaram outros integrantes da rede de inovação. À luz desta constatação, o processo de identificação das patentes altamente citadas se encerrou após o término do procedimento 2.2.

O mapeamento dos caminhos geodésicos constituídos a partir dos arcos da rede que interligam as patentes altamente citadas (identificadas por meio dos procedimentos metodológicos número 2.1 e 2.2) às patentes que protegem diretamente os atributos de origem transgênica incorporados nas sementes de soja comercializadas nos EUA (mapeadas a partir dos procedimentos metodológicos número 1.1 e 1.2) possibilitou a identificação das sequências de invenções encadeadas ao longo do período temporal coberto pelo grafo. Estes caminhos representam, por consequência, *proxies* das TT presentes no núcleo da rede de inovação.

---

<sup>58</sup> As patentes mapeadas por meio do procedimento 2.2 registram distância geodésica igual a 3 em relação aos documentos de propriedade intelectual que protegem diretamente os eventos de transgenia de soja.

### 3.4 Indicadores de apropriabilidade elaborados pela tese.

A consecução dos objetivos centrais da tese exige naturalmente o desenvolvimento de indicadores de apropriabilidade capazes de atestar a importância das patentes identificadas por meio dos procedimentos metodológicos descritos na seção 3.3 para a proteção das sementes transgênicas de soja, milho e algodão comercializadas nos EUA. O Quadro 3.4 apresenta um resumo dos indicadores de apropriabilidade elaborados pelo presente estudo.

Quadro 3.4: Resumo dos indicadores de apropriabilidade que serão empregados durante a análise das TT:

Código	Indicador	Fórmula
1	Exclusão de outros agentes econômicos do mercado	
1.1	Capacidade bloqueante legal	$CBL(p) = lit emp(p)$
1.2	Indicador da presença das cercas de patentes (CP).	$CP = \begin{cases} 1; lit emp(p,q) \geq 1 \\ 0; lit emp(p,q) = 0 \end{cases}$
2	Coibir a reprodução não autorizada de sementes transgênicas	
2.1	Evitar o surgimento de spillovers favoráveis aos fazendeiros	$SPILL(p) = lit agric(p)$
3	Número de países em que uma tecnologia foi aprovada para comercialização	
3.1	Abrangência da patente	$AP(p) = ext(p)$

Fonte: elaboração própria.

#### 3.4.1 Capacidade bloqueante legal das patentes.

Conforme ressaltou a seção 1.3.1, Marco (2004) e Marco e Rausser (2008) analisaram a capacidade que uma empresa detém de excluir outros agentes econômicos do mercado por meio da mobilização dos seus ativos de propriedade intelectual. A presente tese também procurou desenvolver indicadores capazes de mensurar a capacidade bloqueante legal dos documentos patentários. Constitui-se pertinente destacar uma importante distinção entre o indicador empregado neste estudo e as contribuições de Marco e Rausser (2008). Os autores citados priorizaram a adoção de um modelo teórico estatístico para estimar *ex ante* a probabilidade de uma patente ser considerada válida e infringida pelo tribunal. Em contrapartida, o presente estudo optou pela análise *ex post* das ações judiciais de violação de DPI que foram instauradas a partir das patentes integrantes da rede de inovação.

As firmas priorizarão empregar nas ações judiciais de violação de patentes os documentos de propriedade intelectual juridicamente mais sólidos que exibem maiores chances de obter vitórias nos tribunais, em virtude do risco, em caso de derrota, de que a autoridade jurídica invalide as patentes que deram origem à ação legal (MARCO e RAUSSER, 2008).

Nesta perspectiva, a quantidade de litígios judiciais instaurados a partir de uma patente pode ser considerada uma *proxy* da capacidade bloqueante legal (CBL) do documento patentário. Dessa maneira, as patentes mobilizadas em diversos processos jurídicos tendem a exibir forte poder bloqueante. Em termos algébricos, o indicador de CBL pode ser expresso da seguinte forma:

$$CBL(p) = litemp(p) \quad \text{Equação (8)}$$

onde:

$litemp(p)$  é a quantidade de ações judiciais que acusam outras empresas de violarem/infringirem a patente  $p$

Em paralelo à construção do indicador de CBL, o presente estudo procurou compilar informações qualitativas a respeito das principais disputas judiciais travadas entre as *big six companies*. Em termos práticos, a tese executou buscas no sítio <https://scholar.google.com.br/> baseadas na digitação dos números processuais referentes às ações legais que deram origem a tais batalhas<sup>59</sup>. Este procedimento possibilitou, em alguns casos, a obtenção de dois tipos de documentos jurídicos: as ações judiciais de violação de patentes e/ou as sentenças promulgadas pelos tribunais.

### 3.4.2 Coibição de *spillovers* favoráveis aos fazendeiros

Um *spillover* típico das atividades agrícolas ocorre quando as sementes geneticamente modificadas de soja ou algodão são submetidas nas fazendas ao processo de reprodução sem o aval da empresa que desenvolveu e comercializou os OGM. As gerações posteriores herdarão o atributo de origem transgênica presente na semente originalmente comercializada, no entanto, em muitos casos, os fazendeiros evitarão o pagamento dos *royalties* associados às tecnologias que deram origem ao evento de transgenia. Não por acaso, os processos judiciais instaurados por empresas produtoras de sementes que acusam fazendeiros de cometer crimes de biopirataria registraram forte crescimento após o início do cultivo dos OGM em 1996 (BARTON, 1998).

Este acontecimento evidencia uma segunda dimensão importante associada à apropriação de biotecnologias vegetais. As firmas necessitam evitar a transmissão das suas tecnologias através *spillovers* que tendem a beneficiar os fazendeiros (LESSER, 1998). À luz destas constatações, o presente estudo elaborou um indicador de apropriabilidade capaz de revelar o poder das patentes no sentido coibir e punir a reprodução não autorizada de sementes transgênicas por parte dos agricultores. A justificativa por traz deste indicador é análoga ao

---

<sup>59</sup> Os números processuais foram levantados junto ao banco de dados da tese (ver Quadro III.2 do anexo III).

raciocínio exposto durante a descrição do índice de CBL. As firmas utilizarão nos processos contra os fazendeiros as patentes juridicamente mais sólidas que exibem maiores chances de obterem vitórias nos tribunais. Deste modo a capacidade que uma patente detém de coibir o surgimento de *spillovers* (SPILL) pode ser estimada por:

$$SPILL(p) = lit\ agric(p) \quad \text{Equação (9)}$$

onde:

$lit\ agric(p)$  é quantidade de ações judiciais que acusam fazendeiros de violar/infringir a patente  $p$

### 3.4.3 Indicador da presença de cercas de patentes.

De acordo com o EPO, as famílias de patentes são compostas por documentos de propriedade intelectual que compartilham o mesmo número prioritário. Existem duas condições distintas sob as quais as patentes dividirão o mesmo número prioritário:

- I) patentes concedidas em momentos distintos pelo mesmo escritório patentário que reivindicam tecnologias relacionadas à mesma invenção.
- II) as patentes de extensão correspondem aos documentos de propriedade intelectual concedidos originalmente pelo escritório patentário de uma determinada nação que posteriormente foram revalidados pelas autoridades patentárias de outros países. As patentes de extensão herdam o mesmo número prioritário da patente original.

A execução de estudos conjuntos baseados, de um lado, na análise empírica dos litígios judiciais que envolveram as *big six companies* e, de outro, no exame da composição das famílias das patentes que fazem parte da rede de inovação possibilitou a construção de um indicador de apropriabilidade capaz de revelar a presença de cercas de patentes (CP) edificadas pelas empresas atuantes no desenvolvimento de biotecnologias vegetais.

A justificativa por traz do indicador CP segue a seguinte lógica. Os documentos de propriedade intelectual pertencentes a uma mesma família de patentes protegem tecnologias relacionadas ao mesmo invento. Por consequência, a existência de ações judiciais de violação de DPI estruturadas a partir de duas ou mais patentes concedidas pelo USPTO que pertencem à mesma família representa uma evidência empírica da presença de cercas de patentes que foram edificadas por meio da estratégia de *split* da invenção<sup>60</sup>.

<sup>60</sup> Conforme ressaltou a seção 1.2.3 esta estratégia se manifesta através da realização de diversos depósitos patentários em torno de uma posição tecnológica importante. Cada patente tenta proteger uma característica isolada da invenção. Este processo de construção de cercas protetoras por meio da fragmentação dos DPI visa fortalecer as barreiras à entrada (DAL POZ, FERRARI e SILVEIRA, 2015; SILVEIRA *et al.* 2013; SILVA, 2012).

O indicador da presença de cerca de patentes (*CP*) foi estruturado como uma variável binária passível de ser expressa da seguinte forma:

$$CP = \begin{cases} 1; & \text{litemp}(p,q) \geq 1 \\ 0; & \text{litemp}(p,q) = 0 \end{cases} \quad \text{Equação (10)}$$

Onde:

*p* e *q* são dois documentos de propriedade intelectual pertencentes a família de patentes FP (*p, q, ... n*)

*litempij(p, q)* representa a quantidade de ações judiciais que acusam outras empresas de violar conjuntamente as patentes número *p* e número *q*

A interpretação do indicador exposto acima é extremamente simples. Se *CP* assumir o valor unitário isto implica que uma cerca de patentes foi edificada a partir das patentes *p* e *q*. Em contrapartida, quando *CP* for igual a zero, isto significa a inexistência de cercas de patentes.

### 3.3.4 Contabilização das patentes de extensão.

Uma terceira dimensão chave de apropriabilidade diz respeito à captura das rendas derivadas de uma nova tecnologia por meio da cobrança de *royalties*. *Stricto sensu*, trata-se do direito de explorar as biotecnologias vegetais de forma exclusiva e de cobrar *royalties* e/ou indenização de todos os agricultores que optarem por utilizar o OGM que contém tais tecnologias (BARBOSA, 2013, p.5). À primeira vista esta dimensão pode parecer trivial, uma vez que, de acordo com o senso comum, a cobrança de *royalties* representa o principal objetivo por traz das atividades de patenteamento. No entanto, a propriedade intelectual na agricultura é marcada por idiossincrasias que conferem complexidade a esta questão.

As regras para o patenteamento de sementes e cultivares são muito mais flexíveis nos EUA do que no Brasil<sup>61</sup> e na Europa. Enquanto o USPTO permite o patenteamento de genes, microrganismos, sementes e plantas; as legislações brasileira e europeia não consideram estes objetos elegíveis para o recebimento de proteção patentária. Por consequência, o processo de adaptação dos portfólios de patentes frente às exigências impostas pelas distintas legislações patentárias nacionais requer sólidas competências legais e regulatórias. A vigência destas habilidades representa uma condição crucial para a obtenção de receitas de *royalties* nos mercados de vários países.

---

<sup>61</sup> O Brasil não adota o sistema de patenteamento de variedades. No entanto, permite-se desde 1996 a cobrança de *royalties* sobre os cultivares registrados no Sistema Nacional de Proteção de Cultivares (SNPC). Em contrapartida, existe nos EUA um duplo sistema de proteção, pelo SNPC e pelo patenteamento (BARBOSA, 2003).

Não por acaso, Graff (2003, p.1272) defende o argumento que as competências de apropriabilidade presentes em cada firma podem ser estimadas por meio da contabilização do número de patentes adicionais que foram obtidas a partir de uma tecnologia original que já se encontrava sob a posse da empresa. A análise das patentes de extensão evidencia justamente esta dimensão.

Uma patente obtida nos EUA pode ser estendida para outros países por meio de pedidos de proteção legal em seus respectivos escritórios de patentes. As solicitações atendidas pelas autoridades patentárias estrangeiras geram patentes de extensão que compartilham o mesmo número prioritário atribuído à patente original. O presente estudo defende o argumento que a contabilização das patentes de extensão derivadas de patentes norte-americanas representa uma *proxy* das competências das firmas no sentido de adaptar o seu portfólio tecnológico frente as distintas legislações patentárias nacionais, o que possibilita a cobrança de *royalties* em outros países além dos EUA.

A abrangência de uma patente (AP) revela a quantidade de países que revalidou a proteção legal concedida a uma tecnologia que foi originariamente desenvolvida e patenteada nos EUA. Por consequência, o indicador de apropriabilidade AP pode ser expresso da seguinte forma:

$$AP(p) = ext(p) \quad \text{Equação (11)}$$

Onde:

$ext(p)$  representa a quantidade de patentes de extensão derivadas da patente norte-americana  $p$ .



## **Capítulo 4 : ANÁLISE DOS PROCESSOS DE SELEÇÃO *EX ANTE E EX POST* DE BIOTECNOLOGIAS VEGETAIS.**

As análises a respeito dos dados patentários e a apresentação dos principais resultados obtidos pela tese se dividirão em dois capítulos. O capítulo 4 apresenta os resultados obtidos a partir da adoção dos procedimentos metodológicos descritos nas seções 3.1 e 3.2. Dessa maneira, o presente capítulo empreenderá um estudo sobre o processo de seleção *ex ante* de biotecnologias vegetais empreendido pelas principais empresas envolvidas no desenvolvimento e na comercialização de OGM. Em complemento a esta análise, o restante do capítulo 4 aborda as propriedades estruturais da rede de inovação. Posteriormente, o capítulo 5 discute as TT mapeadas por meio dos procedimentos metodológicos descritos na seção 3.3. As trajetórias são analisadas à luz dos indicadores de apropriabilidade apresentados na seção 3.4.

A seção 4.1 analisa o processo de seleção *ex ante* de tecnologias empreendido no interior das firmas. O presente estudo optou por empregar os códigos de classificação definidos pela *Cooperative Patent Classification (CPC)*<sup>62</sup> para categorizar as patentes agrobiotecnológicas e para mapear a composição tecnológica dos projetos de P&D priorizados pelas firmas em períodos distintos. Em complemento a esta análise, a seção 4.2 discutirá as propriedades estruturais da rede. Espera-se que as informações reveladas pelas medidas de centralidade (descritas na seção 3.2.1) e o estudo da distribuição do grau de entrada contribuam para identificar as patentes chaves que foram selecionadas pelo mercado e que, por consequência, proporcionam lucros para os seus detentores.

### **4.1 A composição tecnológica dos projetos de P&D priorizados pelas firmas em períodos temporais distintos.**

A Tabela 4.1 revela que a propriedade das patentes agrobiotecnológicas analisadas neste estudo encontra-se concentrada nas mãos das *big six companies* - Monsanto, Dupont, Dow , Bayer, Syngenta e Basf - e das suas respectivas subsidiárias. O controle acionário da Calgene pertence à Monsanto ao passo que a Pioneer foi adquirida pelo grupo Dupont no início dos anos noventa. A Syngenta foi criada no ano 2000 mediante a fusão das divisões agrícolas das empresas Novartis e Astra Zeneca. A única exceção presente na tabela 4.1 consiste na Stine

---

<sup>62</sup> Em meados dos anos 2000, o USPTO e o EPO chegaram a um acordo para desenvolver um sistema conjunto de classificação do conteúdo tecnológico das patentes. O resultado destes esforços foi a publicação da *Cooperative Patent Classification (CPC)* que passou a exibir um nível de detalhamento tecnológico muito superior em relação a Classificação Internacional de Patentes (CIP). Para uma discussão mais detalhada a respeito das vantagens da utilização da CPC frente a CIP em estudos baseados em dados patentários nós sugerimos a leitura de Vera *et al.* (2013). A classificação do CPC para as biotecnologias vegetais encontra-se detalhada no Anexo II da tese.

Seed Farm pertencente a Henry Stine. Trata-se da corporação detentora do maior banco de germoplasma de soja dos EUA. A Stine estabeleceu nos anos 2000 uma aliança com a Monsanto para o desenvolvimento conjunto de sementes de soja transgênicas. Por consequência as duas empresas dividem os direitos de propriedade sobre as patentes resultantes da parceria.

Tabela 4.1: Dez principais empresas proprietárias das patentes integrantes da amostra da tese (Depositantes originais dos documentos patentários; base de 7234 patentes depositadas no USPTO durante o período 1976-2012)

<b>Empresa</b>	<b>Número de Patentes</b>
Monsanto	1940
Pioneer**	1420
Dupont	436
Stine Seed Farm Inc.	373
Syngenta	301
BASF Plant Science	196
Bayer Cropscience	194
Calgene*	150
Novartis AG***	116
Dow AgroSciences	89

Fonte: elaboração própria

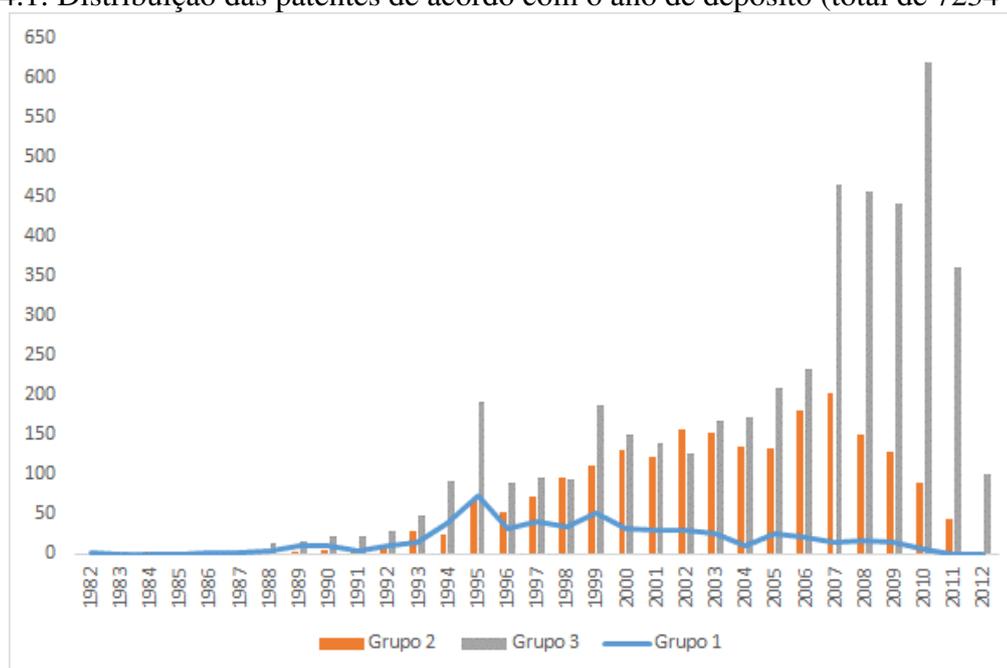
\* As patentes depositadas originalmente pela Calgene pertencem atualmente à Monsanto

\*\* As patentes depositadas originalmente pela Pioneer pertencem atualmente à Dupont

\*\*\* A Syngenta herdou as patentes agrobiotecnológicas depositadas originalmente pela Novartis AG

A amostra adotada nesta tese possui 7234 patentes que podem ser classificadas em três grupos distintos. Conforme ressaltou a seção 3.1, a busca número 1 envolveu o nome dos seis principais promotores empregados pela indústria na obtenção de novas variedades de plantas transgênicas. O primeiro grupo engloba as 559 patentes que foram identificadas pela pesquisa léxica. Trata-se, portanto, dos documentos patentários que contém as palavras chaves apresentadas no Quadro 3.2. A segunda categoria abrange as 2106 patentes que não foram encontradas pela busca léxica, mas que, citam no mínimo uma patente pertencente ao primeiro grupo. O terceiro grupo engloba as 4569 patentes identificadas a partir das buscas número 2;3;4;5;6;7 baseadas no cruzamento dos nomes das *big six companies* e das suas respectivas subsidiárias com a subclasse tecnológica C12N1582. A Figura 4.1 descreve a distribuição anual das patentes pertencentes a cada um dos grupos descritos neste parágrafo.

Figura 4.1: Distribuição das patentes de acordo com o ano de depósito (total de 7234 patentes)



Fonte: elaboração própria com base no banco de dados da tese.

Aparentemente cada grupo representado na Figura 4.1 revela uma fase distinta da indústria de biotecnologia vegetal. O grupo 1 corresponde às 559 patentes identificadas a partir da pesquisa léxica. A análise da linha azul evidencia o crescimento das patentes pertencentes ao grupo 1 durante a primeira metade dos anos 90. Este processo de incremento atinge o ápice em 1995; a partir de então, as patentes depositadas anualmente no USPTO que contém as palavras chaves apresentadas no Quadro 3.2 passam a declinar. O ano de 1995 representou um ponto de inflexão na história dos OGM. Trata-se da aprovação do primeiro evento de transgenia para plantio e comercialização pela FDA - a Soja Roundup Ready™ 1 (RR1), tolerante em relação ao herbicida glifosato, desenvolvida pela Monsanto. A análise da distribuição anual das patentes pertencentes ao grupo 1 revela que o desenvolvimento de biotecnologias vegetais teve início na primeira metade dos anos 80, portanto muito antes da primeira semente transgênica chegar ao mercado. Deste modo, o grupo 1 retrata, sobretudo, a fase pré-comercial do desenvolvimento dos OGM.

A distribuição anual das patentes pertencentes ao grupo 2 - que engloba as 2106 patentes que citam as patentes do grupo 1 - se manifesta no sentido oposto. A evolução deste grupo durante a fase pré-comercial foi modesta. Em compensação, observa-se ao longo do período 1996-2006 um processo de forte crescimento anual das patentes pertencentes ao grupo 2. A década supracitada coincide com o período de difusão do plantio dos OGM. As biotecnologias incorporadas nas variedades de soja tolerantes ao glifosato foram estendidas para as sementes de milho, algodão e canola. Ocorreu neste mesmo período a chegada ao

mercado das variedades de milho e algodão resistentes contra pragas e insetos. Por consequência, as patentes integrantes do grupo 2 retratam principalmente a fase comercial do desenvolvimento dos OGM. Nesta fase, os esforços de P&D executados pelas corporações envolvidas na geração de biotecnologias vegetais priorizaram a obtenção de produtos finais comercializáveis.

As análises conduzidas por Kalaitzandonakes e Bjornson (1997) e Ferrazzi *et al.*, (2013) já haviam identificado os estágios pré-comercial e comercial que caracterizaram a evolução do campo de atividade em estudo. Convém neste momento apontar uma contribuição original da tese de doutoramento. A Figura 4.1 revela que os depósitos de patentes associados ao grupo 2 registraram forte declínio durante o triênio 2008-2010. Em contrapartida, este período caracterizou-se pelo forte crescimento das patentes relacionadas ao grupo 3. Estas constatações sugerem a existência de uma terceira fase pós-comercial associada à indústria de biotecnologia vegetal que se inicia em 2006 e que pode ser caracterizada pela emergência de tecnologias distintas em relação ao conteúdo das patentes pertencentes aos grupos 1 e 2<sup>63</sup>.

A informações extraídas a partir da Figura 4.1 necessitam ser analisadas à luz da evolução dos esforços de pesquisa mobilizados pelas corporações atuantes na comercialização de biotecnologias vegetais. Este procedimento permitirá uma caracterização mais detalhada dos três estágios que nortearam o processo de desenvolvimento dos OGM. Em termos práticos, o presente estudo empregou as subclasses tecnológicas da CPC para mapear a composição tecnológica dos projetos de P&D priorizados pelas *big six companies* em períodos distintos.

---

<sup>63</sup> Durante o biênio 2011-2012 os três grupos descritos nesta seção registraram quedas nos depósitos de patentes. Este acontecimento tende a refletir, em parte, o problema da truncagem dos dados. Acredita-se que uma parcela significativa das patentes depositadas durante o biênio supracitado não foi analisada pelas autoridades patentárias. Consequentemente as patentes depositadas no período 2011-2012 que ainda não foram aprovadas pelo USPTO não fazem parte da amostra da tese. Apesar deste problema metodológico, o leitor deve ter em mente que a queda dos depósitos de patentes associados ao grupo 3 durante o biênio 2011-2012 foi bem menos acentuada que os decréscimos sofridos pelos grupos 1 e 2 no mesmo período. Esta constatação representa um indício favorável aos argumentos expostos no corpo do parágrafo.

Tabela 4.2A: Classificação das patentes de acordo com os campos tecnológicos mais frequentes (quantidade de patentes depositadas em cada campo tecnológico por período).

Campos tecnológicos	Subclasses da CPC	Período	1982-1990	1991-1995	1996-2000	2001-2005	2006-2010
		<b>Total</b>	<b>112</b>	<b>661</b>	<b>1273</b>	<b>1637</b>	<b>3040</b>
<b>1 Tecnologias Habilitadoras</b>							
Promotores Constitutivos	C12N158222; C12N158223; C12N158225; C12N158226; C12N158227; C12N158229;	529	9	106	158	139	117
Métodos de controle e regulação do processo de expressão gênica	C12N158216	480	13	89	151	121	106
Marcadores	C12N158209; C12N15821; C12N158212	232	8	22	69	70	63
Inserção de gene via agrobactéria	C12N158205	185	19	24	55	45	42
Inserção de gene por bombardeamento	C12N158206; C12N158207	163	14	43	63	27	16
<b>2 Atributos Codificados por sequências genéticas</b>							
<i>2.1 Atributos não agrônomicos</i>							
Modificações no nível de carboidratos ou no nível de açúcares	C12N158245; C12N158246	411	0	47	122	116	126
Modificações do metabolismo lipídico	C12N158247	373	2	49	95	108	119
Plantas com aplicações farmacêuticas	C12N158257; C12N158258	339	3	8	45	117	166
<i>2.2 Atributos agrônomicos</i>							
Resistência contra pragas e insetos	C12N158281; C12N158282; C12N158283; C12N158285; C12N158286	988	16	226	315	223	208
Tolerância em relação ao herbicida	C12N158274; C12N158275; C12N158277; C12N158278	457	18	76	128	96	139
Tolerância em relação a seca	C12N158271; C12N158273	339	3	8	45	117	166
Macho-esterilidade	C12N158287; C12N158289; C12N15829	291	4	66	76	82	63
<b>3 Germoplasma</b>							
Sementes	A01H510	2084	2	21	37	271	1753
<b>4 Peptídeos</b>							
Peptídeos que possuem mais de 20 aminoácidos para plantas	C07K14415	1189	20	190	283	345	351
Cristais da proteína Bacillus thuringiensis	C07K14325	278	6	75	77	57	63
<b>5 Outras tecnologias</b>							
Enzimas industriais: liase; transferase	C12N0988; C12N091029	418	7	80	113	121	97
Tecnologias associadas a produção de óleos graxos	A23D09; C11B01	379	0	13	29	33	304
<b>6 Métodos de identificação de sequências nucleicas em plantas</b>							
	C12Q016895	124	1	8	23	34	58

Fonte: Elaboração própria a partir da utilização do software Vantage Point™

Tabela 4.2B Classificação das patentes de acordo com os campos tecnológicos mais frequentes (percentual das patentes pertencentes a um determinado campo tecnológico em relação aos depósitos totais de patentes ocorridos no mesmo período).

Campos tecnológicos	Subclasses da CPC	Período	1982-1990	1991-1995	1996-2000	2001-2005	2006-2010
		Patentes	112	661	1273	1637	3040
<b>1 Tecnologias Habilitadoras</b>							
Promotores Constitutivos	C12N158222; C12N158223; C12N158225; C12N158226; C12N158227; C12N158229;	529	16,0%	12,4%	8,5%	3,8%	0,6%
Métodos de controle e regulação do processo de expressão gênica	C12N158216	480	11,6%	13,5%	11,9%	7,4%	3,5%
Marcadores	C12N158209; C12N15821; C12N158212	232	7,1%	3,3%	5,4%	4,3%	2,1%
Inserção de gene via agrobactéria	C12N158205	185	17,0%	3,6%	4,3%	2,7%	1,4%
Inserção de gene por bombardeamento	C12N158206; C12N158207	163	12,5%	6,5%	4,9%	1,6%	0,5%
<b>2 Atributos Codificados por sequências genéticas</b>							
<i>2.1 Atributos não agronômicos</i>							
Modificações no nível de carboidratos ou no nível de açúcares	C12N158245; C12N158246	411	7,1%	9,6%	7,1%	4,1%	3,0%
Modificações do metabolismo lipídico	C12N158247	373	1,8%	7,4%	7,5%	6,6%	3,9%
Plantas com aplicações farmacêuticas	C12N158257; C12N158258	339	0,9%	2,7%	3,9%	5,3%	1,4%
<i>2.2 Atributos agronômicos</i>							
Resistência contra pragas e insetos	C12N158281; C12N158282; C12N158283; C12N158285; C12N158286	988	34,2%	24,7%	13,6%	6,8%	4,7%
Tolerância em relação ao herbicida	C12N158274; C12N158275; C12N158277; C12N158278	457	16,1%	11,5%	10,1%	5,9%	4,6%
Tolerância em relação a seca	C12N158271; C12N158273	339	2,7%	1,2%	3,5%	7,1%	5,5%
Macho-esterilidade	C12N158287; C12N158289; C12N15829	291	3,6%	10,0%	6,0%	5,0%	2,1%
<b>3 Germoplasma</b>							
Cultivares	A01H510	2084	1,8%	3,2%	2,9%	16,6%	57,7%
<b>4 Peptídeos</b>							
Peptídeos que possuem mais de 20 aminoácidos para plantas	C07K14415	1189	17,9%	28,7%	22,2%	21,1%	11,5%
Cristais da proteína Bacillus thuringiensis	C07K14325	278	5,4%	11,3%	6,0%	3,5%	2,1%
<b>5 Outras tecnologias</b>							
Enzimas industriais: liase; transferase	C12N0988; C12N091029	418	6,3%	12,1%	8,9%	7,4%	3,2%
Tecnologias associadas a produção de óleos graxos	A23D09; C11B01	379	0,0%	2,0%	2,3%	2,0%	10,0%
<b>6 Métodos de identificação de sequências nucleicas em plantas</b>							
	C12Q016895	124	0,9%	1,2%	1,8%	2,1%	1,9%

Fonte: Elaboração própria a partir da utilização do software Vantage Point™

As Tabelas 4.2A e 4.2B fornecem fortes indícios a respeito da importância da biologia molecular para a agricultura moderna. Ao longo das últimas três décadas, as empresas atuantes na geração de biotecnologias vegetais direcionaram grande parte dos seus esforços para as pesquisas relacionadas às cadeias de aminoácidos que compõem a estrutura molecular do DNA vegetal. Por consequência, durante todos os períodos cobertos pela análise, a subclasse tecnológica peptídeos (representada pelo CPC C07K14325) ocupou uma posição de destaque nas Tabelas 4.2A e 4.2B.

A fase pré-comercial está diretamente associada ao desenvolvimento das tecnologias habilitadoras. A análise das colunas 4 e 5 das Tabelas 4.2A e 4.2B revelou que os depósitos de patentes ocorridos no período 1982-1995 visaram proteger as técnicas de transgenia utilizadas para transferir o DNA de outras espécies para as células vegetais. Datam desta época os principais métodos utilizados para inserir transgenes em plantas por meios biológicos (por exemplo, a intermediação via agrobactérias) ou por técnicas de engenharia genética baseadas no bombardeamento celular. Também se observa neste período o desenvolvimento das ferramentas biotecnológicas que atuam sobre o processo de expressão gênica, tais como os marcadores, promotores e os mecanismos moleculares destinados a melhorar a eficiência dos processos bioquímicos de transcrição do DNA e tradução do RNA.

A análise da composição tecnológica das patentes depositadas no período 1982-1995 também revelou a preocupação das firmas frente ao desenvolvimento dos OGM de primeira geração<sup>64</sup>. Mesmo na fase pré-comercial, os projetos de P&D priorizaram as tecnologias voltadas para obtenção de atributos agrônômicos, em especial as proteínas capazes de tornar as plantas resistentes contra pragas ou tolerantes em relação à aplicação do herbicida glifosato.

De acordo com Fonseca, Dal Poz e Silveira (2004, p. 167) a “1ª geração de produtos” transgênicos foi desenvolvida “sob medida para acoplar a indústria de sementes aos líderes mundiais do setor agroquímico”. A maioria das patentes depositadas no período 1982-1995 pertence à Monsanto. A proteção ao herbicida Roundup<sup>TM65</sup> representou um forte estímulo para a empresa ingressar no mercado de sementes transgênicas. A ampliação do *market share* obtido pelas sementes tolerantes ao glifosato tenderia concomitantemente a estimular as vendas do Roundup<sup>TM</sup> e vice e versa. A estratégia surtiu efeito e o Roundup<sup>TM</sup> tornou-se o herbicida

---

<sup>64</sup> Os cultivares que carregam sequências genéticas capazes de codificar a tolerância a herbicidas ou a resistência contra pragas e insetos são denominados OGM de primeira geração (DE JANVRY *et al.*, 1999).

<sup>65</sup> A base do Roundup<sup>TM</sup> é o composto químico glifosato descoberto pela Monsanto nos anos 70. As patentes pertencentes à Monsanto que protegiam o glifosato expiraram no ano 2000.

mais vendido do mundo, em parte devido ao crescimento das áreas cultivadas com os OGM (RAUSSER, 1999).

A fase comercial se inicia em 1996 (ano que marcou o início do plantio das primeiras sementes de soja tolerantes ao glifosato) e se prolonga até 2005. Ao longo desta década, os esforços de P&D executados pelas corporações envolvidas na geração de biotecnologias vegetais priorizaram os projetos associados à obtenção de produtos comercializáveis. Este período caracteriza-se pelo forte crescimento do patenteamento das sequências genéticas destinadas a promover alterações na fisiologia vegetal.

Constata-se durante a fase comercial o crescimento absoluto das patentes que protegem tecnologias que codificam a tolerância a herbicidas ou a resistência contra insetos em plantas (ver Tabela 4.2A). No entanto, análise da tabela 4.2B revelou o decréscimo percentual das patentes relacionadas aos OGM de primeira geração em relação aos depósitos patentários totais ocorridos no período 1996-2005. Este último acontecimento representou um reflexo do surgimento de novas tecnologias capazes de originar outros tipos de modificações nas células vegetais. Observa-se por consequência o crescimento das patentes que incorporam sequências nucleicas capazes de expressar atributos não agronômicos: i) alterações no metabolismo lipídico das plantas capazes de modificar o teor de ácidos graxos em óleos vegetais; ii) melhoramento do conteúdo nutricional das plantas (alterações nos níveis de açúcares, carboidratos, aminoácidos); iii) desenvolvimento de novas variedades para fins medicinais.

As linhas de pesquisa associadas aos atributos agronômicos e não agronômicos descritas no parágrafo anterior se apoiam fortemente nas ferramentas biotecnológicas desenvolvidas durante a fase pré-comercial. Daí decorre o forte crescimento após ano de 1996 do número de documentos patentários que citam as patentes correspondentes às tecnologias habilitadoras que contém as palavras chaves transcritas no Quadro 3.2.

A fase pós-comercial se inicia em 2006 e se estende até os dias de hoje. Nos anos mais recentes, o enfoque dos esforços de P&D dedicados aos OGM sofreu fortes mudanças. Perdem espaço as pesquisas relacionadas as cadeias aminoácidos que compõe a estrutura molecular do DNA vegetal. Observou-se concomitantemente uma queda absoluta dos depósitos de patentes relacionados aos OGM de primeira geração. Em contrapartida, as atividades de patenteamento passaram a priorizar a obtenção de novos cultivares de soja, milho e algodão. Por consequência, a imensa maioria das patentes obtidas nos últimos anos pertence ao grupo germoplasma (CPC número A01H510).

As informações presentes nas Tabelas 4.2A e 4.2B revelam que grande parte dos esforços de P&D executados pelas empresas foi redirecionado das técnicas de biologia

molecular para os programas de melhoramento de plantas baseados em métodos de cultivo e seleção tradicionais. Os cultivares protegidos pelas patentes integrantes do grupo germoplasma foram obtidos, sobretudo, através de procedimentos de hibridização cruzada que envolveram como doadores genéticos diversas variedades agronômicas portadoras dos transgenes desenvolvidos durante a fase comercial. As linhagens transgênicas foram cruzadas entre si e também com as variedades não transgênicas pertencentes a bancos de germoplasma locais. Os cultivares que emergiram destes cruzamentos herdaram os atributos de origem transgênica provenientes dos doadores.

A literatura especializada denomina de *stacked* os OGM obtidos por meio de técnicas de hibridização cruzada que carregam múltiplos atributos de origem transgênica (RAO, 2015; JAMES, 2014). Podemos citar como exemplo as plantas tolerantes a diversos tipos de herbicidas e as sementes que conciliam resistência contra insetos e tolerância a herbicidas. Uma das características mais salientes da fase pós-comercial consiste no crescimento do plantio dos OGM *stacked*. Em 2007 as sementes que carregavam múltiplos atributos de origem transgênica foram plantadas em 21,8 milhões de hectares (19% da área mundialmente plantada com transgênicos). Em 2013 os OGM *stacked* ocuparam 47,1 milhões de hectares o que equivale a 27% da área mundial dedicada ao cultivo das plantas geneticamente modificadas.

A leitura da Tabela 4.3 sugere que a reorientação dos projetos de pesquisa no sentido priorizar o patenteamento de cultivares ocorreu, sobretudo, devido às decisões estratégicas implementadas pela Monsanto que visaram, dentre outros motivos, conquistar vantagens de quem se move à frente no desenvolvimento de sementes que incorporam múltiplos atributos de origem transgênica. Ademais, as reações das empresas concorrentes frente as ações executadas pela Monsanto também contribuíram para reforçar esta tendência.

Ao longo de toda a década de 2000 a participação das patentes classificadas como germoplasma no total dos depósitos patentários empreendidos pela Monsanto cresceu fortemente. Em 2010 esta razão atingiu o ápice de 91,5%. Na percepção da empresa, o fortalecimento dos bancos de germoplasma asseguraria o acesso ao material genético passível de ser utilizado nos processos de hibridização cruzada que envolvem doadores transgênicos e linhagens tradicionais. A ampliação das possibilidades de cruzamentos entre variedades agronômicas representava, por consequência, uma condição chave para a obtenção da liderança no desenvolvimento dos OGM *stacked*.

A reação dos concorrentes em relação a nova estratégia da Monsanto foi imediata. Para não ficar para trás no mercado dos OGM *stacked* as empresas Dupont, Syngenta e Dow também reorientaram os seus programas de pesquisa no sentido de priorizar o patenteamento

de cultivares. As patentes da Bayer classificadas como germoplasma também cresceram na década de 2000.

Tabela 4.3: Participação (%) das solicitações de patentes de sementes e cultivares (CPC número A01H510) nos depósitos patentários anuais

Ano	Monsanto	Dupont	Syngenta	Dow	Bayer	Basf
2000	5,4%	1,3%	0,0%	0,0%	6,5%	9,1%
2001	13,0%	3,8%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
2002	22,8%	1,6%	27,8%	0,0%	0,0%	0,0%
2003	40,7%	10,3%	23,8%	30,0%	4,5%	0,0%
2004	46,2%	27,6%	36,8%	9,1%	7,1%	3,8%
2005	53,2%	45,9%	53,1%	42,9%	25,0%	2,4%
2006	66,2%	36,0%	56,0%	70,0%	21,7%	0,0%
2007	76,4%	50,7%	56,0%	25,0%	28,1%	2,2%
2008	81,1%	67,6%	63,0%	66,7%	0,0%	3,3%
2009	87,7%	65,0%	73,9%	20,0%	21,1%	0,0%
2010	91,5%	79,7%	41,9%	25,0%	9,1%	0,0%
2011	85,4%	70,2%	36,4%	80,6%	12,5%	0,0%

Fonte: elaboração própria

Os argumentos expostos durante a descrição da fase pós-comercial do campo de atividade em estudo contribuem para validar a hipótese 3 da tese. No período recente, as estratégias voltadas para ampliação do estoque de germoplasma passível de ser utilizado no desenvolvimento de novos OGM (sobretudo as sementes *stacked*) foram cruciais para ganhar parcelas adicionais de mercado e/ou para limitar o raio de ação dos rivais. A Basf foi a última corporação multinacional a ingressar no mercado de sementes transgênicas. A Tabela 4.3 revela que a empresa possui uma quantidade relativamente pequena de patentes classificadas como germoplasma. Não por acaso, a empresa alemã não está presente no mercado de OGM *stacked*.

Durante a fase pós-comercial, concomitantemente à ampliação dos bancos de germoplasma, as linhas de pesquisa associadas aos métodos de identificação de proteínas codificadas por transgenes também se fortaleceram (o leitor deve observar nas colunas 7 e 8 da Tabela 4.2A, o CPC C12Q16895). Constata-se uma forte preocupação tanto das *big six companies* quanto dos produtores agrícolas frente ao desenvolvimento de novos *kits* diagnósticos desta natureza.

Estudos recentes apontam a natureza onerosa dos testes de detecção de eventos de transgenia que são empregados para promover a identificação e a separação dos produtos agrícolas de origem transgênica em relação aos produtos obtidos a partir de linhagens tradicionais. Nos últimos anos, muitos agricultores necessitaram adotar estas medidas de

segregação para se adequar ao Protocolo de Cartagena<sup>66</sup>. Em paralelo às despesas diretamente associadas aos testes, a segregação também contribuiu para a elevação dos custos de estocagem e logística incorridos pelos produtores de variedades de soja e milho transgênicas (OLIVEIRA, SILVEIRA e ALVIM, 2012; OLIVEIRA e SILVEIRA, 2013). Na perspectiva dos agricultores, os custos adicionais associados ao processo segregação tendem a reduzir as vantagens econômicas propiciadas pelo cultivo dos OGM em relação às linhagens tradicionais. Os estudos supracitados concluem que os custos de segregação podem comprometer futuramente a taxa de adoção de sementes transgênicas por parte dos fazendeiros.

As tecnologias recentes que receberam a classificação C12Q16895 contribuem para baratear os métodos de identificação das sequências nucleicas que codificam atributos de origem transgênica em plantas. Na perspectiva das *big six companies*, este acontecimento contribuiu para fortalecer as condições de apropriabilidade dos OGM.

A detecção de uma sequência genética específica em uma planta comprova que o organismo herdou o atributo de origem transgênica que foi patenteado. Esta constatação permite à empresa que comercializou a semente cobrar os *royalties* associados à tecnologia que deu origem ao evento de transgenia original. Dessa maneira, o aprimoramento dos testes de identificação de proteínas codificadas por transgenes contribuiu para ampliar o lucro variável associado à comercialização das sementes transgênicas.

Ademais, quando as sementes transgênicas de soja ou algodão adquiridas pelos agricultores são submetidas ilicitamente nas fazendas ao processo de reprodução, os cultivares descendentes herdarão o atributo de origem transgênica presente na semente que foi originalmente comercializada. Por consequência, o aprimoramento dos métodos de detecção de eventos de transgenia tende a facilitar a comprovação dos casos de biopirataria, o que contribui para agilizar a cobrança de multas e/ou a instauração de processos de violação de patentes contra os fazendeiros. As patentes que receberam a classificação C12Q16895 representam, por consequência, alternativas tecnológicas em relação ao mecanismo de *terminator*<sup>67</sup> para coibir a reprodução não autorizada de sementes.

A análise das tabelas 4.2A e 4.2B revelou duas linhas de pesquisa adicionais que se fortaleceram durante a fase pós-comercial. Estamos nos referindo às sequências nucleicas diretamente associadas à obtenção de OGM resistentes contra seca (C12N158273) e às

---

<sup>66</sup> Entre os pilares do Protocolo de Cartagena está o “Princípio da Precaução” que permite aos “governos restringir o comércio de OGM na ausência de informações científicas suficientes para garantir a segurança ambiental e sanitária (DAL POZ, SILVEIRA e FONSECA, 2004, p.355).

<sup>67</sup> O mecanismo de *terminator* engloba um conjunto de tecnologias destinadas a tornar as sementes de soja e algodão estéreis. Em virtude das pressões sociais contrárias a estas tecnologias, as grandes empresas atuantes no desenvolvimento dos OGM se comprometeram a jamais utilizá-las.

tecnologias destinadas a melhorar a eficiência da fabricação de óleos vegetais (A23D900 e C11B100).

## **4.2 Análises sobre as propriedades estruturais da rede**

Os estudos a respeito do indicador de densidade, dos caminhos mapeados através das distâncias geodésicas, das medidas de centralidade e da distribuição do grau de entrada são fundamentais para encontrar simplicidade em redes que se estruturam como sistemas complexos (POTTS, 2000; OTTE e ROUSSEAU, 2002). A análise da estrutura da rede é relevante para compreender o tipo e a força das relações estabelecidas entre os seus membros (SAVIOTTI, 2009). No caso específico das redes de inovação, o estudo das propriedades estruturais do grafo contribui para a identificação das patentes centrais que foram selecionadas pelo mercado.

### *4.2.1 O indicador de densidade e as medidas de centralidade.*

O indicador de densidade (DG) apresenta menor relevância e utilidade para os estudos que adotam redes muito grandes (DAL POZ, 2006). A rede utilizada nesta tese possui 7234 vértices e, por consequência, um número potencial máximo de associações muito elevado. Esta característica reduziu o indicador de DG a 0,00046670, ou seja, pouco mais de 1/2500 ligações foram feitas. Pelo mesmo motivo, o grau de entrada médio ( $deg(G)$ ) também registrou um valor pequeno. Cada patente da rede recebeu em média 3,27 citações.

Os indicadores de DG e  $deg(G)$  por si só não permitem inferir que as tecnologias corporificadas na rede de inovação são imaturas. O desenvolvimento dos OGM atraiu vultosos investimentos nos últimos 30 anos. Não por acaso, o presente estudo identificou no núcleo da rede de inovação a presença de alguns documentos patentários muito citados que também estão fortemente conectados entre si. As citações foram mensuradas através dos indicadores grau de entrada e grau de entrada de entrada normalizado.

Tabela 4.4: Grau de entrada (número de citações recebidas -  $Cdeg(v)$ ) e grau de entrada normalizado (número de citações normalizadas -  $Cndeg(v)$ ) – vinte patentes integrantes da amostra da tese (n=7234 patentes) que receberam mais de 100 citações.

Número	Título	Ano/ Dep.	Cdeg(v)	Cndeg(v)	
1	2	3	4	5	5-4
6982367	Soybean cultivar 0509244	2004	333	695	362
6972354	Soybean cultivar 0509245	2004	330	689	359
4940835	Glyphosate-resistant plants	1986	236	248	12
7632985	Soybean event MON89788 and methods for detection thereof	2006	224	612	388
5633435	Glyphosate-tolerant 5-enolpyruvylshikimate-3-phosphate synthases	1994	195	233	38
5500365	Synthetic plant genes	1992	158	180	22
5188642	Glyphosate-resistant plants	1990	154	170	16
5352605	Chimeric genes for transforming plant cells using viral promoters	1993	152	177	25
5107065	Anti-sense regulation of gene expression in plant cells	1988	142	152	10
4769061	Inhibition resistant 5-enolpyruvyl-3-phosphoshikimate synthase, production and use	1985	134	139	5
5034323	Genetic engineering of novel plant phenotypes	1989	128	139	11
5231020	Genetic engineering of novel plant phenotypes	1990	123	136	13
4971908	Glyphosate-tolerant 5-enolpyruvyl-3-phosphoshikimate synthase	1988	117	126	9
5015580	Particle-mediated transformation of soybean plants and lines	1988	114	122	8
4535060	Inhibition resistant 5-enolpyruvyl-3-phosphoshikimate synthetase, production and use	1983	112	115	3
5004863	Genetic engineering of cotton plants and lines	1986	105	110	5
5550318	Methods and compositions for the production of stably transformed, fertile monocot plants and cells thereof	1990	105	116	11
5538880	Method for preparing fertile transgenic corn plants	1994	102	122	20
5489520	Process of producing fertile transgenic zea mays plants and progeny comprising a gene encoding phosphinothricin acetyl transferase	1994	102	122	20

Fonte: elaboração própria mediante a utilização do software PAJEK

De acordo com os autores abordados nos capítulos anteriores, quanto maior for o número de citações posteriores, maior tende a ser o valor da patente que foi alvo das citações (TRAJTENBERG, 1990; HALL, JAFFE e TRAJTENBERG, 2001; GRAFF, 2003). Nesta

visão, as patentes fortemente citadas estão presentes no mercado e proporcionam lucros para os seus detentores (DAL POZ, 2006; SILVEIRA, *et al.*, 2013). A Tabela 4.4 apresenta os 20 documentos de propriedade intelectual integrantes da rede de inovação que receberam no mínimo 100 citações posteriores.

As informações presentes na Tabela 4.4 contribuem para validar os resultados apresentados anteriormente na seção 4.1. A leitura dos títulos, dos resumos e das reivindicações de proteção presentes nas patentes integrantes da Tabela 4.4 revelou que os documentos patentários muito citados depositados no período 1982-1995, ou seja, no período anterior ao início da comercialização dos OGM, visaram, sobretudo, proteger as tecnologias habilitadoras utilizadas para transferir o DNA de outras espécies para as células vegetais e as ferramentas biotecnológicas que atuam sobre o processo de expressão gênica. Estamos nos referindo aos documentos de propriedade intelectual número US4940835; US5004863; US5015580; US5034323; US5107065; US5188642; US5231020; US5352605; 5489520; US5500365; US5538880; US5550318.

A patente n° US5633435 também apresentou valor elevado para o indicador  $Cdeg(v)$ . O documento de propriedade intelectual protege uma sequência nucleica capaz de codificar a tolerância ao herbicida glifosato em variedades de soja. Essa agrobiotecnologia forneceu as bases genéticas para o desenvolvimento do produto Soja Roundup Ready™ 1 (RR1) obtido pela Monsanto. A Soja RR1 corresponde ao primeiro cultivar transgênico que foi plantado e comercializado em larga escala nos EUA. Devido a este motivo, as tecnologias reivindicadas pela patente US5633435 mediaram a transição para a fase comercial do campo de atividade em estudo.

Os documentos patentários n° US6982367 e US6972354 pertencentes à Monsanto receberam o maior número de citações posteriores dentre todos os integrantes da rede inovação. Estas patentes protegem respectivamente: i) os cultivares de soja n° 0509244 e 0509245; ii) os métodos de transferência de atributos de origem transgênica para novas variedades agronômicas por meio de processos de hibridização cruzada; iii) as sementes obtidas a partir do cruzamento de outras linhagens transgênicas com os cultivares supracitados. Em síntese, as patentes US6982367 e US6972354 materializam tecnologias que foram cruciais para a obtenção dos cultivares mais recentes e para o desenvolvimento dos OGM *stacked*.

Para a maioria dos documentos patentários apresentados na Tabela 4.4, o número de citações normalizadas não exibiu grandes diferenças em relação à quantidade de citações efetivamente recebidas pelas patentes. As exceções se concentraram nos integrantes mais

jovens da Tabela 4.4, ou seja, nos documentos n° US6982367, US6972354 e US7632985. Estas patentes registraram mais de 600 citações normalizadas.

A diferença entre os indicadores  $Cndeg(v)$  e  $Cdeg(v)$  registrada pela patente n° US7632985 atingiu impressionantes 388 citações, recorde absoluto dentre as 7234 patentes integrantes da amostra deste estudo. A patente supracitada protege a sequência nucleica que codifica o atributo agronômico presente no produto Soja Roundup Ready™ 2 (RR2) comercializado pela Monsanto. O documento foi depositado no dia 26/05/2006; a aprovação do USPTO ocorreu no dia 15/12/2009. Em apenas 5 anos de vida, esta patente já recebeu 224 citações de outros documentos patentários, ficando somente atrás das patentes n° US4940835, US6982367, US6972354. A proteção legal concedida pela patente US7632985 se estende por mais 11 anos. Deste modo, é natural esperar que as citações direcionadas para o documento patentário analisado neste parágrafo continuem a crescer nos próximos anos<sup>68</sup>.

As constatações apresentadas acima sugerem que a patente n° US7632985 consiste no ativo de propriedade intelectual mais importante obtido pela Monsanto desde a patente US5633435. As informações presentes na Tabela 4.5 fornecem uma evidência adicional favorável a esta afirmação. A despeito do pouco tempo de vida, o documento patentário n° US7632985 registrou o maior valor para o indicador de intermediação ( $Cin(v)$ ) dentre todas as patentes integrantes da rede de inovação. A patente supracitada superou em quatro vezes o documento que registrou o segundo maior valor para o  $Cin(v)$ .

Tabela 4.5: Indicador de intermediação ( $Cin(v)$ ) para as patentes integrantes da amostra da tese (n=7234) - dez patentes que exibiram o maior valor para o indicador

Número	Título	Ano Depósito	$Cin(v)$
7632985	Soybean event MON89788 and methods for detection thereof	2006	0,00052
7164056	Gene targeting using replicating DNA molecules	2002	0,00013
7405074	Glyphosate-N-acetyltransferase (GAT) genes	2004	0,000104
5554798	Fertile glyphosate-resistant transgenic corn plants	1995	0,000093
8053184	Soybean event MON89788 and methods for detection thereof	2009	0,000088
6500617	Optimization of pest resistance genes using DNA shuffling	1999	0,000071
6118047	Anthranilate synthase gene and method of use thereof for conferring tryptophan overproduction	1996	0,000045
6563025	Nucleotide sequences encoding anthranilate synthase	1999	0,000041
6632980	Binary viral expression system in plants	1999	0,000041
4769061	Inhibition resistant 5-enolpyruvyl-3-phosphoshikimate synthase, production and use	1985	0,00004

Forte: elaboração própria mediante a utilização do software PAJEK

<sup>68</sup> Como vimos anteriormente na seção 3.2, o grau de entrada normalizado procura justamente estimar estas citações futuras potenciais.

A seção 3.2 ressaltou que os vértices que registram  $Cin(v)$  elevado atuam como os “porteiros” da rede. Aparentemente a patente n° US7632985 intermediou a transição da fase comercial para a fase pós-comercial da indústria de biotecnologia vegetal. As citações empreendidas pela patente US7632985 se concentram nos documentos de propriedade intelectual desenvolvidos durante as fases pré-comercial e comercial do campo de atividade supracitado. Concomitantemente a patente que protege a tecnologia RR2 recebeu inúmeras citações das patentes classificadas como cultivares, que foram aprovadas durante a fase pós-comercial do setor (ver Tabela IV.1 no anexo IV da tese).

Isto significa que a patente US7632985 se apoiou fortemente nas ferramentas biotecnológicas e nas tecnologias capazes de codificar a tolerância a herbicidas em plantas que foram desenvolvidas durante os anos 80 e 90. Ao mesmo tempo, a sequência nucleica protegida pela patente US7632985 forneceu as bases genéticas para obtenção da nova geração de cultivares tolerantes ao glifosato que passou a ser mobilizada nos processos de hibridização cruzada que deram origem à diversos OGM *stacked* (Tabela IV.1). As operações de retrocruzamento discutidas neste capítulo representam a principal razão por traz das inúmeras funcionalidades exibidas pelos cultivares que foram patenteados no período recente.

#### 4.2.2 Análise da distribuição do grau de entrada e do indicador de proximidade.

A distribuição do grau de entrada exposta na Tabela 4.6 revela a frequência dos vértices de acordo com os distintos valores assumidos pelo grau de entrada. A distribuição das citações recebidas pelas patentes da rede é profundamente assimétrica: 61,38% das patentes (4.440 documentos) não receberam citações. Em contrapartida existe um pequeno grupo de patentes fortemente citadas. Convém destacar que 20 patentes, aproximadamente 0,25% do total dos integrantes da rede, receberam mais de 100 citações.

A leitura da Tabela 4.6 sugere a hipótese que a distribuição das citações recebidas pelas patentes integrantes da rede tende a se aproximar da distribuição *scale-free*<sup>69</sup>. Para comprovar esta hipótese, o presente estudo empregou o método dos mínimos quadrados ordinários para estimar a equação 7, apresentada originalmente na seção 3.2.2. Em termos práticos, o presente estudo estimou a linha de ajuste dos pontos de relação entre  $P(d)$  (frequência dos documentos patentários de acordo com os valores assumidos pelo grau de entrada) e  $d$  (distintos valores registrados pelo grau de entrada).

---

<sup>69</sup> Conforme ressaltou a seção 3.2.2, nas redes que exibem o comportamento *scale-free* a distribuição das conexões em torno dos vértices assume um caráter fortemente assimétrico. Poucos vértices possuem várias conexões enquanto que a imensa maioria dos vértices possui poucas ligações (SAVIOTTI, 2009). Por consequência, a distribuição do grau de entrada nas redes caracterizadas como *scale-free* segue uma lei de potência negativa: a frequência de um determinado grau é proporcional ao valor do grau elevado a uma potência negativa.

Tabela 4.6: Histograma: distribuição do grau de entrada referente à rede de inovação (n=7234 patentes).

Grau de Entrada (d)	Frequência Grau de Entrada (Pd)	Frequência %	Frequência Acumulada	Frequência Acumulada %	ln(Pd)	Ind (d)
0	4440	61,38%	4440	61,38%	8,395	Não Existe
1	846	11,69%	5286	73,07%	6,741	0
2	393	5,43%	5679	78,50%	5,974	0,693
3	260	3,59%	5939	82,10%	5,561	1,099
4	208	2,88%	6147	84,97%	5,338	1,386
5	152	2,10%	6299	87,07%	5,024	1,609
6	108	1,49%	6407	88,57%	4,682	1,792
7	89	1,23%	6496	89,80%	4,489	1,946
8	64	0,88%	6560	90,68%	4,159	2,079
9	51	0,71%	6611	91,39%	3,932	2,197
10	46	0,64%	6657	92,02%	3,829	2,303
11	37	0,51%	6694	92,54%	3,611	2,398
12	31	0,43%	6725	92,96%	3,434	2,485
13	42	0,58%	6767	93,54%	3,738	2,565
14	46	0,64%	6813	94,18%	3,829	2,639
15	26	0,36%	6839	94,54%	3,258	2,708
16	43	0,59%	6882	95,13%	3,761	2,773
17	21	0,29%	6903	95,42%	3,045	2,833
18	23	0,32%	6926	95,74%	3,135	2,890
19	15	0,21%	6941	95,95%	2,708	2,944
20	20	0,28%	6961	96,23%	2,996	2,996
21	10	0,14%	6971	96,36%	2,303	3,045
22	20	0,28%	6991	96,64%	2,996	3,091
23	8	0,11%	6999	96,75%	2,079	3,135
24	18	0,25%	7017	97,00%	2,890	3,178
25	11	0,15%	7028	97,15%	2,398	3,219
26	10	0,14%	7038	97,29%	2,303	3,258
27	9	0,12%	7047	97,41%	2,197	3,296
28	7	0,10%	7054	97,51%	1,946	3,332
29	6	0,08%	7060	97,59%	1,792	3,367
30	10	0,14%	7070	97,73%	2,303	3,401
31	9	0,12%	7079	97,86%	2,197	3,434
32	7	0,10%	7086	97,95%	1,946	3,466
33	4	0,06%	7090	98,01%	1,386	3,497
34	7	0,10%	7097	98,11%	1,946	3,526
35	6	0,08%	7103	98,19%	1,792	3,555
36	6	0,08%	7109	98,27%	1,792	3,584
37	3	0,04%	7112	98,31%	1,099	3,611
38	7	0,10%	7119	98,41%	1,946	3,638
39	6	0,08%	7125	98,49%	1,792	3,664
40	5	0,07%	7130	98,56%	1,609	3,689
41	1	0,01%	7131	98,58%	0,000	3,714
42	5	0,07%	7136	98,65%	1,609	3,738
43	4	0,06%	7140	98,70%	1,386	3,761
44	2	0,03%	7142	98,73%	0,693	3,784
46	4	0,06%	7146	98,78%	1,386	3,829
47	3	0,04%	7149	98,82%	1,099	3,850
49	3	0,04%	7152	98,87%	1,099	3,892
50	1	0,01%	7153	98,88%	0,000	3,912
51	2	0,03%	7155	98,91%	0,693	3,932
52	4	0,06%	7159	98,96%	1,386	3,951
53	2	0,03%	7161	98,99%	0,693	3,970
54	2	0,03%	7163	99,02%	0,693	3,989
55	3	0,04%	7166	99,06%	1,099	4,007
56	1	0,01%	7167	99,07%	0,000	4,025
57	1	0,01%	7168	99,09%	0,000	4,043
58	3	0,04%	7171	99,13%	1,099	4,060
59	2	0,03%	7173	99,16%	0,693	4,078
60	3	0,04%	7176	99,20%	1,099	4,094
61	1	0,01%	7177	99,21%	0,000	4,111
62	2	0,03%	7179	99,24%	0,693	4,127
63	2	0,03%	7181	99,27%	0,693	4,143
64	4	0,06%	7185	99,32%	1,386	4,159
65	1	0,01%	7186	99,34%	0,0	4,174
66	1	0,01%	7187	99,35%	0,0	4,190

67	3	0,04%	7190	99,39%	1,099	4,205
70	2	0,03%	7192	99,42%	0,693	4,248
72	1	0,01%	7193	99,43%	0,0	4,277
73	1	0,01%	7194	99,45%	0,0	4,290
74	2	0,03%	7196	99,47%	0,693	4,304
75	1	0,01%	7197	99,49%	0,0	4,317
76	3	0,04%	7200	99,53%	1,099	4,331
78	1	0,01%	7201	99,54%	0,0	4,357
79	1	0,01%	7202	99,56%	0,0	4,369
80	1	0,01%	7203	99,57%	0,0	4,382
81	1	0,01%	7204	99,59%	0,0	4,394
82	1	0,01%	7205	99,60%	0,0	4,407
83	1	0,01%	7206	99,61%	0,0	4,419
84	1	0,01%	7207	99,63%	0,0	4,431
85	1	0,01%	7208	99,64%	0,0	4,443
89	1	0,01%	7209	99,65%	0,0	4,489
90	3	0,04%	7212	99,70%	1,099	4,500
92	1	0,01%	7213	99,71%	0,0	4,522
95	1	0,01%	7214	99,72%	0,0	4,554
96	1	0,01%	7215	99,74%	0,0	4,564
102	2	0,03%	7217	99,76%	0,693	4,625
105	2	0,03%	7219	99,79%	0,693	4,654
112	1	0,01%	7220	99,81%	0,0	4,718
114	1	0,01%	7221	99,82%	0,0	4,736
117	1	0,01%	7222	99,83%	0,0	4,762
123	1	0,01%	7223	99,85%	0,0	4,812
128	1	0,01%	7224	99,86%	0,0	4,852
134	1	0,01%	7225	99,88%	0,0	4,898
142	1	0,01%	7226	99,89%	0,0	4,956
152	1	0,01%	7227	99,90%	0,0	5,024
154	1	0,01%	7228	99,92%	0,0	5,037
158	1	0,01%	7229	99,93%	0,0	5,063
195	1	0,01%	7230	99,94%	0,0	5,273
224	1	0,01%	7231	99,96%	0,0	5,412
236	1	0,01%	7232	99,97%	0,0	5,464
330	1	0,01%	7233	99,99%	0,0	5,799
333	1	0,01%	7234	100,00%	0,0	5,808

Fonte: elaboração própria mediante a utilização do software PAJEK

O histograma reproduzido na Tabela 4.6 forneceu as informações a respeito de  $d$  e  $P(d)$ . Os pares  $P(d)$  e  $d$  foram convertidos para a escala Log Log. Optou-se por empregar o logaritmo natural (Ln) de base  $e$ , onde  $e$  representa a constante de Euler dada por 2,718281828459045... A coluna 6 da Tabela 4.6 apresenta os valores relativos ao Ln de  $P(d)$  ao passo que a coluna 7 revela o Ln de  $d$ . As informações referentes às patentes que não receberam citações foram deixadas de lado uma vez que não é possível extrair o Ln de  $d=0$ . Na sequência, os dados foram plotados em gráficos Log Log criados a partir das planilhas do Microsoft Excel™. A opção “adicionar linha de tendência” do Excel™ permitiu-nos empregar o método dos mínimos quadrados ordinários para estimar a linha de ajuste dos pontos de relação entre  $\ln(P(d))$  e  $\ln(d)$ , que assumiu o formato:

$$\ln(P(d)) = -1,466 \ln(d) + 6,969 + \varepsilon \quad \text{Equação (12)}$$

onde  $-1,466$  e  $6,969$  são respectivamente os coeficientes angular e linear da reta de regressão ao passo que  $\varepsilon$  representa o resíduo do ajuste.

A tabela 4.7 apresenta o resumo dos resultados da regressão. O teste F avalia a hipótese que todos os parâmetros do modelo são nulos. O resultado registrado pelo teste (F igual a 833,06 com nível de significância igual a 5,29E-50) demonstra a pertinência do ajuste de regressão através da rejeição da hipótese nula. O coeficiente de determinação, denominado de R-quadrado, representa uma medida da qualidade do ajustamento do modelo aos dados. O R-quadrado varia de 0 a 1 e mensura o percentual da variabilidade dos dados explicada pelo modelo. Conforme revela a tabela 4.7b, o R-quadrado atingiu 89,38%, o que indica uma forte relação entre  $P(d)$  e  $d$ .

Tabela 4.7: Resumo dos resultados da regressão. Método dos mínimos quadrados ordinários (nível de significância de 99%).

Tabela 4.7A Estatísticas da Regressão

<i>Coefficiente</i>	<i>Valor</i>
R múltiplo	0,945401425
R-Quadrado	0,893783854
R-quadrado ajustado	0,892710964
Erro padrão	0,533522762
Observações	101

Tabela 4.7B Tabela de Anova

	<i>gl</i>	<i>SQ</i>	<i>MQ</i>	<i>F</i>	<i>F de significação</i>
Regressão	1	237,1281246	237,128125	833,0617	5,29E-50
Resíduo	99	28,18000718	0,28464654		
Total	100	265,3081317			

Tabela 4.7C Coeficientes do Modelo

	<i>Coefficientes</i>	<i>Erro padrão</i>	<i>Stat t</i>	<i>valor-P</i>
Interseção	6,969442016	0,198108781	35,1798744	9,24E-58
Parâmetro $\gamma$	-1,465930956	0,050789617	-28,862808	5,29E-50

Fonte: Elaboração própria a partir da utilização do Excel™

O ajuste de regressão descrito acima somente contabilizou valores positivos para  $P(d)$  e  $d$ , ou seja,  $P(d) > 0$  e  $d > 0$ <sup>70</sup>. Esta constatação permitiu-nos submeter os coeficientes da equação 12 às seguintes transformações algébricas:

<sup>70</sup> O leitor deve se lembrar que as patentes que registravam  $d=0$  foram deixadas de lado durante a conversão dos dados para a escala logarítmica.

$$\begin{aligned}
\ln(P(d)) &= -1,466 \ln(d) + 6,969 \\
\ln(P(d)) &= \ln(d^{-1,466}) + \ln(e^{6,969}) \\
\ln(P(d)) &= \ln(d^{-1,466}) + \ln(1063,629) \\
\ln(P(d)) &= \ln(1063,629d^{-1,466}) \\
e^{\ln(P(d))} &= e^{\ln(1063,629d^{-1,466})} \\
P(d) &= 1063,629d^{-1,466} \qquad \text{Equação (13)}
\end{aligned}$$

A execução das transformações algébricas descritas acima possibilitou a obtenção de uma equação de ajuste em formato de potência que expressa as relações entre  $P(d)$  e  $d$ . O leitor pode observar através da análise da tabela 4.7C que o parâmetro da distribuição que se submete a lei de potência<sup>71</sup> revelou-se significativamente diferente de zero para um nível de confiança de 99%. Esta constatação representa um forte indício favorável ao argumento que a distribuição das citações recebidas pelas patentes integrantes da rede de inovação é regida por uma lei de potência negativa, tal qual a distribuição das conexões em torno dos vértices integrantes das redes *scale-free* teorizadas por Jackson (2010)<sup>72</sup>.

As redes aleatórias exibem comportamentos diferentes em relação às redes *scale-free*. As conexões entre os atores integrantes de uma rede aleatória são formadas independentemente e com igual probabilidade<sup>73</sup>. Por consequência, nos grafos gerados aleatoriamente que registram muitos vértices e baixa probabilidade de ligação entre dois vértices, a distribuição do grau de entrada  $P(d)$  tende a se aproximar da distribuição de Poisson (BARABÁSI *et al.*, 2002; JACKSON, 2010; SOUZA, 2013) dada por :

$$P(d) = \frac{e^{-(n-1)p} ((n-1)p)^d}{d!} \qquad \text{Equação (14)}$$

Onde:

$p$  representa a probabilidade de conexão entre dois vértices quaisquer

$d$  representa o grau de entrada

$n$  é o número de vértices da rede

Em contrapartida, as redes caracterizadas pelo comportamento *scale-free* tendem a exibir ligações preferencias, as quais podem ser caracterizadas pelo provérbio inglês *the rich get richer, the poor get poorer*: os membros mais recentes que ingressam na rede tendem a

<sup>71</sup> Estamos nos referindo ao coeficiente  $\gamma = -1,466$ .

<sup>72</sup> Convém relembrar ao leitor que Jackson (2010) defende o argumento que as conexões entre os vértices pertencentes a uma rede *scale-free* são formadas a partir da relação de potência expressa pela equação 7, que foi reproduzida na seção 3.2.2 da tese.

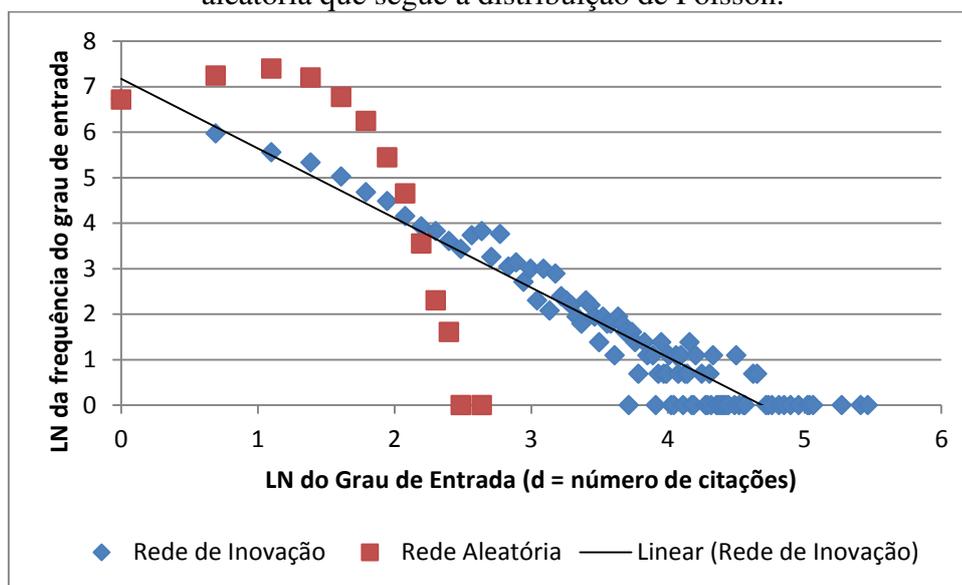
<sup>73</sup> As redes cujas conexões são formadas por um processo puramente aleatório também recebem a denominação de redes Erdos-Renyi (SOUZA, 2013).

estabelecer ligações preferenciais com os atores mais antigos da rede que detém maior importância, ampliando ainda mais a relevância dos integrantes desta elite.

Em virtude da presença das ligações preferenciais, as redes *scale-free* normalmente exibem uma quantidade elevada de atores que são pouco conectados e também alguns vértices que registram valores extremamente elevados para o grau de entrada, que dificilmente são observados nas redes aleatórias. Por consequência, as redes *scale-free* normalmente apresentam distribuições do grau de entrada com caudas gordas, que são muito mais longas em relação às caudas presentes nas distribuições associadas às redes aleatórias (JACKSON, 2010). A cauda gorda sinaliza justamente a assimetria existente entre as conexões estabelecidas pelos membros do grafo. Dessa maneira, os vértices situados sob a cauda gorda representam os atores mais importantes da rede que foram alvo das ligações preferenciais (BARABÁSI *et al.*, 2002; NEWMAN, 2005).

O presente estudo procurou verificar se a rede de inovação exibe uma cauda gorda em relação às redes formadas aleatoriamente. Para tanto, foram adotados os seguintes procedimentos: i) criou-se um gráfico Log Log no qual foram plotados todos os pares  $\ln(P(d))$  e  $\ln(d)$  listados nas colunas 6 e 7 da Tabela 4.6; iii) a funcionalidade *Create Random Network* disponibilizada pelo PAJEK foi utilizada para gerar uma rede aleatória unidirecional que possui o mesmo número de vértices, o mesmo número de arcos e, conseqüentemente, o mesmo grau de entrada médio (3,27 conexões) em relação a rede de inovação. Na rede aleatória, a formação das conexões em torno dos vértices segue a distribuição de Poisson; iv) os valores de  $d'$  (valores assumidos pelo grau de entrada na rede aleatória) e  $P(d')$  (frequência dos vértices de acordo com os distintos valores registrados por  $d'$ ) também foram convertidos para a escala logarítmica; v) os pares  $\ln(P(d'))$  e  $\ln(d')$  foram plotados no mesmo gráfico Log Log. Os resultados destes esforços podem ser vislumbrados na Figura 4.2.

Figura 4.2: Distribuição do grau de entrada: comparação da rede de inovação com a rede aleatória que segue a distribuição de Poisson.



Fonte: Elaboração própria mediante a utilização do software PajeK.

A Figura 4.2 confirmou a suspeita que a distribuição do grau de entrada referente à rede de inovação exibe uma cauda mais longa em relação à rede aleatória. No grafo gerado randomicamente, a distribuição assume um caráter centralizado; concentrando-se em torno do grau de entrada médio que, como vimos anteriormente, equivale a 3,27 conexões<sup>74</sup> para ambas as redes.

Em contrapartida, a maioria dos vértices pertencentes à rede de inovação recebeu entre 1 e 2 citações<sup>75</sup>. A análise da distribuição das citações também revelou a existência de um pequeno grupo de patentes fortemente citadas que deu origem a uma cauda gorda. Ainda de acordo com a Figura 4.2, a cauda gorda da rede de inovação se inicia quando o logaritmo natural do grau de entrada assume o valor 2,9957, ou seja, a partir de 20 citações<sup>76</sup>. A análise da coluna nº 5 da Tabela 4.6 revela que somente 3,77% das patentes integrantes da amostra da tese receberam mais de 20 citações e, portanto, fazem parte da cauda gorda da distribuição.

A identificação da cauda gorda a partir da figura 4.2 permite-nos concluir que a rede de inovação registra o formato típico das redes *scale-free* devido, sobretudo, à existência de ligações preferenciais. Estas ligações preferenciais podem ser interpretadas da seguinte forma: as patentes mais importantes que receberam muitas citações posteriores apresentam maiores

<sup>74</sup> Dado o valor  $\text{Ln}(d') = 1,185$  presente no eixo das abcissas da Figura 4.2 o leitor deve ter em mente o seguinte raciocínio algébrico para visualizar a informação presente no corpo do parágrafo:

$$\begin{aligned}\text{Ln}(d') &= 1,185 \\ e^{\text{Ln}(d')} &= e^{1,185} \\ d' &= 3,27 \text{ conexões}\end{aligned}$$

<sup>75</sup> Raciocínio algébrico análogo à nota de rodapé anterior.

<sup>76</sup> Ver nota de rodapé nº 57.

probabilidades de serem analisadas e citadas pelos documentos de propriedade intelectual mais jovens. Em síntese, existe na rede uma forte concentração das citações em poucas patentes. Constata-se, por consequência, a existência de um padrão tecnológico maduro centrado em algumas patentes centrais fortemente interligadas entre si. Por esta razão, a cauda gorda concentra as patentes de maior “importância mercadológica” capazes de originar TT.

O indicador de proximidade ( $Ck(v)$ ) pode ser utilizado como uma *proxy* para identificar as patentes integrantes da rede de inovação que foram alvos de ligações preferenciais. Conforme ressaltou a seção 3.2, o  $Ck(v)$  revela a distância de um nó em relação a todos os demais vértices integrantes da rede. Isto significa que, em termos geodésicos, os documentos patentários que exibem valores elevados para o  $Ck(v)$  se situam a poucas conexões dos membros mais recentes da rede. Esta proximidade muitas vezes decorre das citações preferenciais que as patentes mais jovens direcionam para os documentos patentários mais antigos tidos como importantes.

Tabela 4.8: Indicador de proximidade ( $Ck(v)$ ) para as patentes integrantes da amostra da tese (n=7234) - quinze patentes que exibiram o maior valor para o indicador

Número	Título	Ano Depósito	$Ck(v)$
4535060	Inhibition resistant 5-enolpyruvyl-3-phosphoshikimate synthetase, production and use	1983	0,102066
4769061	Inhibition resistant 5-enolpyruvyl-3-phosphoshikimate synthase, production and use	1985	0,091016
4940835	Glyphosate-resistant plants	1986	0,086139
5004863	Genetic engineering of cotton plants and lines	1986	0,074437
4459355	Method for transforming plant cells	1982	0,073118
5015580	Particle-mediated transformation of soybean plants and lines	1988	0,067991
5034322	Chimeric genes suitable for expression in plant cells	1989	0,062082
5352605	Chimeric genes for transforming plant cells using viral promoters	1993	0,059817
5188958	Transformation and foreign gene expression in brassica species	1989	0,055486
5188642	Glyphosate-resistant plants	1990	0,05419
4971908	Glyphosate-tolerant 5-enolpyruvyl-3-phosphoshikimate synthase	1988	0,053588
5094945	Inhibition resistant 5-enolpyruvyl-3-phosphoshikimate synthase, production and use	1988	0,053235
5049500	Pollen-mediated gene transformation in plants	1989	0,049835
5500365	Synthetic plant genes	1992	0,046514
5633435	Glyphosate-tolerant 5-enolpyruvylshikimate-3-phosphate synthases	1994	0,045031

Fonte: Elaboração própria mediante a utilização do PAJEK

De acordo com a tabela 4.8, as patentes que registraram os maiores valores para o  $Ck(v)$  reivindicam, sobretudo, ferramentas biotecnológicas desenvolvidas no período 1983-1994. Isto significa que estas tecnologias se encontram muito próximas das patentes mais jovens aprovadas durante as fase pós-comercial da indústria de biotecnologia vegetal. A proximidade

geodésica existente entre as tecnologias habilitadoras e as patentes mais recentes que protegem novos cultivares pode dar origem a situações de empilhamento de patentes. Conforme ressaltou a seção 1.3.1, este cenário configura-se quando os detentores de tecnologias intermediárias adquirem o direito cobrar *royalties* sobre as invenções futuras associadas a produtos finais ou até mesmo, em algumas situações, de bloquear a comercialização de tais produtos.

A maioria das patentes listadas na tabela 4.8 faz parte das TT mapeadas pela tese. O próximo capítulo analisará a composição destas TT à luz dos indicadores de apropriabilidade descritos na seção 3.4. Espera-se, por consequência, que estes esforços analíticos fortaleçam os argumentos favoráveis à hipótese 1 expostos acima.

### 4.3 Síntese e conclusão

Os estudos desenvolvidos neste capítulo a respeito da composição tecnológica dos projetos de P&D priorizados pelas firmas em períodos temporais distintos revelaram a existência de três etapas associadas ao desenvolvimento de biotecnologias vegetais. A fase pré-comercial (1982-1995) está diretamente relacionada ao desenvolvimento das tecnologias habilitadoras. Também datam deste período os primeiros esforços de P&D no sentido de tornar as plantas resistentes contra pragas ou tolerantes ao herbicida glifosato. Durante a fase comercial (1996-2005) as atividades inventivas priorizaram projetos associados à obtenção de produtos finais comercializáveis. Este período caracteriza-se pelo forte crescimento do patenteamento das sequências genéticas destinadas a promover alterações na fisiologia vegetal.

A fase pós-comercial se inicia em 2006 e se estende até os dias de hoje. Nos anos mais recentes, o enfoque dos projetos de P&D dedicados aos OGM sofreu fortes mudanças. Grande parte dos esforços de pesquisa foram redirecionados das técnicas de biologia molecular para os programas de melhoramento de plantas baseados em métodos de cultivo e seleção tradicionais. Observa-se neste período a intensificação do patenteamento de cultivares e o crescimento do plantio dos OGM *stacked*, que exibem múltiplos atributos de origem transgênica. A transição da fase comercial para a fase pós-comercial ocorreu, sobretudo, devido às estratégias comerciais implementadas pela Monsanto que visaram, dentre outros motivos, conquistar vantagens de quem se move à frente no desenvolvimento dos OGM *stacked*.

A análise da distribuição das citações recebidas pelas patentes integrantes da rede de inovação revelou a existência de um padrão tecnológico maduro centrado em algumas patentes-chaves. O estudo das medidas de centralidade (grau de entrada, intermediação e proximidade) contribuiu para identificar os membros deste grupo seletivo. Dentre as patentes centrais que atingiram o mercado e propiciaram lucros para os seus titulares, se destacam os documentos

patentários obtidos durante a fase pré-comercial da indústria de biotecnologia vegetal que reivindicam os métodos de inserção de material genético em células vegetais e também as ferramentas biotecnológicas que regulam o processo de expressão gênica em plantas.

O presente estudo também confirmou a importância das patentes número US5633435; US7632985; US6982367 e US6972354 - que protegem respectivamente o produto Soja RR 1, o produto Soja RR 2, e os métodos de transferência de atributos de origem transgênica para novas variedades agronômicas por meio de processos de hibridização cruzada - para as estratégias recentes da Monsanto voltadas para a obtenção de novos cultivares, em particular os OGM *stacked*.

O próximo capítulo pretende demonstrar que as patentes que protegem diretamente as tecnologias descritas nos dois últimos parágrafos contribuíram fortemente para assegurar a apropriabilidade das sementes transgênicas de soja, milho e algodão.



## **Capítulo 5 : TRAJETÓRIAS TECNOLÓGICAS E AS ESTRATÉGIAS CORPORATIVAS VOLTADAS PARA A APROPRIAÇÃO DOS OGM**

O intuito deste capítulo consiste em comprovar que as TT mapeadas a partir da metodologia das redes de citação de patentes estão fortemente relacionadas aos mecanismos de apropriabilidade mobilizados pelas firmas atuantes no desenvolvimento de biotecnologias agrícolas. Optou-se, assim, por estruturar o capítulo em 4 seções, que abarcam os seguintes temas. A seção 5.1 descreve os resultados obtidos a partir da execução dos procedimentos metodológicos descritos na seção 3.3, os quais possibilitaram a identificação de 45 documentos patentários integrantes de quatro TT distintas. A seção 5.2 discute a concentração das ações judiciais de violação de patentes identificadas pelo presente estudo em torno dos documentos de propriedade intelectual que fazem parte das TT.

A seção 5.3 representa o núcleo do capítulo. As TT são analisadas à luz dos indicadores de apropriabilidade CBL, CP, SPILL e AP descritos na seção 3.4, das informações qualitativas extraídas a partir das ações de violação de patentes que deram origem às principais batalhas judiciais travadas entre as *big six companies*, e das sentenças promulgadas pelos tribunais que solucionaram tais conflitos. Esses documentos jurídicos fornecem informações valiosas a respeito das medidas legais efetivamente adotadas pelas firmas para excluir outros agentes econômicos do mercado. Por fim, a seção 5.4 discute as estratégias de apropriabilidade empregadas pela Monsanto durante a fase pós comercial da indústria de biotecnologia vegetal em resposta ao término do prazo de proteção de legal das principais patentes que reivindicam tecnologias habilitadoras.

### **5.1 Trajetórias tecnológicas mapeadas por meio da metodologia das redes de inovação.**

A primeira etapa do processo de mapeamento das TT envolveu o levantamento das patentes que protegem diretamente as sequências nucleicas que codificam os atributos agrônômicos que deram origem aos eventos de transgenia de soja liberados para plantio nos EUA. A execução do procedimento metodológico nº 1.1 descrito na seção 3.3.1 possibilitou a identificação de 12 eventos desta natureza. As colunas 3, 4 e 5 da Tabela 5.1 apresentam respectivamente o nome, o ano do aval da FDA e os atributos aprovados em cada evento. Adicionalmente, a coluna 1 revela os produtos comerciais derivados de tais atributos de origem transgênica.

Tabela 5.1: Sementes de soja transgênicas comercializadas nos EUA

<b>Empresa</b>	<b>Nome comercial</b>	<b>Evento</b>	<b>Atributos Codificados</b>	<b>Aprovação do produto</b>	<b>Número da Patente</b>
Monsanto	Roundup Ready™	GTS 40-3-2 (40-3-2)	TH Glif	1995	US5633435; USRE39247
Bayer	Liberty™	A2704-12	TH Gluf	1998	US8012689
Dupont	Optimum GAT™	DP356043	TH Sulf; TH Glif	2007	US7951995
Monsanto	Roundup Ready™ 2	MON89788	TH Glif	2007	US7632985
Dupont	Treus™, Plenish™	DP305423	Ac. Graxos	2009	Não Econtrada
Monsanto	Intacta™	MON87701	Res. Lepid	2010	US8049071
Dow	Enlist™	DAS-68416-4	TH Gluf ; 2,4-D TH	2011	Não Econtrada
Monsanto	Roundup Ready™ 2 Xtend™	MON87708	TH Dicamba	2011	Não Econtrada
Monsanto	Vistive Gold™	MON87705	Ác. graxos; TH Glif	2011	US8329989
BASF	Cultivance™	BPS-CV127-9	TH Sulf	2012	Não Econtrada
Syngenta/ Bayer	HT Soybean line	SYHT0H2	TH Glif; Mesotrione TH	2014	Não Econtrada

Fonte ISAAA

Legenda: TH Glif: Tolerância ao Glifosato; TH Gluf: Tolerância ao herbicida Glufosinate; TH Sulf: Tolerância ao herbicida Sulfonylurea; Ac. Graxos: Produção de ácidos graxos; Res. Lepid: Resistência contra insetos e pragas; 2,4-D TH: 2,4-D tolerância ao herbicida; TH Dicamba: Tolerância ao herbicida Dicamba; Mesotrione TH: tolerância ao herbicida Mesotrione

O procedimento metodológico nº 1.2 (ver seção 3.3.1) possibilitou a identificação de sete documentos patentários que pleiteiam a posse dos eventos de transgenia listados na Tabela 5.1. Estes documentos receberam a seguinte numeração do USPTO: US5633435; USRE39247; US7632985; US7951995; US8012689; US8049071; US8329989. Os produtos comerciais protegidos diretamente por tais patentes podem ser observados mediante a análise conjunta das colunas 2 e 6 da Tabela 5.1.

A segunda etapa do processo de identificação das TT envolveu o mapeamento dos documentos patentários que reivindicam as principais tecnologias intermediárias que abriram o caminho para a obtenção das 7 patentes elencadas na coluna 6 da Tabela 5.1.

A execução do procedimento metodológico n° 2.1 descrito na seção 3.3.2 possibilitou a identificação de 36 patentes, passíveis de serem classificadas da seguinte maneira:

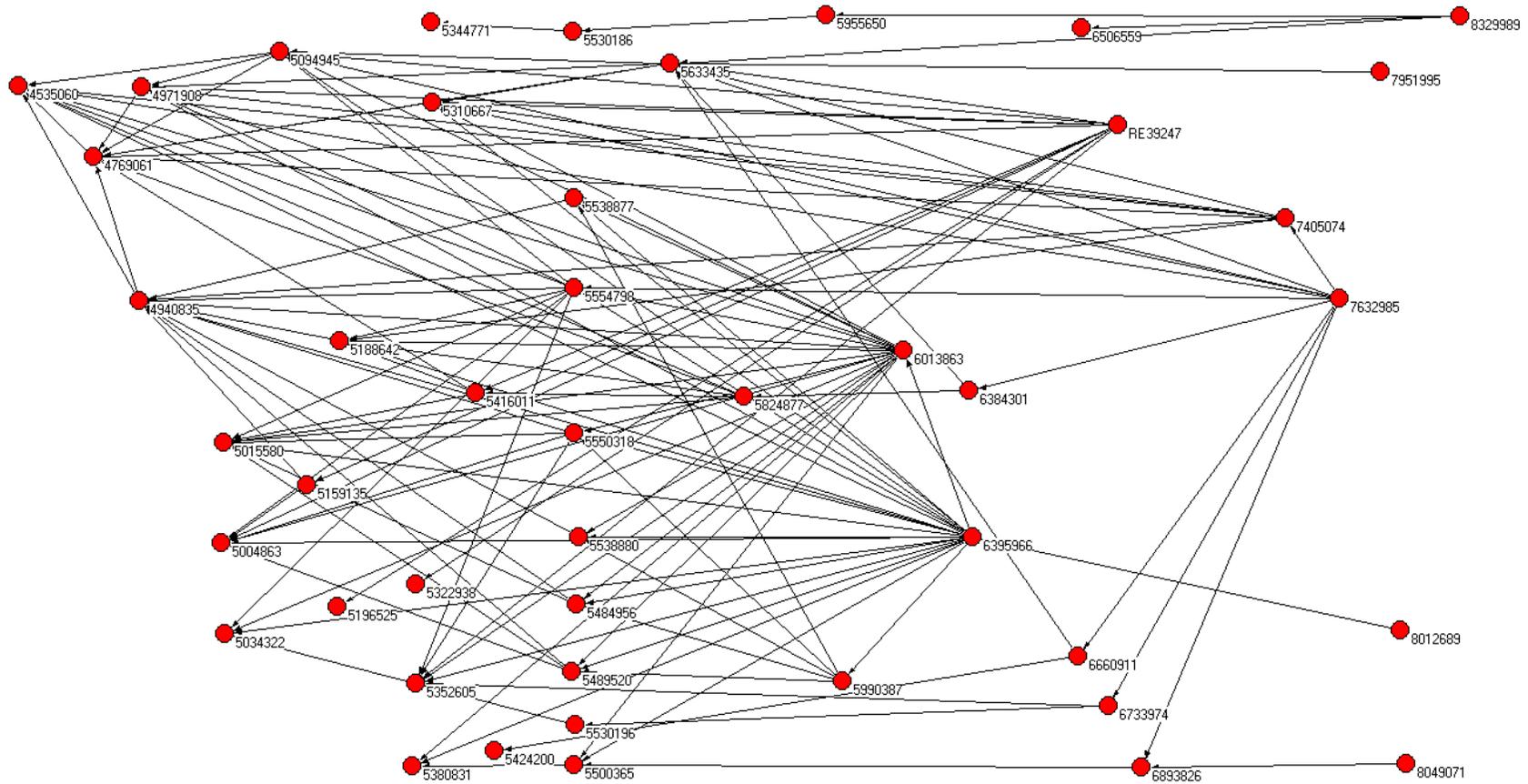
- i) 5 patentes conectoras, os documentos número US5955650, US6395966, US6660911, US6733974, US7405074;
- ii) 15 patentes altamente citadas que receberam citações diretas das patentes listadas na coluna 6 da Tabela 5.1, ou seja, os documentos número US4535060, US4769061, US4970198, US5004863, US5094945, US5159135, US5196525, US5310667, US5322938, US5352605, US5416011, US5554798, US6384301, US6506559, US6893826;
- iii) 16 patentes altamente citadas que registram distância geodésica igual a 2 em relação a, no mínimo, um documento patentário que protege diretamente um evento de transgenia de soja aprovado pela FDA. Estamos nos referindo aos documentos número US4940835; US5015580; US5034322; US5188642; US5424200; US5484956; US5489520; US5500365; US5530186; US5530196; US5538877; US5538880; US5550318; US5824877; US5990387; US6013863.

A adoção do procedimento metodológico n° 2.2 descrito na seção 3.3.2 possibilitou a identificação dos documentos patentários número US5344771 e US5380831 que registram distância geodésica igual a 3 em relação a, no mínimo, uma patente listada na coluna 6 da Tabela 5.1. Os documentos patentários apontados acima não citam outras patentes integrantes do grafo. Isto significa que as patentes US5344771 e US5380831 deram início a duas TT presentes no núcleo da rede de inovação<sup>77</sup>.

---

<sup>77</sup> Convém neste momento emitir uma importante ressalva metodológica. O fato da rede não registrar nenhuma citação empreendida pelas patentes n° US5344771 e US5380831 não significa necessariamente que estes documentos não citam outras patentes. A única conclusão que podemos extrair deste fato é que as patentes citadas pelos documentos US5344771 e US5380831 não atendem aos critérios preestabelecidos para as buscas que deram origem à rede. À luz desta constatação, o processo de identificação das patentes integrantes das TT se encerrou após a identificação das patentes supracitadas.

Figura 5.1: Sub-rede de inovação organizada de acordo com o ano de aprovação das patentes (n=45 patentes).



Fonte: Elaboração própria a partir dos softwares OPCS e PAJEK

Em síntese, a adoção dos procedimentos metodológicos descritos na seção 3.3 possibilitou a identificação de 45 documentos de propriedade intelectual. Estas patentes foram importadas para o software OPCS através da ferramenta “número de patentes”, o que possibilitou a construção da sub-rede de inovação reproduzida na Figura 5.1. Os vértices da sub-rede abarcam as 7 patentes listadas na coluna 6 da Tabela 5.1 e as 38 patentes listadas nos últimos parágrafos.

O estudo conjunto da Figura 5.1 com a Tabela 4.4 evidencia que a sub-rede de inovação agrupa 14 patentes que receberam, no mínimo, 100 citações posteriores. Estamos nos referindo aos documentos patentários número US4535060; US4769061; US4940835; US4971908; US5004863; US5015580; US5188642; US5352605; US5489520; US5500365; US5538880; US5550318; US5633435; US7632985. Não por acaso, o grau de entrada médio correspondente apenas às 45 patentes<sup>78</sup> que fazem parte da Figura 5.1 atingiu o valor 72,71, situando-se muito acima do valor de corte preestabelecido para a identificação das patentes altamente citadas, que foi definido em 20 citações.

A Figura 5.1 revela que os documentos patentários altamente citados que fazem parte da sub-rede também estabelecem conexões entre si. Descarta-se, por consequência, a vigência de um padrão de rede denominado “estrela” definido pela presença de poucas patentes muito citadas que, no entanto, não compartilham vínculos comuns. O padrão de rede em formato estrela é típico dos segmentos econômicos que não atingiram a maturidade tecnológica e que, por consequência, não apresentam TT consolidadas (DAL POZ, SILVEIRA e MASAGO, 2012; SILVEIRA *et al.*, 2013). Em contrapartida, a estrutura fortemente conectada assumida pela sub-rede de inovação fornece evidências de que a indústria de biotecnologia vegetal registra um padrão tecnológico maduro centrado em algumas patentes chaves fortemente interligadas entre si, que, devido a este motivo, estão vinculadas à TT.

A leitura do resumo e das reivindicações de proteção legal postuladas pelas patentes integrantes da sub-rede de inovação possibilitou a classificação dos documentos de propriedade intelectual em 4 clusters tecnológicos:

---

<sup>78</sup> As 45 patentes integrantes da sub-rede de inovação são descritas nas Tabelas n° 5.4, 5.6, 5.7 e 5.8 que se encontram presentes na seção 5.3

- I) Cluster 1 - tolerância a herbicidas, constituído pelas patentes número: US4535060; US5094945; US4769061; US4971908; US4940835; US5188642; US5310667; US5633435; USRE39247; US7405074; US7632985; US7951995.
- II) Cluster 2 - tecnologias habilitadoras, composto pelos documentos: US4940835; US5188642; US5004863; US5159135; US5416011; US5824877; US6384301; US5015580; US5484956; US5538877; US5538880; US5554798; US6013863; US5489520; US5550318; US6395966; US5990387; US5034322; US535260; US55530196; US6733974; US5196525; US5322938; US5424200; US6660911; US8012689.
- III) Cluster 3 - resistência contra pragas e insetos, que engloba as patentes: US5380831; US5500365; US6893826; US8049071
- IV) Cluster 4 mudanças no metabolismo lipídico das células vegetais, composto pelos documentos patentários: US5344771; US5530186; US5955650; US6506559; US8329989.

O mapeamento dos caminhos geodésicos constituídos a partir dos arcos (citações) que interligam os membros de cada *cluster* entre si e aos documentos patentários que protegem diretamente os produtos finais listados na Tabela 5.1 possibilitou a identificação das principais sequências de invenções que se encontram encadeadas ao longo do período temporal coberto pela sub-rede de inovação. Estes caminhos geodésicos representam, por consequência, *proxies* das TT presentes em cada *cluster* tecnológico: TT n° 1 - tolerância a herbicidas; TT n° 2.1 tecnologias que atuam sobre o processo de expressão gênica, TT n° 2.2 inserção de material genético exógeno por meio de agrobactérias e TT n° 2.3 transferência de material genético exógeno baseada no bombardeamento celular; TT n° 3 resistência contra pragas e insetos; TT n° 4 - mudanças no metabolismo lipídico das células vegetais<sup>79</sup>. As TT serão analisadas pormenorizadamente na seção 5.3.

---

<sup>79</sup> As imagens referentes às TT listadas no corpo do parágrafo são apresentadas nas Figuras 5.2, 5.3, 5.4, 5.5 e 5.6 que se encontram presentes na seção 5.3

## **5.2 A concentração das ações judiciais de violação de DPI em torno das patentes integrantes das TT.**

O presente estudo identificou 164 processos judiciais que envolveram acusações de violação de, no mínimo, um documento de propriedade intelectual pertencente à amostra da tese composta por 7234 patentes. Os litígios judiciais podem ser classificados em dois grupos distintos: i) 104 processos foram impetrados contra agricultores norte-americanos (quadro III.1 do anexo III); ii) 57 litígios judiciais tiveram como réu empresas atuantes no desenvolvimento de biotecnologias vegetais (quadro III.2 do anexo III).

Com exceção dos processos n° 5:12cv06046 e 1:09cv01246 que registram como parte queixosa a Dupont, as demais 102 ações judiciais que acusam agricultores norte-americanos de violação de patentes foram instauradas pela Monsanto. Convém lembrar ao leitor que a busca n° 2 identificou 2310 patentes pertencentes à empresa de Saint Louis ou às suas subsidiárias. Apesar deste amplo portfólio de documentos de propriedade intelectual, 97,05% dos litígios movidos pela Monsanto contra fazendeiros se concentram em apenas três patentes, os documentos US5352605; US5633435 e USRE3924. A primeira patente faz parte da TT n°2.1 que engloba tecnologias que regulam o processo de expressão gênica. Por sua vez, os documentos US5633435 e USRE39247 integram a TT n° 1 (tolerância a herbicidas).

A patente n° US5633435 foi depositada em 1994 e aprovada no dia 27 de setembro de 1997. Em 2006 o documento de propriedade intelectual foi reoutorgado pelo USPTO sob a numeração USRE39247. Dessa maneira, as patentes discutidas neste parágrafo protegem a mesma invenção, ou seja, uma sequência nucleica que codifica a tolerância ao herbicida glifosato em sementes de soja. Por sua vez, o documento US5352605 reivindica o direito de utilização dos trechos do DNA do vírus mosaico da couve-flor (CaMV) correspondentes aos promotores 35S e 19S na elaboração de genes quiméricos. As técnicas de DNA recombinante possibilitaram a junção da sequência nucleica reivindicada pelas patentes US5633435 e USRE39247 com o promotor 35S. O gene quimérico assim obtido foi posteriormente inserido em linhagens de soja, o que deu origem ao produto comercial Soja RR1.

O promotor viral 35S tem a função de instruir a planta a iniciar o processo de expressão gênica logo após a transferência do material genético externo. Por esta razão, diversos OGM pertencentes à Monsanto foram desenvolvidos por meio da inserção em células vegetais de genes quiméricos que contêm cópias do promotor 35S. Neste grupo incluem-se, além da Soja RR1, os produtos Algodão Bollgard I™, Algodão Bollgard II™,

MilhoYieldGard™, Milho RRI e Milho RRII<sup>80</sup>. Ao assegurar direitos de propriedade sobre o promotor 35S que se encontra presente no código genético dos OGM listados acima, a patente US5352605 forneceu, durante o período 1996-2013, o embasamento jurídico necessário para a cobrança de *royalties* sobre os cultivares de soja, milho e algodão que carregam a primeira geração dos atributos RR ou Bollgard™.

Por consequência, o documento US5352605 também auxiliou na punição dos fazendeiros que replantaram sementes obtidas a partir de OGM comercializados pela Monsanto sem o consentimento da empresa. O presente estudo identificou 63 ações judiciais instauradas a partir da patente US5352605 que acusam agricultores norte-americanos de cometer crimes de biopirataria (ver Tabela 5.6). Trata-se, por consequência, do documento que registrou o maior valor para o indicador SPILL.

A amostra da tese possui 7.234 documentos de propriedade intelectual. A despeito do tamanho expressivo da amostra, as ações judiciais de violação de patentes se concentraram em poucos documentos. Dentre os 57 processos que tiveram como réu empresas atuantes no desenvolvimento de biotecnologias vegetais, 37 litígios (65% do total) contaram com a participação de, no mínimo, um documento patentário pertencente à sub-rede de inovação composta por apenas 45 patentes agrobiotecnológicas.

Esta constatação representa uma evidência empírica de que a proteção das tecnologias incorporadas nas sementes transgênicas de soja, milho e algodão contra a ação das empresas rivais que tiveram comportamentos infringentes se deu, sobretudo, a partir das patentes integrantes das TT mapeadas pelo presente estudo. A Tabela 5.2 contribui para reforçar este argumento. Trata-se da distribuição dos processos judiciais de acordo com as patentes que deram origem aos mesmos. As patentes em negrito fazem parte da sub-rede de inovação. O leitor pode perceber que os documentos patentários mobilizados em, no mínimo, três ações judiciais que acusam outras empresas de violar DPI também integram as TT listadas na seção anterior.

---

<sup>80</sup> De acordo com Podevin e Jardim (2012, p.296) dentre os 86 eventos de transgenia que foram aprovados nos EUA até 2012, 54 eventos envolveram genes quiméricos que continham uma ou mais cópias do promotor CaMv 35S.

Tabela 5.2: Distribuição por patente das ações de violação de DPI instauradas contra empresas atuantes no desenvolvimento de agrobiotecnologias (patentes mobilizadas em, no mínimo, dois processos).

Patente	Título	CBL	Detentor
4940835	Glyphosate-resistant plants	6	Monsanto
5489520	Process of producing fertile transgenic zea mays plants and progeny comprising a gene encoding phosphinothricin acetyl transferase	6	DEKALB
5484956	Fertile transgenic Zea mays plant comprising heterologous DNA encoding Bacillus thuringiensis endotoxin	5	DEKALB
5538880	Method for preparing fertile transgenic corn plants	5	DEKALB
5550318	Methods and compositions for the production of stably transformed, fertile monocot plants and cells thereof	4	DEKALB
6506559	Genetic inhibition by double-stranded RNA	4	Carnegie Institute
5633435	Glyphosate-tolerant 5-enolpyruvylshikimate-3-phosphate synthases	3	Monsanto
5034322	Chimeric genes suitable for expression in plant cells	2	Monsanto
5164316	DNA construct for enhancing the efficiency of transcription	2	University of British Columbia
5188642	Glyphosate-resistant plants	2	Monsanto
5196525	DNA construct for enhancing the efficiency of transcription	2	University of British Columbia
5322938	DNA sequence for enhancing the efficiency of transcription	2	Monsanto
5352605	Chimeric genes for transforming plant cells using viral promoters	2	Monsanto
5378824	Nucleic acid fragment encoding herbicide resistant plant acetolactate synthase	2	Dupont
5500365	Synthetic plant genes	2	Monsanto
5538877	Method for preparing fertile transgenic corn plants	2	DEKALB
5545565	Transformation vectors allowing expression of foreign polypeptide endoxins from Bacillus thuringiensis in plants	2	Plant Genetic Systems
5554798	Fertile glyphosate-resistant transgenic corn plants	2	DEKALB
5767372	Transformation vectors allowing expression of foreign polypeptide endotoxins from Bacillus thuringiensis in plants	2	Plant Genetic Systems
5792930	Chimeric gene for the transformation of plants	2	Rhone Poulenc
5866784	Recombinant plant expressing non-competitively binding insecticidal crystal proteins	2	Plant Genetic Systems
5908970	Recombinant plant expressing non-competitively binding Bt insecticidal crystal proteins	2	Plant Genetic Systems
5990387	Stable transformation of plant cells	2	Pioneer
6013863	Fertile transgenic corn plants	2	DEKALB
6172281	Recombinant plant expressing non-competitively binding BT insecticidal crystal proteins	2	Aventis
6313282	Isolated DNA sequence which can serve as terminator region in a chimeric gene capable of being used for the transformation of plants	2	Rhone Poulenc
6320100	Synthetic DNA sequences having enhanced insecticidal activity in maize	2	Syngenta
6338961	Isolated DNA sequence capable of serving as regulatory element in a chimeric gene which can be used for the transformation of plants	2	Rhone Poulenc
6362396	Chimeric gene for the transformation of plants	2	Aventis
6566587	Mutated 5-enolpyruvylshikimate-3-phosphate synthase, gene coding for said protein and transformed plants containing said gene	2	Bayer CropScience
7538095	Genetic inhibition by double-stranded RNA	2	Carnegie Institute
7560438	Genetic inhibition by double-stranded RNA	2	Carnegie Institute
7622633	Genetic inhibition by double-stranded RNA	2	Carnegie Institute
Re36449	Chimeric gene for the transformation of plants	2	Rhone Poulenc
Re37287	Chimeric gene for the transformation of plants	2	Aventis

Fonte: elaboração própria a partir da utilização da plataforma Thomson Innovation™. Documentos em negrito fazem parte da sub-rede de inovação.

A análise do resumo e das reivindicações de proteção legal presentes nos documentos patentários listados na Tabela 5.2 evidenciou que a maior parte das ações judiciais de violação de DPI que tiveram como réu outras EBB foi instaurada a partir de patentes que protegem as técnicas de engenharia genética utilizadas para transferir o DNA de outras espécies

para as células vegetais e também para aprimorar o processo de expressão gênica. Esta constatação representa um indício de que as principais tecnologias habilitadoras necessárias para a criação dos OGM foram mobilizadas pelas firmas para edificar barreiras à entrada legais e assim limitar o raio de ação dos concorrentes.

A leitura da Tabela 5.2 também sinaliza que as ações judiciais que acusam empresas atuantes no desenvolvimento de agrobiotecnologias de infringir tecnologias patenteadas se concentram, sobretudo, em torno de patentes pertencentes à Monsanto. A Tabela 5.3 confirma esta percepção. Os 57 litígios identificados pelo presente estudo envolveram, ao todo, 132 documentos de propriedade intelectual. Dentre estas 132 patentes, 61 documentos pertencem à Monsanto, dos quais 30 foram desenvolvidos internamente e outras 31 patentes foram obtidas mediante a aquisição das empresas Calgene e Dekalb.

Tabela 5.3: Distribuição por depositante das patentes que foram mobilizadas em ações judiciais de violação de DPI instauradas contra EBB.

<b>Empresa</b>	<b>Nº Patentes</b>
Monsanto	30
Dekalb	28
Plant Genetic Systems	13
RHONE POULENC	10
Carnegie Institution	10
Aventis	9
Bayer Cropscience	6
Dupont	5
Pioneer .	4
Syngenta	3
Calgene	3
Invitrogen Corporation	2
American Cyanamid Company	2
Ribozyme Pharmaceuticals Inc.	2
Novartis AG	1
Mycogen	1
Life Technologies Corporation	1
Hoechst	1
Prolume LTD	1

Fonte: elaboração própria a partir da utilização da plataforma Thomson Innovation™

A análise da sub-rede de inovação torna ainda mais evidente a concentração das acusações de violação de DPI em torno das patentes pertencentes à Monsanto. A empresa detém 20 dos 23 documentos patentários integrantes da sub-rede que foram mobilizados em disputas judiciais, dos quais, 10 patentes foram obtidas mediante a aquisição das empresas Dekalb e Calgene, 1 patente foi comprada diretamente da Universidade de Bristol e 9 documentos foram desenvolvidos internamente. Os 20 documentos deram origem a 30 processos judiciais que acusam outras EBB de violar tecnologias patenteadas, o que corresponde a mais da metade dos litígios desta natureza identificados pela tese.

Os resultados apresentados até o momento fornecem indícios de que a Monsanto empregou as patentes integrantes da sub-rede de inovação para coibir e punir a reprodução não autorizada de sementes transgênicas por parte dos agricultores norte-americanos e também para edificar barreiras à entrada legais. A seção 5.3 traz novas evidências empíricas favoráveis a esse argumento. As análises a respeito das TT mapeadas pela tese também contribuirão para esclarecer as estratégias bloqueantes efetivamente empregadas pela Monsanto.

### **5.3 O papel das patentes integrantes das trajetórias tecnológicas na construção de barreiras à entrada legais.**

O estudo das TT conciliará o exame dos indicadores de apropriabilidade CBL, CP, SPILL e AP<sup>81</sup> com a análise das principais batalhas judiciais travadas a partir dos documentos patentários integrantes da sub-rede de inovação. Dentre estas disputas convém descartar: i) a análise da TT n°1 –tolerância à herbicidas abordará as batalhas entre Monsanto, Calgene e Aventis em torno das patentes Comai e também a disputa entre Monsanto e Dupont que envolveu o atributo RR1; ii) o estudo da TT n°2 – tecnologias habilitadoras trata, dentre outras coisas, do duelo entre Monsanto e Syngenta pelo gene GA21; iii) a batalha entre Monsanto e Mycogen pela posse de algumas tecnologias chaves para tornar as sementes de algodão resistentes contra insetos e pragas será discutida durante a análise da TT n° 3.

Em alguns casos o presente estudo obteve acesso às ações judiciais de violação de patentes que deram origem às batalhas judiciais listadas acima e/ou às sentenças promulgadas pelos tribunais que puseram fim a tais conflitos. Estes documentos jurídicos fornecem informações qualitativas valiosas sobre o *modus operandi* com que a Monsanto mobilizou os documentos de propriedade intelectual integrantes das TT n° 1; 2 e 3 para excluir outros agentes econômicos do mercado. Nesta visão, as batalhas judiciais representam manifestações concretas das estratégias bloqueantes legais empregadas pela Monsanto, as quais serão discutidas nas seções 5.3.1, 5.3.2 e 5.3.3.

#### **5.3.1 TT n° 1 - tolerância a herbicidas**

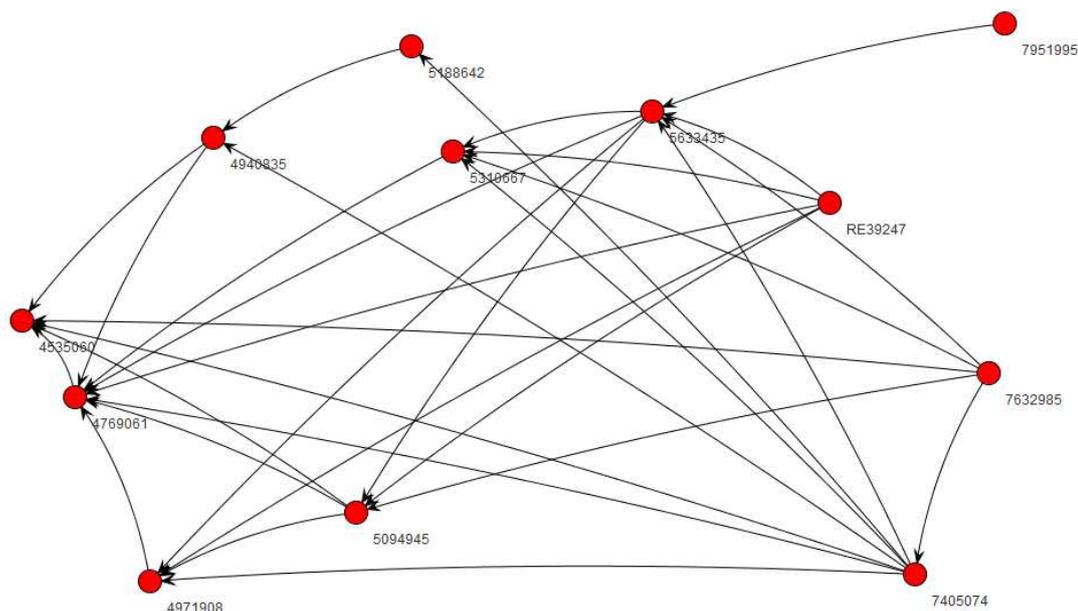
A Figura 5.2 reproduz a TT n° 1 composta por documentos patentários que reivindicam tecnologias capazes de tornar as sementes de soja tolerantes a herbicidas. A primeira descoberta neste sentido foi relatada no artigo elaborado por Comai, Sem e Stalker (1983). O estudo conduzido por Luca Comai<sup>82</sup> constatou que a aplicação do herbicida glifosato

<sup>81</sup> Os indicadores de apropriabilidade CBL, CP, SPILL e AP foram descritos na seção 3.4

<sup>82</sup> Na época da descoberta, Luca Comai atuava no departamento de biologia molecular da Universidade da Califórnia - Davis. O cientista foi um dos co-fundadores da empresa Calgene.

inibia a síntese da proteína 5-enolpyruvylshikimate-3-phosphate (EPSPS) necessária para o crescimento vegetal, o que acabava matando as plantas. O artigo relata a descoberta e a clonagem do gene mutante "aroA gene"<sup>83</sup> capaz de codificar a proteína EPSPS. A inserção do gene mutante em células vegetais tenderia a ampliar a síntese da EPSPS em plantas; devido ao aumento dos níveis da proteína, os efeitos prejudiciais da aplicação do glifosato sobre o crescimento vegetal tenderiam a ser reduzidos.

Figura 5.2: TT n°1- tolerância a herbicidas



Fonte: Elaboração própria por meio do OPCS

A descoberta relatada por Comai, Sem e Stalker (1983) deu origem à cerca de patentes composta pelos documentos US4535060, US4769061 e US5094945 pertencentes à Calgene<sup>84</sup> (coluna 8 da Tabela 5.4). A patente US4535060 solicita proteção sobre as culturas de células que contém fragmentos do aroA gene, e também sobre a sequência nucleica presente neste gene capaz de codificar a síntese da proteína EPSPS. O documento US4769061 reivindica as técnicas de inserção *in vitro* do aroA gene em células vegetais e também as sementes e plantas resultantes deste processo de transformação. A patente US5094945 pleiteia a posse de variantes mutantes do aroA gene. Os três documentos deram início a TT n°1.

<sup>83</sup> O gene descoberto e clonado por Luca Comai representa um fragmento do DNA da bactéria *Salmonella typhimurium*.

<sup>84</sup> As patentes número US4535060; US5094945 e US4769061 são denominadas pela literatura jurídica de patentes Comai.

Tabela 5.4: Indicadores de apropriabilidade referentes às patentes integrantes da TT n°1- tolerância a herbicidas

Número	Título	Detentor	Ano dep.	CBL	CP	SPILL	AP	Países <sup>85</sup>
4535060	Inhibition resistant 5-enolpyruvyl-3-phosphoshikimate synthetase, production and use	Calgene	1983	1	1	0	3	UE; JP; CA
5094945	Inhibition resistant 5-enolpyruvyl-3-phosphoshikimate synthase, production and use	Calgene	1988	1	1	0	3	UE; JP; CA
4769061	Inhibition resistant 5-enolpyruvyl-3-phosphoshikimate synthase, production and use	Calgene	1985	1	0	0	3	UE; JP; CA
4971908	Glyphosate-tolerant 5-enolpyruvyl-3-phosphoshikimate synthase	Monsanto	1988	0	0	0	6	UE; JP; AU; CN;NZ;ZA
4940835	Glyphosate-resistant plants	Monsanto	1986	6	1	3	7	UE; JP; CA; AU; BR;NZ;ZA
5188642	Glyphosate-resistant plants	Monsanto	1990	2	1	0	7	UE; JP; CA; AU; BR;NZ;ZA
5310667	Glyphosate-tolerant 5-enolpyruvyl-3-phosphoshikimate synthases	Monsanto	1989	0	0	0	7	UE;AU;BR;CA;JP;NZ;ZA
5633435	Glyphosate-tolerant 5-enolpyruvylshikimate-3-phosphate synthases	Monsanto	1994	3	0	46	5	UE;AU;CA;JP;RU
RE39247	Glyphosate-tolerant 5-enolpyruvylshikimate-3-phosphate synthases	Monsanto	2003	1	0	35	5	UE;AU;CA;JP;RU
7405074	Glyphosate-N-acetyltransferase (GAT) genes	Pioneer; Dupont	2004	0	0	0	0	
7632985	Soybean event MON89788 and methods for detection thereof	Monsanto	2006	0	0	0	16	UE;AP;AR;AU;BR;CA;CN;JP;KR;MX;NZ;RU;SG;UA;UY;ZA
7951995	Soybean event 3560.4.3.5 and compositions and methods for the identification and detection thereof	Pioneer; Dupont	2007	0	0	0	21	UE;AR;AU;BR;CA;CL;CN;CR;EA;EC;JP;KR;MA;ME;MX;NZ;RS;TW;UA;UY;ZA

Fonte: Thomson Innovation<sup>TM</sup> e EPO

<sup>85</sup> O nome dos países correspondente a cada sigla encontra-se presente na lista de abreviaturas no início da tese.

Paralelamente aos estudos de Luca Comai, os cientistas da Monsanto identificaram na segunda metade dos anos 80 outros tipos de genes mutantes provenientes de bactérias capazes de codificar a síntese da proteína EPSPS em células vegetais. Estas descobertas foram descritas no documento patentário nº US4971908.

A Monsanto obteve importantes avanços tecnológicos frente às patentes Comai. O documento US4940835 descreve o processo de obtenção de genes quiméricos por meio da junção de fragmentos de genes de origem bacteriológica com o promotor 35S proveniente do CaMv (*claims 1-12*). O documento de propriedade intelectual também demanda proteção sobre os métodos de inserção de genes quiméricos em células vegetais baseados em agrobactérias e sobre o processo de regeneração das plantas que tiveram o seu código genético alterado (*claims 36-42*). Por sua vez, a patente US5188642 reivindica a posse das plantas obtidas por meio do processo de transformação descrito no documento US4940835.

A coluna 5 da Tabela 5.4 evidencia que a patente US4940835 deu origem a seis ações judiciais que acusam outras empresas de infringir tecnologias pertencentes à Monsanto. Trata-se, por consequência, do documento de propriedade intelectual que registrou o maior valor para o indicador CBL dentre todas as patentes integrantes da amostra da tese. Por sua vez, o indicador AP representa uma *proxy* da capacidade que as empresas detêm de capturar as rendas derivadas de uma determinada tecnologia em diversos países. A tabela 5.4 revela que a família de patentes composta pelos documentos US4940835 e US5188642 foi estendida para o Brasil, para União Europeia (UE)<sup>86</sup> e para outros cinco países. Dessa maneira, as patentes de extensão derivadas dos documentos US4940835 e US5188642 contribuíram para proteger os OGM que carregam a primeira geração do atributo RR em outros 7 países além dos EUA.

A análise conjunta da Figura 5.2 com a Tabela 5.4 evidencia que no início dos anos 90 as principais tecnologias capazes de ampliar a tolerância das plantas frente à aplicação de herbicidas estavam concentradas nas mãos de Calgene e Monsanto. As empresas travaram a primeira batalha judicial identificada pelo presente estudo. Em junho de 1994 a Calgene acusou a Monsanto de violar a patente número US4769061<sup>87</sup>. As partes chegaram a um acordo mediante o qual a Monsanto concordou em pagar uma indenização de 8 milhões de dólares por conta dos prejuízos causados à Calgene. Em contrapartida, a empresa de Saint Louis obteve o direito de utilização das patentes Comai em todo o mundo. A licença abrangeu todos os tipos de cultivares agrícolas com exceção do milho. Esta exceção se deve aos acordos preexistentes;

---

<sup>86</sup> A área de jurisdição do EPO se estende a todos os países signatários da UE. Diante desta constatação, o presente estudo optou por tratar a UE como se fosse um único país.

<sup>87</sup> Rhone-Poulenc Agrochimie S.A. and Calgene, Inc. versus Monsanto Co. and Asgrow Seed Co., No. 94-324-RRM (Distrito de Delaware, 1994).

em 1991 a Calgene licenciou para a Dekalb os direitos de utilização do aroA gene no desenvolvimento sementes de milho transgênicas.

Em 1997 a Monsanto assumiu o controle acionário da Calgene. Convém neste momento questionar: por que a empresa de Saint Louis adquiriu definitivamente o portfólio de tecnologias que ela já tinha acesso por meio do contrato de licenciamento firmado em 1994? A constatação de que a Monsanto jamais utilizou o aroA gene no desenvolvimento de OGM torna esta questão ainda mais intrigante.

Os cientistas da Monsanto optaram pela adoção do gene CP4-EPSPS<sup>88</sup>, que foi considerado mais eficiente que o aroA gene na síntese da EPSPS. Felizmente a disputa judicial entre Monsanto e Aventis<sup>89</sup> fornece pistas para desvendar a questão apresentada acima.

Em 1986 Calgene e Aventis firmaram um acordo que visava o desenvolvimento conjunto de OGM resistentes ao glifosato. O contrato continha a seguinte cláusula: se a Calgene fosse adquirida por um concorrente da Aventis, a parceria entre as duas empresas poderia ser desfeita. À luz desta cláusula, a Aventis optou por encerrar o acordo de cooperação após a aquisição da Calgene pela Monsanto em 1997. A Aventis recebeu em troca uma licença exclusiva para utilização de todas as tecnologias que foram desenvolvidas conjuntamente durante o período da parceria, com exceção das tecnologias que haviam sido licenciadas para a Monsanto em 1994. Amparada por este acordo, a Monsanto protocolou uma ação judicial em 2002 que questionava o direito legal da Aventis frente à utilização das tecnologias reivindicadas pelas patentes Comai<sup>90</sup>.

A sentença promulgada pela Corte de Delaware ressaltou que parte do pagamento efetuado pela Monsanto em 1994 pela licença de utilização das patentes Comai foi repassado para a Aventis em virtude da parceria que a empresa detinha com a Calgene. Diante desta constatação, o tribunal considerou improcedentes as alegações da Aventis a respeito da invalidade das patentes US4535060; US4769061 e US5094945. Esta decisão legitimou o argumento postulado pela Monsanto que defendia a inexistência de qualquer tipo de amparo legal que permitisse ao réu adotar as tecnologias protegidas pelas três patentes no desenvolvimento de sementes de soja tolerantes ao glifosato. Em contrapartida, uma vez que o acordo de 1994 entre Monsanto e Calgene não incluía cultivares de milho, o júri manteve o

---

<sup>88</sup> O gene CP4-EPSPS foi isolado a partir da bactéria *Agrobacterium spp.* que foi originalmente identificada pelos cientistas da Monsanto em um tanque de efluentes presente numa fábrica de produção de glifosato.

<sup>89</sup> A empresa Aventis CropScience foi formada a partir da fusão da divisão de agroquímicos da Rhône-Poulenc com a Hoechst AG em 1999. Por razões de conveniência o presente estudo resolveu utilizar o termo Aventis em detrimento de Rhône-Poulenc.

<sup>90</sup> MONSANTO COMPANY and CALGENE LLC, Plaintiffs, v. AVENTIS CROPSCIENCE SA, and Aventis Cropscience USA LP, Defendants. No. CIV.A.00-1013-SLR. United States District Court, D. Delaware. September 30, 2002.

direito da Aventis frente à utilização do aroA gene na obtenção de linhagens de milho transgênicas.

A batalha judicial ocorreu em 2002; neste mesmo ano aconteceu a fusão entre as empresas Aventis e Bayer, operação que deu origem à Bayer CropScience. Estes acontecimentos sugerem que o processo instaurado contra a Aventis representou uma tentativa por parte da Monsanto de bloquear o acesso da Bayer às variantes mutantes do aroA gene. Nesta visão, a aquisição das patentes Comai e a utilização destes documentos no processo descrito acima visou impor obstáculos para o desenvolvimento de OGM a partir de fragmentos de DNA substitutos em relação ao gene CP4-EPSPS pertencente à Monsanto. Trata-se, por consequência, de uma estratégia de apropriabilidade baseada na edificação de cercas de patentes do tipo teorizado por Arora (1997)<sup>91</sup>.

A estratégia da Monsanto obteve êxito parcial. A decisão judicial manteve o direito da Aventis frente à utilização do aroA gene no desenvolvimento de sementes de milho tolerantes ao glifosato. Estas pesquisas resultaram no gene GA21 que posteriormente foi vendido para a Syngenta. A empresa suíça obteve o Milho Agrisure™ a partir do GA21. Em contrapartida, a sentença judicial impôs obstáculos legais para o desenvolvimento de sementes de soja transgênicas a partir de fontes de material genético alternativas em relação ao gene CP4-EPSPS, o que contribuiu para preservar a posição quase monopolista desfrutada pelo produto Soja RR1 entre 1995 e 2007.

A proteção legal ao produto Soja RR1 também foi assegurada pelos documentos nº US5633435 e USRE39247 que integram a TT nº1. As patentes protegem uma sequência nucleica originária do gene CP4-EPSPS capaz de codificar a síntese da proteína EPSPS em variedades de soja, o que possibilita tornar os cultivares tolerantes em relação à aplicação do herbicida glifosato. As duas patentes foram amplamente mobilizadas pela Monsanto para coibir e punir a reprodução não autorizada de OGM por parte dos agricultores norte-americanos. O estudo conjunto da coluna 7 da Tabela 5.4 com o Quadro III.1 (anexo III) tende a reforçar esta percepção. Os documentos supracitados deram origem a 70 ações judiciais que acusam fazendeiros de infringir a tecnologia RR1 (11 litígios que envolveram ambas as patentes; 36 processos foram instaurados a partir da patente US5633435 e 24 ações judiciais se basearam somente na patente USRE3924).

Os documentos patentários número US5633435 e USRE39247 deram origem ao segundo processo de violação de patentes mais oneroso da história. Estamos nos referindo à

---

<sup>91</sup> Segundo Arora (1997), as cercas de patentes que marcaram a história da indústria química foram estruturadas a partir do patenteamento de produtos ou processos alternativos capazes de substituir uma invenção tida como importante.

vitória que a Monsanto obteve nos tribunais contra a Dupont em 2012<sup>92</sup>. A origem desta disputa remete ao contrato de licenciamento firmado entre duas empresas em 2002. Pelo acordo, a Monsanto concordou em licenciar o atributo agronômico protegido pela patente US5633435 para a Dupont sob uma condição. O contrato proibia a combinação da tecnologia RR1 com outros genes capazes de codificar a tolerância ao glifosato ou a outros tipos de herbicidas em células vegetais.

A Dupont consiste no maior produtor mundial de herbicidas pertencentes à família *sulfonylurea*. A aplicação do *sulfonylurea* nas lavouras tende a inibir a produção da proteína acetolactate, o que acaba por comprometer o desenvolvimento vegetal. Em 2007, a Dupont obteve a aprovação do atributo Optimum GAT™, reivindicado pela patente US7951995 presente na TT n° 1. O documento protege uma sequência nucleica capaz de codificar a síntese da acetolactate em variedades de soja<sup>93</sup>. Trata-se, portanto, de uma tecnologia chave para a expansão das vendas do herbicida *sulfonylurea*.

A batalha judicial entre as duas empresas teve início após a Dupont obter a aprovação do atributo Optimum GAT™. No ano de 2009 a Dupont emitiu comunicados para os seus investidores que relatavam a superioridade da utilização conjunta dos atributos RR1 e Optimum GAT™ frente a adoção separada das duas tecnologias. A empresa também revelou a sua disposição em desenvolver novas sementes de soja *stacked*. Estes comunicados forneceram indícios de que a Dupont estava realizando testes de campo baseados na combinação dos atributos RR1 e Optimum GAT™.

Em resposta a estes comunicados, a Monsanto acusou legalmente a Dupont de violar as patentes US5633435 e USRE39247 e de infringir o contrato de licenciamento firmado em 2002 pelas duas empresas. Dessa maneira, ação judicial n° 4:09cv686 buscou criar empecilhos legais para difusão dos OGM *stacked* portadores do gene Optimum GAT™ que representam alternativas concorrenciais em relação as sementes tolerantes a múltiplos herbicidas desenvolvidas pela Monsanto. A empresa de Saint Louis também temia o crescimento das vendas do *sulfonylurea* em detrimento da queda do consumo do glifosato.

Em 2012, o Tribunal do Missouri considerou que a Dupont combinou ilegalmente a tecnologia RR1 com o gene Optimum GAT™, enriquecendo-se às custas da Monsanto. A Dupont foi condenada a pagar uma indenização de 1 bilhão de dólares para a firma rival. O

---

<sup>92</sup> 2009-05-04 2009 Monsanto Company et al EI Dupont De Nemours and Company Et A E.D. Missouri 4:09cv686

<sup>93</sup> A família de patentes derivada do documento norte-americano n° US7951995 garante atualmente à Dupont o direito à cobrança de *royalties* sobre os produtores de soja dos EUA e de outros 21 países que optaram pela utilização do produto Soja Optimum GAT™. Trata-se, por consequência, do documento que registrou o maior valor para o indicador AP dentre todas as patentes integrantes da sub-rede de inovação (ver tabela 5.4).

acordo selado entre as duas empresas para a retirada de todas as acusações judiciais atingiu uma cifra ainda maior. A Dupont concordou em pagar 1,75 bilhões de dólares para adquirir uma licença que permite a utilização por 10 anos de tecnologias pertencentes à Monsanto. Trata-se, por consequência, do segundo processo de violação de patentes mais oneroso da história (Tabela 5.5).

Tabela 5.5: Processos de violação de patentes mais onerosos da história. Indenizações que ultrapassaram 1 bilhão de dólares

Ano	Parte Queixosa	Réu	Tecnologia	Prêmio (Bilhões de US\$)
2009	Centocor Ortho Biotech	Abbott	Drogas para artrite	1,848
2012	Monsanto Company	Dupont	Sementes de soja transgênicas	1,750 (acordo entre as partes); 1,000 (Sentença Tribunal)
2012	Carnegie Mellon University	Marvell Technology	Circuitos Integrados	1,169
2007	Lucent Technologies Inc.	Microsoft	MP3 tecnologia	1,538
2012	Apple Inc.	Samsung	Smartphone software	1,049

Fonte: Price Waterhouse Coopers

O aperfeiçoamento da tecnologia RR1 deu origem ao evento de transgenia de soja MON89788 reivindicado pela patente US7632985. A seção 4.2.1 ressaltou que a sequência nucleica protegida pelo documento US7632985 forneceu as bases genéticas para obtenção do produto Soja RR2, além de contribuir para o desenvolvimento de diversas variedades de soja *stacked* que conciliam a tecnologia RR2 com outros atributos de origem transgênica.

A patente US7632985 recebeu 221 citações posteriores provenientes de documentos patentários que reivindicam cultivares de soja obtidos pela Monsanto. Dentre estas 221 patentes de cultivares, 172 documentos citam concomitantemente os documentos de propriedade intelectual nº US6982367 e US6972354 (ver Tabela IV.1 no anexo IV). Estas constatações sugerem que, nos EUA, o direito legal à cobrança dos *royalties* associados à tecnologia RR2 se ampara sob três grupos distintos de patentes:

- 1) Grupo 1: patente US7632985 que reivindica a sequência nucleica capaz de codificar o atributo RR2.
- 2) Grupo 2: engloba as patentes US6982367 e US6972354 que protegem respectivamente os cultivares 0509244 e 0509245, os quais foram selecionados para exercer a função de hospedeiros do gene capaz de habilitar a tolerância ao glifosato. Na percepção da Monsanto, as características fisiológicas e morfológicas presentes nos cultivares supracitados contribuem para garantir a excelência dos demais atributos agrônômicos não regulados pelo gene RR2.

- 3) Grupo 3 composto pelas patentes que reivindicam diretamente as variedades de soja *stacked* que foram obtidas por meio dos processos de hibridização cruzada que envolveram doadores transgênicos e linhagens tradicionais e que, devido a este motivo, também herdaram o atributo RR2.

O USPTO consiste num dos únicos escritórios patentários do mundo que permite o patenteamento de sementes e cultivares. Por consequência, tanto os documentos US6982367 e US6972354 quanto as patentes que protegem os cultivares de soja listadas na Tabela IV.1 registram valores nulos para o indicador AP. Esta constatação enaltece ainda mais a importância do documento US7632985 para a proteção da tecnologia RR2. A patente da Monsanto lhe dá direito à cobrança de *royalties* em 16 países que registram Sistemas de Propriedade Intelectual mais frágeis em relação aos EUA (Tabela 5.4). A descrição do processo de desenvolvimento da Soja Intacta™ contribui para reforçar esta conclusão.

A Intacta™ consiste na principal variedade de soja que carrega múltiplos atributos de origem transgênica comercializada no Brasil. A Intacta™ foi obtida mediante procedimentos de hibridização cruzada que envolveram como doadores: i) variedades de soja tolerantes ao glifosato portadoras do atributo agrônomo protegido pela patente US7632985; ii) linhagens de soja que carregam a sequência nucleica reivindicada pela patente US8049071, capaz de habilitar a resistência contra insetos; iii) variedades de soja locais adaptadas às condições climáticas e ambientais vigentes no Brasil. O Instituto Nacional da Propriedade Intelectual (INPI) revalidou as patentes norte-americanas nº US7632985 e US8049071, o que deu origem às patentes de extensão nº BRPI0610051 e BRPI0820373. Estes dois documentos permitem à Monsanto coletar os *royalties* associados à comercialização do produto Soja Intacta™ no Brasil.

### 5.3.2 TT nº2 - *tecnologias habilitadoras*

O mapeamento dos caminhos geodésicos presentes no cluster nº 2 da sub-rede de inovação possibilitou a identificação de três TT compostas por patentes que reivindicam tecnologias habilitadoras. A TT nº 2.1 engloba ferramentas biotecnológicas que atuam sobre o processo de expressão gênica, tais como os marcadores, promotores e os mecanismos moleculares destinados a melhorar a eficiência dos processos bioquímicos de transcrição do DNA e tradução do RNA. A TT nº 2.2 é constituída pelas patentes US4940835; US5004863; US5015580; US5159135; US5188642; US5416011; US5824877 e US6384301 que protegem os métodos de inserção de transgenes em células vegetais por meios biológicos, especialmente via agrobactérias. Por fim, a TT nº 2.3 abarca as técnicas de transferência de transgenes

baseadas no bombardeamento celular, reivindicadas pelos documentos n° US5015580; US5489520; 5484956; US5538877; US5538880; US5550318; US5554798; US5990387; US6013863 e US6395966.

Figura 5.3: TT n°2.1 tecnologias que atuam sobre o processo de expressão gênica

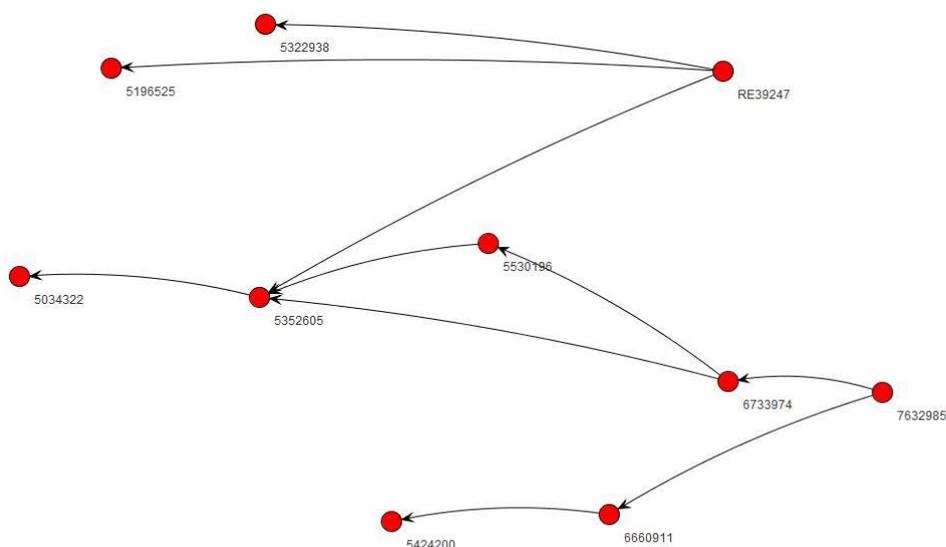
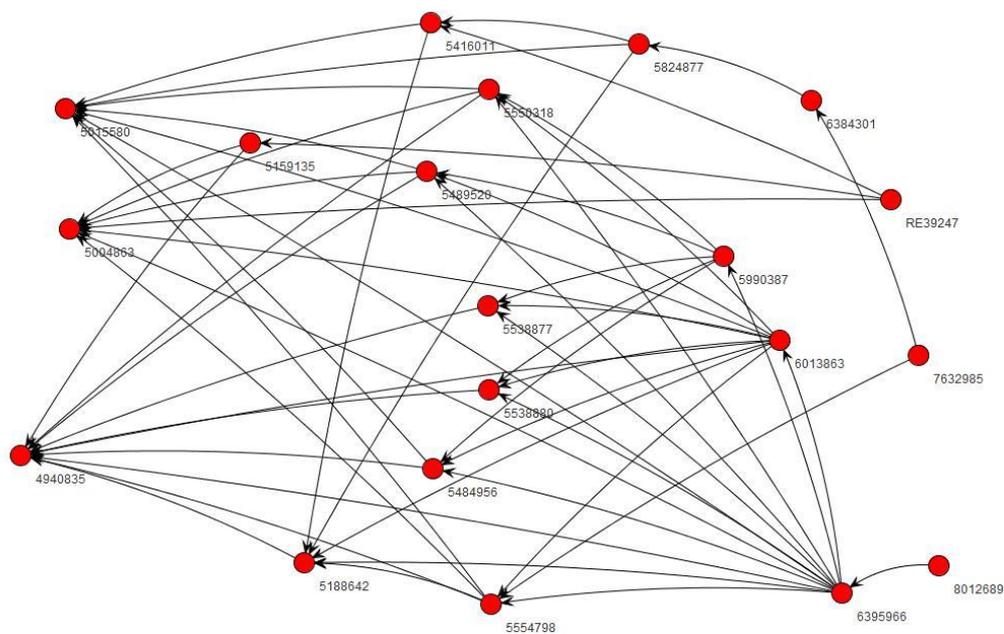


Figura 5.4: Métodos de inserção de transgenes em células vegetais: TT n° 2.2 transferência por meio de agrobactérias; TT n° 2.3 transferência baseada no bombardeamento celular



Fonte: Elaboração própria por meio do OPCS

Tabela 5.6: Indicadores de apropriabilidade referentes às patentes integrantes das TT nº2.1; 2;2 e 2.3 (documentos organizados de acordo com as famílias de patentes).

Número	Título	Descrição	Detentor	Ano depósito	CBL	CP	SPILL	AP	Países
4940835	Glyphosate-resistant plants	Síntese EPSPS; Agrobactéria	Monsanto	1986	6	1	3	7	UE; JP; CA; AU; BR;NZ;ZA
5188642	Glyphosate-resistant plants	Síntese EPSPS; Agrobactéria	Monsanto	1990	2	1	0	7	UE; JP; CA; AU; BR;NZ;ZA
5004863	Genetic engineering of cotton plants and lines	Agrobactéria	Agracetus	1986	0	0	0	6	UE;AU;BR;CA;CN;IN
5159135	Genetic engineering of cotton plants and lines	Agrobactéria	Agracetus	1990	0	0	0	6	UE;AU;BR;CA;CN;IN
5416011	Method for soybean transformation and regeneration	Agrobactéria	Monsanto	1993	0	0	0	0	
5824877	Method for soybean transformation and regeneration	Agrobactéria	Monsanto	1996	0	0	0	0	
6384301	Soybean agrobacterium transformation method	Agrobactéria	Monsanto	2000	0	0	0	5	UE;BR;CA;JP;ZA
5015580	Particle-mediated transformation of soybean plants and lines	Bombardeamento	Agracetus	1988	0	0	0	9	UE;AU;BR;CA;CN;IL;IN;JP;NZ;
5484956	Fertile transgenic Zea mays plant comprising heterologous DNA encoding Bacillus thuringiensis endotoxin	Bombardeamento	DeKalb	1990	5	1	0	9	UE;AR;AU;BR;CA;CN;JP;RU;ZA
5538877	Method for preparing fertile transgenic corn plants	Bombardeamento	DeKalb	1992	2	1	0	9	UE;AR;AU;BR;CA;CN;JP;RU;ZA
5538880	Method for preparing fertile transgenic corn plants	Bombardeamento	DeKalb	1994	5	1	0	9	UE;AR;AU;BR;CA;CN;JP;RU;ZA
5554798	Fertile glyphosate-resistant transgenic corn plants	Bombardeamento; Promotor	DeKalb	1995	2	1	0	9	UE;AR;AU;BR;CA;CN;JP;RU;ZA
6013863	Fertile transgenic corn plants	Bombardeamento	DeKalb	1997	2	1	0	9	UE;AR;AU;BR;CA;CN;JP;RU;ZA
5489520	Process of producing fertile transgenic zea mays plants and progeny comprising a gene encoding phosphinothricin acetyl transferase	Bombardeamento; Rec. Fertilidade	DeKalb	1994	6	1	0	8	UE;AR;AU;BR;CA;JP;NZ;ZA
5550318	Methods and compositions for the production of stably transformed,	Bombardeamento; Rec. Fertilidade	DeKalb	1990	4	1	0	8	UE;AR;AU;BR;CA;JP;NZ;ZA

	fertile monocot plants and cells thereof								
6395966	Fertile transgenic maize plants containing a gene encoding the pat protein	Bombardeamento; Rec. Fertilidade	DeKalb	1994	0	0	0	8	UE;AR;AU;BR;CA;JP;NZ;ZA
5990387	Stable transformation of plant cells	Bombardeamento; Rec. Fertilidade	Pioneer Hi	1994	2	0	0	0	
5034322	Chimeric genes suitable for expression in plant cells	Gene quimérico	Monsanto	1989	2	0	0	3	UE;BR;JP
5352605	Chimeric genes for transforming plant cells using viral promoters	Gene quimérico	Monsanto	1993	2	0	63	3	UE;BR;JP
5530196	Chimeric genes for transforming plant cells using viral promoters	Gene quimérico	Monsanto	1994	1	0	0	3	UE;BR;JP
6733974	Methods and compositions for detection of specific genetic constructs in plant transformation events	Patente Conectora	Monsanto	2001	0	0	0	0	
5196525	DNA construct for enhancing the efficiency of transcription	Transcrição	University of British Columbia	1991	2	1	2	2	BR;CA
5322938	DNA sequence for enhancing the efficiency of transcription	Transcrição	Monsanto	1992	2	1	2	2	BR;CA
5424200	Method for enhanced expression of a DNA sequence of interest	Transcrição	Monsanto	1994	0	0	0	2	BR;CA
6660911	Plant expression constructs	Transcrição	Monsanto	2000	0	0	0	10	UE;AR;AU;BR;CA;CN;ID;JP;MX;ZA
RE39247	Glyphosate-tolerant 5-enolpyruvylshikimate-3-phosphate synthases	Sequência nucleica	Monsanto	2003	1	0	35	5	UE;AU;CA;JP;RU
7632985	Soybean event MON89788 and methods for detection thereof	Sequência nucleica	Monsanto	2006	0	0	0	16	UE;AP;AR;AU;BR;CA;CN;JP;KR;MX;NZ;RU;SG;UA;UY;ZA
8012689	Elite event A2704-12 and methods and kits for identifying such event	Sequência nucleica	Bayer	2007	0	0	0	7	UE;BR;CA;CN;JP;MX;ZA

Fonte: Thomson Innovation™ e EPO

As patentes de extensão, derivadas de documentos norte-americanos que protegem tecnologias habilitadoras, garantiram aos seus titulares o direito à cobrança de *royalties* sobre os OGM comercializados em países cujos Sistemas de Propriedade Intelectual são mais frágeis do que nos EUA do ponto de vista do inovador que deseja remunerar seus esforços de P&D. A análise conjunta da Tabela 5.6 com a Tabela V.1 do anexo V tende a fortalecer esta percepção. As colunas número 9 e 10 da Tabela 5.6 compilam informações a respeito das patentes que fazem parte das TT n° 2.1, 2.2 e 2.3 que foram revalidadas por outros escritórios patentários. Por sua vez, a Tabela V.1 revela os respectivos produtos comerciais protegidos por tais patentes de extensão.

A análise do indicador AP - exposto na Tabela 5.6 - identificou a existência de 4 famílias de patentes compostas por tecnologias habilitadoras que foram revalidadas em, no mínimo, 5 países:

- I) A família que abrange os documentos patentários n° US4940835 e US5188642, descrita anteriormente na seção 5.3.1.
- II) A família de patentes composta pelos documentos US5004863 e US5159135. As patentes reivindicam métodos de inserção de transgenes em linhagens de algodão por intermédio de agrobactérias. A Monsanto obteve a posse destas tecnologias através da aquisição da Agracetus em 1996. Este acontecimento contribuiu para a proteção do produto Algodão Bollgard I™ no Brasil e em outros 5 países.
- III) O presente estudo identificou duas famílias de patentes constituídas por tecnologias habilitadoras desenvolvidas pela Delkab. A primeira família engloba as patentes US5484956, US5538877, US5538880, US5554798 e US6013863 ao passo que a segunda abrange os documentos US5489520; US5550318 e US6395966. Este conjunto de 8 patentes protege as principais tecnologias habilitadoras necessárias para a criação de variedades de milho transgênicas: as técnicas de bombardeamento celular, os promotores específicos para plantas monocotiledôneas e os processos de recuperação de fertilidade após o bombardeamento. A Monsanto adquiriu a Dekalb em 1998; por esta razão, as patentes de extensão derivadas dos documentos listados acima garantiram à empresa de Saint Louis o direito à cobrança de *royalties* sobre os produtos Milho RR1 e Milho Bollgard I™ em 9 países.
- IV) A patente US6660911 pertencente à Monsanto reivindica ferramentas biotecnológicas que regulam a expressão de transgenes dentro do aparelho genético do organismo vegetal hospedeiro. As patentes de extensão derivadas do documento

US6660911 contribuem atualmente para proteger os atributos agronômicos RR2 e Bollgard II™ em 10 países.

No caso específico do Brasil, a proteção dos OGM também se apoiou em outros dois tipos de tecnologias habilitadoras. A família de patentes que abrange os documentos US5034322, US5352605 e US5530196 reivindica genes quiméricos compostos por fragmentos do DNA do CaMv. Enquanto a patente US5034322 protege os genes quiméricos em si, os demais documentos reivindicam a invenção da capacidade promotora do gene. A seção 5.3.1 destacou a importância da patente US5352605 para a proteção dos OGM que carregam a primeira geração dos atributos RR e Bollgard™ nos EUA. Convém acrescentar que a revalidação do documento norte-americano pelo INPI gerou a patente de extensão nº BR1101069, que contribuiu, até 2013, para assegurar à Monsanto o direito à cobrança de *royalties* sobre as sementes transgênicas comercializadas no território brasileiro.

Os documentos US5196525 e US5322938 pertencem à mesma família. A primeira patente foi obtida em 1993 pela Universidade de British Columbia e posteriormente adquirida pela Monsanto que aperfeiçoou a tecnologia. Os documentos reivindicam invenções capazes de aprimorar o processo bioquímico de transcrição do DNA, ou seja, a transformação do código genético em RNA. A família de patentes foi estendida para o Brasil. O INPI considerou válida a alegação da Monsanto que o aperfeiçoamento do processo de transcrição das sequências nucleicas que compõem o DNA vegetal constitui uma invenção capaz de justificar a proteção legal ao produto Soja RR1.

Os Artigos 27.1 e 27.3(b) do TRIPS engendram um arcabouço doutrinário e coercitivo favorável à aceitação das patentes que protegem as técnicas de engenharia genética empregadas na obtenção de novas plantas. As evidências apresentadas nesta seção tendem a reforçar esta percepção e a comprovar a hipótese nº 2 da tese. As patentes listadas na Tabela 5.6 reivindicam ferramentas biotecnológicas que regulam os processos de inserção e expressão gênica em células vegetais. O reconhecimento, em atendimento às regras dispostas no TRIPS, do papel crucial exercido por tais tecnologias habilitadoras na transmissão dos atributos de origem transgênica para as linhagens de soja, milho e algodão adaptadas às condições locais de cada país legitimou a revalidação das patentes norte-americanas integrantes das TT nº 2.1, 2.2 e 2.3 nos demais Estados signatários da OMC.

Dessa maneira, a concentração das tecnologias habilitadoras descritas na Tabela 5.6 nas mãos da Monsanto contribuiu fortemente para a empresa superar os entraves jurídicos impostos pelas legislações nacionais que não permitem o patenteamento de sementes e cultivares. Em síntese, a revalidação internacional da proteção patentária concedida às

ferramentas biotecnológicas desenvolvidas originalmente nos EUA assegurou à Monsanto o direito à cobrança de *royalties* e/ou exigência de indenizações dos agricultores de vários países que optaram pela adoção dos cultivares de soja, milho e algodão que carregam a primeira geração dos atributos RR ou Bollgard™.

A análise do indicador CBL, exposto na coluna 6 da Tabela 5.6, constatou que as 8 patentes obtidas pela Monsanto através da aquisição da Dekalb deram origem à 21 ações judiciais de violação de DPI. Isto significa que 36,84% dos litígios que tiveram como réu EBB se concentraram em torno de 2 famílias de patentes que reivindicam tecnologias habilitadoras chaves para a criação de variedades de milho transgênicas. Dentre estas batalhas judiciais, o caso mais notório consistiu na disputa entre Monsanto e Syngenta pela posse dos OGM desenvolvidos a partir do gene GA21. As raízes deste conflito remontam ao acordo triplo de cooperação estabelecido entre Calgene, Aventis e Dekalb em 1991.

No início dos anos 90, as empresas Aventis e Dekalb detinham as principais tecnologias capazes de tornar as linhagens de milho tolerantes ao glifosato. A Aventis desenvolveu variantes aprimoradas do *aroA* gene descoberto por Luca Comai. Em contrapartida, a Dekalb possuía o controle das principais técnicas de transferência de transgenes baseadas no bombardeamento celular. Pelo acordo de 1991, Calgene e Aventis licenciaram as variantes do *aroA* gene para a Dekalb executar as etapas ulteriores do processo de desenvolvimento de variedades de milho geneticamente modificadas. Em contrapartida, a Dekalb assumiu o compromisso de relatar os resultados das pesquisas para as demais empresas. O gene GA21 foi obtido através destes esforços conjuntos de pesquisa.

Em 1994 Aventis e Dekalb renegociaram os termos do acordo de 1991. Nesta ocasião, a Dekalb omitiu informações a respeito dos testes de campo realizados com as linhagens de milho transgênicas obtidas a partir da inserção do GA21. À luz desta constatação, a Aventis acusou a Dekalb de haver fraudado os acordos de 1991 e 1994. As autoridades jurídicas acataram a alegação da Aventis<sup>94</sup>; por consequência a Dekalb perdeu o direito de utilizar o gene GA21, que passou a pertencer exclusivamente à Aventis. A Bayer adquiriu o GA21 da Aventis em 2002 e o revendeu para a Syngenta.

A Monsanto optou pela adoção do gene CP4 em detrimento do GA21 no desenvolvimento de sementes de milho tolerantes ao glifosato. A despeito deste fato, a empresa se empenhou fortemente para evitar que outras corporações utilizassem o GA21 para obter produtos concorrentes em relação ao Milho RR1. Quando a Syngenta iniciou os testes do Milho

---

<sup>94</sup> A disputa judicial entre Aventis e Dekalb não envolveu acusações de violação de patentes.

Agrisure™, a Monsanto acusou a empresa suíça de violar as patentes n° US4940835, US5538880 e US6013863<sup>95</sup>.

O *claim* n°1 da patente US4940835 reivindica genes quiméricos capazes de promover alterações nas células vegetais destinadas a tornar as plantas resistentes ao glifosato. Ao analisar esta reivindicação, o Tribunal de Delaware ressaltou que o princípio da habilitação estabelece que uma patente somente deve ser concedida para uma empresa se o inventor se mostrar capaz de criar a tecnologia que deu origem à solicitação de proteção. A Corte considerou que em 1986, ou seja, no ano do depósito do documento patentário supracitado, as tecnologias capazes de promover transformações em plantas monocotiledôneas não existiam. Somente a transformação de plantas dicotiledôneas era possível neste período. Por não atender o princípio da habilitação, a patente US4940835 não poderia ser utilizada para proteger as variedades de milho transgênicas. Por consequência, o Tribunal de Delaware deliberou que a patente US4940835 foi atribuída equivocadamente para a Monsanto e que devido a este motivo o documento não foi infringido pela Syngenta.

A ação judicial também acusa a Syngenta de infringir as patentes n° US5538880 e US6013863. O primeiro documento solicita proteção sobre os métodos de produção de variedades de milho tolerantes ao glifosato e/ou resistentes contra insetos. A patente US6013863 reivindica a posse dos processos de produção de variedades de milho tolerantes ao glifosato que contém também um gene marcador.

As solicitações iniciais presentes em cada documento são praticamente idênticas; reivindica-se três procedimentos cruciais para obtenção de novas variedades transgênicas a partir de plantas monocotiledôneas: i) os métodos de transferência de transgenes baseados no bombardeamento celular; ii) o processo de identificação das plantas que foram efetivamente transformadas; iii) métodos de recuperação da fertilidade das plantas que foram alvo do processo de bombardeamento. O Tribunal de Delaware absolveu a Syngenta das acusações de violação dos três procedimentos pleiteados pelas patentes US5538880 e US6013863.

A sentença judicial apresenta evidências que a execução do processo de transformação de plantas monocotiledôneas via bombardeamento celular ocorreu pela primeira vez em 1993, durante a realização dos testes de campo conduzidos pela Dekalb que deram origem às primeiras linhagens de milho que tiveram o gene GA21 inserido em seu genoma. À luz destas constatações, a sentença ressalta que a Syngenta não executou diretamente os três procedimentos em disputa, uma vez que a empresa adquiriu legalmente os OGM hospedeiros

---

<sup>95</sup> Monsanto Co. v. Syngenta Seeds, Inc., 431 F.Supp.2d 482, 487 (D.Delaware.2006).

do GA21 junto à Aventis/Bayer. Por consequência, a Corte deliberou que a Syngenta não infringiu os *claims* iniciais presentes nas patentes US5538880 e US6013863.

Após tomar conhecimento desta resolução, a Monsanto acusou a Syngenta de infringir o *claim* n° 4 da patente US5538880 e o *claim* n° 5 do documento US6013863. Ambos os *claims* solicitam proteção sobre o processo de obtenção da primeira geração de plantas progenitoras a partir das linhagens de milho que foram submetidas aos três procedimentos descritos acima.

A Monsanto alegou que a obtenção da primeira geração de plantas progenitoras representa uma etapa separada e independente dos procedimentos de bombardeamento celular e recuperação da fertilidade executados diretamente nas linhagens de milho que tiveram o GA21 inserido em seu código genético. Embora reconheça que a Syngenta não infringiu as técnicas de inserção de transgenes, esta alegação levantou uma nova questão. No momento em que a Syngenta obteve as plantas progenitoras descendentes dos primeiros organismos vegetais hospedeiros, a empresa suíça violou o *claim* n° 4 da patente US5538880 e o *claim* n° 5 da patente US6013863.

Novamente as alegações da Monsanto foram rechaçadas pelo Tribunal de Delaware. A Corte considerou que o processo de obtenção dos progenitores depende da execução prévia dos três procedimentos descritos nas reivindicações iniciais das patentes US5538880 e US6013863. Em termos jurídicos, tanto o *claim* n° 4 da patente US5538880 quanto o *claim* n° 5 do documento US6013863 foram considerados reivindicações dependentes do *claim* n° 1 presente em cada patente. Diante desta interpretação, o Tribunal de Delaware deliberou que quando a Syngenta adquiriu legalmente os OGM portadores do GA21, a empresa assegurou automaticamente o direito de desenvolver plantas progenitoras herdeiras da sequência nucleica capaz de codificar a síntese da proteína EPSPS.

Concomitantemente ao processo transcorrido no Distrito de Delaware, a Monsanto instaurou uma segunda ação judicial contra a Syngenta que acusa a empresa suíça violar a patente US5554798<sup>96</sup>. O *claim* n°1 do documento reivindica uma planta transgênica e fértil de milho que contém fragmentos de DNA provenientes de outras espécies capazes de codificar a síntese da proteína EPSPS, o que possibilita tornar o organismo vegetal tolerante ao glifosato. Na concepção da Monsanto esta reivindicação se estende à planta que teve o material genético exógeno incorporado ao seu DNA, e também a todos os seus descendentes que herdaram o atributo de origem transgênica. Em contrapartida, a Syngenta alegou que o *claim* n°1 protege

---

<sup>96</sup> DeKALB GENETICS CORPORATION. v. Syngenta Seeds, Inc., No. 4:06CV01191 ERW (E.D. Missouri, Eastern Division.2006).

apenas a geração zero, ou seja, o organismo vegetal hospedeiro que foi submetido diretamente ao processo de inserção gênica baseado no bombardeamento celular.

De acordo com a sentença promulgada pelo Tribunal do Missouri, o termo “planta transgênica” abrange cada célula vegetal, tecido, planta ou parte de planta cujo genótipo foi alterado pela presença de fragmentos de DNA exógenos, que foram introduzidos no genótipo através de procedimentos de engenharia genética, ou que foram inseridos nos genótipos dos genitores por meio da adoção de tais técnicas e que foram subsequentemente transferidos para as gerações posteriores pelos processos de reprodução sexuada ou assexuada, ou ainda, através de divisões celulares. À luz desta definição, a Corte deliberou que a proteção proporcionada pela patente US5554798 se estende para todos os descendentes da planta transgênica reivindicada diretamente pelo *claim* inicial do documento.

O *claim* n° 2 da patente US5554798 reivindica o controle sobre a capacidade promotora dos genes quiméricos que foram inseridos nas plantas hospedeiras. A Syngenta negou ter infringido esta reivindicação; de acordo com a empresa, a patente US5554798 não especifica o tipo de promotor que foi adotado no desenvolvimento das sementes de milho tolerantes ao glifosato. Nesta visão, o *claim* n° 2 não contempla o promotor “*rice actin*” empregado na criação do Milho Agrisure™. A Monsanto contra-argumentou que o termo promotor diz respeito ao construto de DNA que instrui a célula a iniciar os processos bioquímicos que resultarão na síntese da EPSPS. Nesta interpretação, o *claim* n° 2 abrange todos os tipos de promotores. Novamente o Tribunal do Missouri decidiu favoravelmente à Monsanto.

Diferentemente do processo julgado pelo Tribunal de Delaware, a sentença promulgada pelo Corte do Missouri em 21 de dezembro de 2007 representou uma derrota para a Syngenta. Diante deste acontecimento, a empresa suíça negociou em 2008 um acordo com a Monsanto que visou remover todas as acusações judiciais que envolviam as duas corporações. Pelo acordo, a Syngenta comprometeu-se a adquirir a licença da tecnologia RR e também a licenciar para a Monsanto algumas tecnologias chaves para a obtenção de cultivares tolerantes ao herbicida dicamba.

Os conflitos judiciais em torno dos OGM obtidos a partir do gene GA21 evidenciam as estratégias bloqueantes adotadas pela Monsanto para excluir as empresas rivais do mercado. O primeiro processo julgado pelo Tribunal de Delaware se originou de uma situação de empilhamento de patentes. Os documentos US5538880 e US6013863, que reivindicam métodos de inserção de transgenes, foram mobilizadas para tentar bloquear o desenvolvimento do produto Milho Agrisure™ por parte da Syngenta.

As patentes US5538880 e US6013863 pertencem à mesma família do documento US5554798 que, por sua vez, deu origem à ação judicial julgada pelo Tribunal do Missouri. Os três documentos, assim como as patentes US5489520 e US6395966, registram o mesmo inventor e datas de depósito muito próximas. Estas constatações sugerem que, em paralelo à estratégia de empilhamento de patentes, Monsanto e Dekalb realizaram diversos depósitos patentários em torno das demais tecnologias habilitadoras empregadas na criação do Milho RR1, que passou a ser objeto de um emaranhado de direitos de exclusividade. O caráter indissociável destes direitos deu origem a cercas protetoras que dificultaram o ingresso da Syngenta no mercado. A empresa suíça passou incólume pela acusação de violação dos processos de bombardeamento celular, mas mostrou-se incapaz de convencer o Tribunal do Missouri que o Milho Agrisure™ não infringia o promotor protegido pela patente US5554798.

Em síntese, as estratégias bloqueantes legais empregadas pela Monsanto para dificultar o surgimento de produtos concorrentes em relação ao Milho RR1 conciliaram a construção de cercas protetoras a partir do *split* da tecnologia RR em diversas patentes com o empilhamento de documentos patentários reivindicantes de tecnologias habilitadoras. Estas medidas tiveram êxito em retardar o lançamento do Milho Agrisure™ no mercado norte-americano. Dessa maneira, os acontecimentos relatados na seção 5.3.2 fornecem evidências empíricas favoráveis à hipótese 1 da tese.

### 5.3.3 TT n°3: Resistência contra pragas e insetos.

O processo de mapeamento da TT n°3 teve como ponto de partida a identificação do documento patentário n° US8049071 que reivindica um evento de transgenia de soja. A despeito deste fato, as demais patentes integrantes da trajetória, ou seja, os documentos US5380831, US5500365 e US6893826, protegem tecnologias que têm por objetivo tornar os cultivares de algodão resistentes contra pragas e insetos.

Figura 5.5: TT n°3 - resistência contra pragas e insetos.



Fonte: Elaboração própria por meio do OPCS

Tabela 5.7: Indicadores de apropriabilidade referentes às patentes integrantes da TT n°3 - resistência contra pragas e insetos

Número	Título	Detentor	Ano dep	CBL	CP	Spill	AP	Países
5380831	Synthetic insecticidal crystal protein gene	Mycogen	1993	1	0	0	12	UE;AR;AU;BR;CA;CN;HK;JP;KR;MX;NZ;ZA
5500365	Synthetic plant genes	Monsanto	1992	2	0	0	10	UE;AR;AU;BR;CA;IL;JP;NZ;RU;ZA
6893826	Cotton event PV-GHBK04 (757) and compositions and methods for detection thereof	Monsanto	2002	0	0	0	0	
8049071	Soybean plant and seed corresponding to transgenic event MON87701 and methods for detection thereof	Monsanto	2008	0	0	0	11	UE;AR;AU;BR;CN;CO;MX;PA;PE;TW;UY

Fonte: Thomson Innovation™ e EPO

O microrganismo *Bacillus thuringiensis* (BT) consiste numa bactéria de solo capaz de produzir cristais de proteínas denominados *Cry* que têm efeitos tóxicos sobre os insetos. Schnepf e Whiteley (1981) relatam as primeiras experiências conduzidas em laboratório que lograram isolar e clonar fragmentos de DNA originários da bactéria BT. O grande desafio enfrentado pela indústria de biotecnologia vegetal nos anos subsequentes consistiu em aprimorar o processo de expressão do gene BT no aparelho genético das plantas de modo a habilitá-las a sintetizar níveis elevados de cristais *Cry* capazes de exercer o efeito inseticida. As primeiras patentes da TT n°3, ou seja, os documentos US5380831 e US5500365 propuseram invenções correlatas destinadas a equacionar este problema.

As empresas Mycogen e Monsanto travaram intensas batalhas judiciais pela titularidade das principais invenções capazes de codificar a resistência contra insetos em sementes de algodão. Os conflitos tiveram início quando a Mycogen acusou a Monsanto de violar a patente US5380831, que reivindica métodos de obtenção de genes sintéticos por meio da execução de modificações nos códons que compõem a sequência nucleica natural presente na bactéria BT. Estas alterações genéticas têm por objetivo potencializar a expressão dos cristais *Cry* em organismos vegetais. A Corte da Carolina do Sul ressaltou que a invenção descrita acima foi concebida inicialmente pela Mycogen. No entanto, o Tribunal concluiu que os cientistas da Monsanto reduziram a invenção à prática no período anterior ao depósito da patente US5380831. Diante desta constatação, a autoridade jurídica invalidou o documento patentário.

A Mycogen apelou da sentença e a decisão foi revertida pela Corte Federal de Apelações dos Estados Unidos<sup>97</sup>. O Tribunal Federal ressaltou que a legislação norte-americana visa premiar a patente para o inventor que foi o primeiro a conceber a descoberta e que se empenhou diligentemente para reduzir a invenção à prática. A sentença apresentou evidências que comprovam que a Mycogen direcionou esforços significativos para viabilizar a aplicação prática da invenção descrita pela patente US5380831 no período anterior à concepção do invento pelos cientistas da Monsanto. Diante destas constatações, o Tribunal Federal restaurou a validade do documento patentário alvo da disputa.

Em paralelo à primeira batalha judicial, a Monsanto acusou a Mycogen de infringir a patente US5500365<sup>98</sup>. Em síntese, o documento reivindica genes quiméricos -constituídos a partir da junção de uma sequência nucleica adaptada do DNA da bactéria *Bacillus thuringiensis kurstaki* com um promotor - capazes de codificar a síntese dos cristais *Cry* em células vegetais. O Tribunal de Delaware concluiu que a invenção descrita acima foi concebida e reduzida à prática pela Agracetus no período que se estende de outubro de 1987 a julho de 1988<sup>99</sup>, portanto, antes da Monsanto apresentar o pedido de proteção patentária em 1989. A autoridade jurídica atribuiu a titularidade do invento para os cientistas Barton, Miller, e Cannon da Agracetus e devido a este motivo a patente US5500365 foi considerada inválida. A Monsanto recorreu da decisão, no entanto Corte Federal de Apelações dos Estados Unidos manteve o veredito.

As disputas judiciais entre Mycogen e Monsanto resultaram na vitória da primeira empresa. A despeito deste fato, os cientistas da Monsanto aprimoraram o gene sintético reivindicado pela patente US5500365. Estes esforços de pesquisa possibilitaram a obtenção de uma nova sequência nucleica capaz de sintetizar volumes de cristais *Cry* superiores em relação ao invento anterior, o que contribui tornar o efeito inseticida mais letal. Trata-se da sequência genética protegida pela patente US6893826, que codifica o atributo agrônomo que recebeu a denominação comercial Bollgard I<sup>TM</sup>.

A Monsanto lançou o produto Algodão Bollgard I<sup>TM</sup> nos EUA em 1996. Em contrapartida, a Dow Agrosiences, proprietária da Mycogen desde 1998, somente iniciou a comercialização de sementes de algodão geneticamente modificadas em 2004. Convém neste momento questionar: por que a empresa vitoriosa nos tribunais somente conseguiu ingressar no mercado oito anos após a Monsanto?

---

<sup>97</sup> MYCOGEN PLANT SCIENCE, INC., and AGRIGENETICS, INC., Plaintiffs-Appellants, v. MONSANTO COMPANY, Defendant- Appellees. United States Court of Appeals for the Federal Circuit. 2001.

<sup>98</sup> MONSANTO COMPANY, Plaintiff, v. MYCOGEN PLANT SCIENCE, INC., Agrigenetics, Inc., and Novartis Corporation, Defendants. United States District Court, D. Delaware. August 18, 1999.

<sup>99</sup> A Agracetus não possuía vínculos diretos com a Monsanto nos anos 80. A fusão das duas empresas ocorreu em 1996.

A análise do primeiro evento de transgenia de algodão obtido pela Dow Agrosiences contribui para desvendar esta questão. O evento 3006-210-23 foi aprovado em 2004. O relatório de liberação da FDA descreve o processo de inserção de um gene quimérico - composto por um fragmento do gene Cry1Ac delta-endotoxin capaz de codificar a resistência contra insetos e também por um promotor do tipo *ubiquitin* - numa planta de algodão. O processo de transferência do gene quimérico foi intermediado pela agrobactéria *Agrobacterium tumefaciens*.

A Dow detinha no final dos anos 90 a posse de sequências nucleicas capazes de codificar a resistência contra insetos em plantas. Embora próximas do mercado, a efetividade e o valor destas tecnologias dependiam fortemente do acesso aos métodos de inserção de transgenes em linhagens de algodão baseados no microrganismo *Agrobacterium tumefaciens*. Esses métodos eram protegidos pela patente US5004863, solicitada pela Agracetus em 1986.

A Monsanto obteve o controle definitivo do documento US5004863 através da aquisição da Agracetus em 1996. No período anterior à fusão, a Monsanto detinha contratos de licenciamento que lhe davam direito à utilização da *Agrobacterium tumefaciens*. Esta constatação reforça a percepção que a aquisição da Agracetus não visou somente eliminar os riscos associados à superposição dos DPI incidentes sobre as tecnologias intermediárias necessárias para a criação dos OGM, mas também, bloquear o acesso das firmas rivais a ferramentas biotecnológicas chaves.

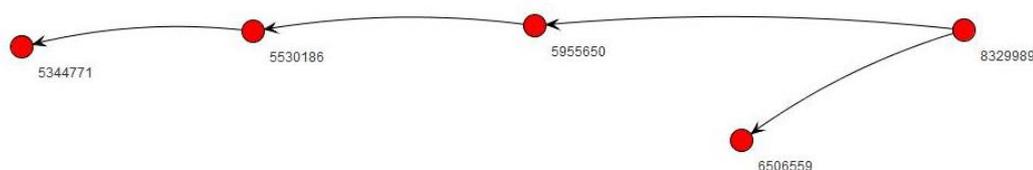
Neste mesmo sentido, Dal Poz, Ferrari e Silveira (2015) destacam a concentração das principais patentes relacionadas ao promotor *35S ubiquitin* nas mãos da Monsanto. Trata-se do mesmo tipo promotor empregado pela Dow Agrosiences no evento de transgenia número 3006-210-23. Em síntese, as discussões apresentadas nesta seção fornecem novas evidências empíricas sobre a existência de barreiras à entrada derivadas de estratégias de apropriabilidade baseadas no empilhamento de patentes. Ao vedar o acesso da Dow e das demais firmas rivais às tecnologias habilitadoras necessárias para a criação dos OGM resistentes contra pragas e insetos, a Monsanto teve êxito em retardar o desenvolvimento de sementes transgênicas capazes de ameaçar a posição de mercado do produto Algodão Bollgard I™.

Resta-nos descrever a última patente integrante da TT nº3. Durante a década de 2000, os cientistas da Monsanto se empenharam em adaptar e estender as tecnologias protegidas pela patente US6893826 para os cultivares de soja. Estes esforços deram origem à patente US8049071, que reivindica uma sequência nucleica capaz de codificar a síntese de cristais de proteína *Cry* em variedades de soja. A patente US8049071 foi revalidada por 11 escritórios patentários estrangeiros (ver o indicador AP exposto na Tabela 5.7). Conforme ressaltou a

seção 5.3.1, as patentes de extensão derivadas dos documentos US7632985 e US8049071 garantem atualmente à Monsanto o direito à cobrança de *royalties* sobre o produto Soja Intacta™ em vários países.

#### 5.3.4: TT n°4 - Mudança no metabolismo lipídico das células vegetais.

Figura 5.6: TT n°4 - tecnologias destinadas a promover mudanças no metabolismo lipídico das células vegetais



Fonte: Elaboração própria por meio do OPCS

Tabela 5.8: Indicadores de apropriabilidade para as patentes integrantes da TT n°4

N°	Título	Detentor	Ano dep	CBL	CP	Spill	AP	Países
5344771	Plant thioesterases	Calgene	1991	0	0	0	3	UE;CA;JP
5530186	Nucleotide sequences of soybean acyl-ACP thioesterase genes	Dupont	1993	0	0	0	3	UE;AU;CA
5955650	Nucleotide sequences of canola and soybean palmitoyl-ACP thioesterase genes and their use in the regulation of fatty acid content of the oils of soybean and canola plants	Dupont	1997	0	0	0	7	UE;AU;BR;CA;JP;MX;ZA
6506559	Genetic inhibition by double-stranded RNA	Carnegie Institute	1998	4	0	0	4	UE;AU;CA;JP
8329989	Soybean transgenic event MON87705 and methods for detection thereof	Monsanto	2009	0	0	0	9	UE;AR;CA;CN;JP;KR;MX;TW;UY

Fonte: Thomson Innovation™ e EPO

A TT n°4 engloba tecnologias capazes de alterar o teor de ácidos graxos exibido pelas variedades de soja e canola. O intuito destas modificações consiste em ampliar a qualidade dos óleos vegetais obtidos a partir de linhagens transgênicas. A TT n°4 apresenta duas singularidades em relação às TT anteriores. A tabela 5.8 revela que o domínio da maior parte das patentes integrantes da TT n°4 pertence à Dupont. Ademais, trata-se da única trajetória que incorpora documentos patentários que reivindicam atributos não agrônômicos.

As patentes US5344771 e US5530186 pertencentes à Dupont protegem genes quiméricos capazes de inibir a expressão da enzima *palmitoyl-ACP thioesterase* em células vegetais. A redução da atividade enzimática possibilita a obtenção de variedades transgênicas que exibem níveis de óleos graxos saturados inferiores em relação às linhagens tradicionais. Os esforços de pesquisa empreendidos pela Dupont geraram o evento de transgenia de soja número DP-3Ø5423-1 que foi aprovado pela FDA em 2009.

O presente estudo não identificou nenhuma patente reivindicante do evento número DP-3Ø5423-1. Em contrapartida, a tese obteve acesso ao relatório de aprovação emitido pela FDA. O documento descreve o processo de obtenção de um novo OGM a partir da inserção em linhagens de soja do gene *gm-fad2-1* capaz de bloquear a síntese do ácido linoleico. O gene foi transferido para as variedades hospedeiras por meio do bombardeamento celular.

A patente nº US6506559 pertence ao Carnegie Institute. O documento protege tecnologias que atuam sobre o processo de expressão gênica. O *claim* nº1 reivindica protocolos de engenharia genética capazes de inibir a expressão de determinados genes alvos em células vivas, inclusive em células vegetais (*claim* nº7). A identificação da patente US6506559 revela uma importante peculiaridade da TT nº4: a presença de uma tecnologia habilitadora relevante que não pertence à Monsanto ou às suas subsidiárias.

As evidências apresentadas nesta seção sugerem que a Monsanto não ocupa na TT nº4 a mesma posição dominante que a empresa detém nas TT nº1, 2 e 3. Diante desta constatação, não nos causou surpresa a aprovação do evento de transgenia MON87705 pela FDA em 2011, ou seja, dois anos após a Dupont obter um feito semelhante. A patente US8329989 reivindica o evento MON87705, mais especificamente, uma sequência nucleica capaz de reduzir os níveis de óleos graxos saturados em variedades de soja, e, ao mesmo tempo, elevar os níveis do ácido oleico *cis*-9 C18:1. O indicador AP exposto na tabela 5.8 evidencia que a Monsanto estendeu este documento patentário para 9 países além dos EUA.

A tabela 5.8 revela que a maior parte das patentes integrantes da TT nº 4 registra valores nulos para os indicadores CBL, SPILL e CP. A única exceção consiste no documento US6506559, que foi mobilizado pelo Carnegie Institute em quatro ações judiciais de violação de DPI<sup>100</sup>. James (2014) ressalta a resistência tanto de Monsanto quanto de Dupont frente à comercialização de variedades de soja geneticamente modificadas que exibem alterações no teor de ácidos graxos<sup>101</sup>. Esta resistência parece-nos uma explicação razoável para a ausência

---

<sup>100</sup> O presente estudo não obteve acesso às ações judiciais que acusam outras empresas de violar a patente US6506559 e nem às sentenças subjacentes a tais litígios.

<sup>101</sup> “Embora o produto da Dupont (Plenish™) tenha sido aprovado para a produção comercial três anos atrás e o produto da Monsanto (Vistive Gold™) dois anos atrás, não existem planos para comercializar os dois produtos devido à inexistência de

das duas empresas nas disputas judiciais que tiveram como alvo tecnologias capazes de promover modificações no metabolismo lipídico das células vegetais.

#### 5.4 A comprovação das hipóteses n° 1 e 3.

Os resultados obtidos pela tese mostram que as TT n° 1, 2 e 3 registram claramente uma empresa dominante, uma vez que a Monsanto exerce o domínio das principais patentes que compõem cada trajetória. A empresa mobilizou esses documentos patentários para coibir e punir a reprodução não autorizada de sementes transgênicas por parte dos agricultores norte-americanos e também para edificar barreiras à entrada legais que tiveram êxito em retardar a comercialização dos OGM desenvolvidos por firmas rivais.

Neste sentido, uma das grandes contribuições desta tese reside na constatação que as atividades de pesquisa executadas internamente pela Monsanto durante a fase pré-comercial da indústria de biotecnologia vegetal ao lado da aquisição das empresas Calgene, Dekalb e Agracetus na década de 90 concentraram nas mãos da empresa de Saint Louis as principais ferramentas biotecnológicas que regulam os processos de inserção e expressão de transgenes em células vegetais. O domínio das patentes que reivindicam as tecnologias habilitadoras necessárias para a criação de sementes transgênicas, permitiu à Monsanto arquitetar um sistema de patentes bloqueantes durante a década que antecedeu o início da comercialização dos OGM.

Sob esta perspectiva, as batalhas judiciais travadas pela Monsanto contra as demais corporações atuantes no desenvolvimento de agrobiotecnologias fornecem informações valiosas sobre o *modus operandi* com que os documentos patentários integrantes das TT n°1 e 2 foram mobilizados para dificultar o surgimento de novos atributos de origem transgênica capazes de concorrer com os atributos RR e Bollgard™. A consecução deste objetivo prioritário, ou seja, a proteção e a difusão das tecnologias RR e Bollgard™ envolveu, como contrapartida, a elaboração de contratos de licenciamento com outras empresas que, em alguns casos, sacrificaram parcelas do *market share* detido pela Monsanto no mercado de sementes<sup>102</sup>.

Os objetivos traçados pela Monsanto foram atingidos. As estratégias de apropriabilidade descritas na seção 5.3 contribuíram para conservar por praticamente uma década a posição quase monopolista desfrutada pelos atributos de origem transgênica RR e

---

vantagens competitivas sobre os óleos atualmente em uso.[...Esta resistência permanece] a despeito do fato da United Soybean Board ter disponibilizado 60 milhões de dólares para acelerar o desenvolvimento e a comercialização de tais produtos na esperança que o cultivo das duas variedades atinja 7 milhões de hectares em 2023” (JAMES, 2014, p. 265).

<sup>102</sup> A disputa judicial entre Monsanto e Dupont corrobora esta hierarquização de objetivos. Em 2002, a Monsanto licenciou a tecnologia RR para o seu maior rival: a Dupont representava no início dos anos 2000 a principal empresa capaz de ameaçar a liderança da Monsanto no mercado norte-americano de sementes de soja. A batalha judicial entre as duas corporações somente teve início quando a Dupont obteve a aprovação do atributo de origem transgênica Optimum GAT™ em 2007, que era vislumbrado pela Monsanto como uma alternativa concorrencial em relação ao atributo RR.

Bollgard™ no mercado norte-americano de sementes. Algumas estimativas para este país sugerem que na safra de 2008, “mais de 80 % da área dedicada ao plantio de grãos continha variedades que possuíam atributos de origem transgênica pertencentes ou licenciados pela Monsanto” (HOWARD, 2009,p.1279). No caso específico das sementes de soja transgênicas, a tabela 5.1 revelou que a tecnologia RR1 praticamente não teve concorrentes durante o período que se estende de 1996 até a aprovação do atributo Optimum GAT™ para comercialização em 2007<sup>103</sup>.

Tabela 5.9: Distribuição por ano das patentes pertencentes à Monsanto que deram origem a ações judiciais que acusam outras empresas de violação de DPI (base 2310 patentes identificadas pela busca n° 2).

Ano de Depósito	N° Patentes
1983	1
1985	1
1986	6
1988	1
1989	4
1990	11
1991	2
1992	6
1993	3
1994	20
1995	13
1996	2
1997	4
1998	1
2003	1

Fonte: elaboração própria a partir da utilização da plataforma Thomson Innovation™

De acordo com a Tabela 5.9, 68 documentos patentários cujos depósitos ocorreram durante a fase pré-comercial da indústria de biotecnologia vegetal foram mobilizados pela Monsanto e pelas suas subsidiárias em ações judiciais de violação de DPI ao passo que somente 8 documentos desenvolvidos no período 1996-2003 deram origem a processos que acusam outras empresas de infringir tecnologias patenteadas. O presente estudo não identificou ações judiciais que relatam violações de patentes pertencentes à Monsanto que foram solicitadas após o ano de 2003.

<sup>103</sup> O produto Soja Liberty™ desenvolvido pela Bayer foi aprovado para plantio e comercialização pela FDA em 1998. No entanto, a empresa alemã nunca galgou uma posição de destaque no mercado norte-americano de sementes de soja.

A análise da Tabela 5.9 evidencia que o período caracterizado pelo término do prazo de proteção legal das ferramentas biotecnológicas obtidas pela Monsanto e pelas suas subsidiárias nos anos 80<sup>104</sup> coincide com a fase de redução da quantidade de documentos patentários litigados. Esta constatação representa um forte indício de que as barreiras à entrada baseadas em documentos patentários se fragilizaram durante a fase pós comercial da indústria de biotecnologia vegetal. Diante deste acontecimento, a conservação da posição quase monopolista desfrutada até então pelos atributos RR e Bollgard™ se mostrou insustentável.

Conforme as patentes que reivindicam tecnologias habilitadoras começaram a expirar a partir da segunda metade dos anos 2000, os rivais da Monsanto passaram a desfrutar de maior liberdade para desenvolver e comercializar novos atributos agrônômicos. Desde de então, Dupont, Dow, Basf, Bayer e Syngenta lançaram novos OGM no mercado norte-americano (ver tabela 5.1).

A despeito da ampliação dos produtos concorrentes que carregam atributos agrônômicos substitutos em relação às tecnologias RR e Bollgard™, a participação da Monsanto no mercado mundial de sementes se elevou no período recente. A Tabela 1.1 revela que a empresa de Saint Louis detinha 17,4% deste mercado em 2009 ao passo que esta participação se elevou para 21,8% em 2012. Ao que parece, conforme as tecnologias habitadoras começaram a se tornar de domínio público, a Monsanto passou a priorizar outros mecanismos de apropriabilidade que, em última instância, possibilitaram a ampliação do *market share* da empresa no mercado mundial de sementes. As análises a respeito do processo de reestruturação vivenciado pela empresa nos anos 2000 contribuirão para fortalecer este argumento.

O presente estudo acessou a plataforma Thomson Innovation™ (TI) - disponibilizada pela Thomson Reuters somente para assinantes - para gerar um *themescape*<sup>105</sup> a partir de todas as patentes norte-americanas depositadas pela Monsanto no período 1976-2013 que foram aprovadas pelo USPTO. A função *timeslice* disponibilizada pelo TI possibilitou a identificação do período de depósito dos documentos patentários que deram origem ao *themescape*. Cada ponto colorido na Figura 5.7 representa uma patente, ao passo que as cores distintas fazem referência à data do pedido de proteção legal.

---

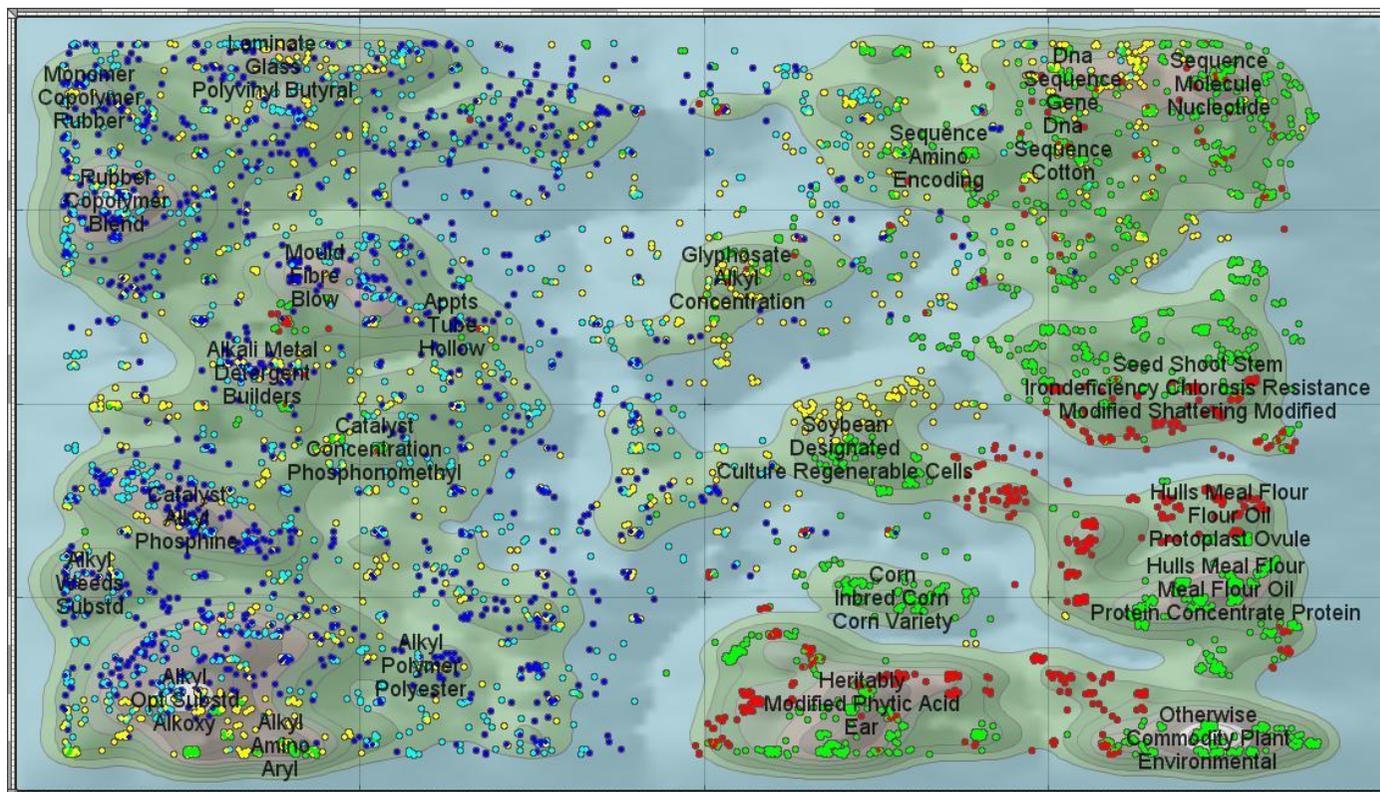
<sup>104</sup> O prazo de proteção das patentes norte-americanas é de 20 anos, contabilizados a partir da data do depósito do documento patentário. Um exemplo prático contribuirá esclarecer esta questão de ordem jurídica. O documento US4940835 foi depositado no USPTO em 1986; por consequência, a patente supracitada foi revogada em 2006.

<sup>105</sup> A metodologia por traz da ferramenta *themescape* foi descrita na seção 2.3. Rever nota de rodapé n° 43.

A Figura 5.7 fornece importantes informações a respeito da evolução do conteúdo tecnológico das patentes obtidas pela Monsanto em períodos distintos. Estas informações revelam que a empresa vivenciou ao longo das últimas quatro décadas duas grandes reestruturações. O componente gigante situado à esquerda da Figura 5.7 concentra as patentes depositadas durante a década de 70 (ver os pontos azul escuro). A leitura dos títulos dos clusters que integram o componente gigante evidencia que os projetos de pesquisa executados pela Monsanto nos anos 70 priorizaram o desenvolvimento de produtos químicos industriais, tais como agroquímicos, polímeros e fibras sintéticas.

Nos anos 80 a Monsanto deu início a sua transição de empresa agroquímica para empresa de base biotecnológica. Esta transição foi concluída na década de 90. Por consequência as patentes amarelas cujos pedidos de solicitação datam deste período, se concentram nos clusters situados no nordeste da Figura 5.7. Tratam-se dos clusters que fazem referência às sequências genéticas que codificam proteínas em plantas. Esta constatação reforça a percepção que a Monsanto priorizou, durante as fases pré-comercial e comercial da indústria de biotecnologia vegetal, a proteção e a difusão dos atributos agronômicos de origem transgênica, ainda que a perseguição deste objetivo pudesse, em alguns casos, sacrificar parcelas do *market share* da empresa no mercado de sementes.

Figura 5.7: Themescape: patentes depositadas pela Monsanto no período 1976-2013 que foram aprovadas pelo USPTO (base 6515 patentes)



Legenda: Azul escuro: patentes depositadas no período 1976 - 1980

Azul claro: patentes depositadas no período 1981 - 1990

Amarelo: patentes depositadas no período 1991 - 2000

Verde: patentes depositadas no período 2001 - 2010

Vermelho: patentes depositadas no período 2011-2013

Fonte: Thomson Innovation™

A segunda reestruturação vivenciada pela Monsanto ocorreu nos anos 2000. Grande parte das atividades de P&D executadas pela empresa foi redirecionada das técnicas de biologia molecular para os programas de melhoramento de plantas baseados em métodos de cultivo e seleção tradicionais. Este movimento foi captado pela Figura 5.7; as patentes verdes e vermelhas cujos depósitos ocorreram nas duas últimas décadas estão concentradas em torno dos clusters que fazem referência a sementes, plantas e variedades de milho e soja. A seção 4.1 defendeu o argumento que a reorientação recente dos esforços de pesquisa executados pela Monsanto visou conquistar vantagens competitivas no desenvolvimento e na comercialização dos OGM *stacked*. Convém ressaltar uma segunda dimensão estratégica subjacente a este acontecimento.

Em resposta ao cenário vigente nos anos 2000, ou seja, ao enfraquecimento do sistema de patentes bloqueantes baseado no domínio das tecnologias habilitadoras necessárias para a criação dos OGM, a Monsanto inverteu os objetivos prioritários que regeram a conduta da empresa durante as duas décadas anteriores. As estratégias de apropriabilidade que até então enfatizavam a proteção dos atributos agronômicos de origem transgênica foram reorientadas no sentido de priorizar o patenteamento de cultivares. Estas medidas visaram ampliar o *market share* da empresa no mercado mundial de sementes, numa clara tentativa de restringir a difusão dos OGM que carregam atributos desenvolvidos por firmas rivais.

A análise conjunta da Tabela 5.9 com a Tabela 4.3 tende a fortalecer esta percepção. A Tabela 5.9 evidencia que o depósito do último documento patentário pertencente à Monsanto que foi alvo de disputas judiciais ocorreu em 2003. Por sua vez, a Tabela 4.3 revela que a participação das patentes classificadas como cultivares no total dos depósitos patentários empreendidos pela Monsanto cresceu fortemente neste período, passando de 22,8% em 2002 para 40,7% em 2003. Esta tendência se intensificou no restante da década; em 2010, as solicitações de patentes de cultivares corresponderam a 91,5 % do total dos depósitos patentários realizados pela empresa em estudo.

A Tabela 5.10 fornece indícios que a reestruturação vivenciada pela Monsanto na década de 2000 também influenciou as operações de F&A conduzidas pela empresa. As aquisições de Calgene, Dekalb e Agracetus na década de 90, visaram, sobretudo, concentrar nas mãos da Monsanto a posse das principais ferramentas biotecnológicas reguladoras dos processos de inserção e expressão gênica em células vegetais. Não por acaso, os documentos patentários adquiridos junto à Calgene, Dekalb deram origem a maior parte dos processos judiciais discutidos na seção 5.3.

Em meados dos anos 2000, as operações de F&A executadas pela Monsanto e as parcerias articuladas pela empresa com outras corporações passaram a perseguir novos objetivos. A Tabela 5.10 apresenta evidências empíricas de que tanto a aquisição da Seminis em 2005 quanto a aliança estabelecida com a Stine Seed Farm em 2004 tiveram por objetivo fortalecer o portfólio de variedades agronômicas à disposição da Monsanto. Estes acontecimentos ampliaram substancialmente as patentes de cultivares pertencentes à empresa em estudo (ver linha 1 da Tabela 5.10).

Tabela 5.10: Classificação tecnológica das patentes retornadas pela busca número 2 que registram outros detentores em paralelo à Monsanto (base 2310 patentes; 5 maiores proprietários e as 13 classes da CPC mais frequentes)

CPC	Descrição	Stine Seed Farm	Calgene	Seminis	Dekalb	Agracetus
A01H000510	Cultivares	366	0	48	11	0
C12N00158247	Modificações do metabolismo lipídico	0	70	1	0	0
C07K0014415	Peptídeos que possuem mais de 20 aminoácidos para plantas	0	30	0	13	4
A23D000900	Tecnologias associadas a produção de óleos graxos	28	22	0	0	0
C12N00158207	Inserção de gene por bombardeamento	0	1	0	31	6
C12N00158222	Promotores Constitutivos	0	20	0	12	4
C11B000110	Tecnologias associadas a produção de óleos graxos	35	0	0	0	0
C12N00158216	Métodos de controle e regulação do processo de expressão gênica	0	14	1	15	0
A23K000114	Ração de origem vegetal para alimentação de rebanhos	33	0	1	0	0
C12N00091029	Enzimas industriais: liase; transferase	0	29	0	0	0
C12N00158286	Resistência contra pragas e insetos	0	4	1	18	2
A23L00012003	Dispositivos de controle ou de segurança para os sistemas de esterilização ou pasteurização	27	0	0	0	0
C07K0014325	Cristais da proteína Bacillus thuringiensis	0	3	0	17	1

Fonte: Elaboração própria através do Vantage Point™

A Stine Seed Farm possui o maior portfólio de variedades de soja dos EUA. Durante a safra norte-americana de 2013-2014, 60% da área dedicada ao cultivo da soja adotou matrizes derivadas do banco de germoplasma da Stine Seed Farm (FORBES, 26 de março de 2014). Por consequência, o proprietário da empresa, Henry Stine, detém atualmente a maior fortuna do Estado do Iowa. A Tabela 5.11 revela a dimensão da parceria firmada entre Henry Stine e a Monsanto. A Stine Seed Farm representa, de longe, a empresa que registra a maior quantidade de documentos patentários em coautoria com a Monsanto. As 485 patentes derivadas da parceria reivindicam cultivares obtidos a partir da inserção dos atributos de origem transgênica desenvolvidos pela Monsanto nas linhagens de soja providas pela Stine Seed Farm.

Tabela 5.11: Número de patentes em coautoria com a Monsanto. Estatísticas atualizadas em 21 de maio de 2015.

Nome	Pendente	Ativa	Inativa
STINE SEED FARM, INC.	0	485	0
DEKALB GENETICS CORPORATION	0	150	35
DIVERGENCE, INC.	1	37	0
CALGENE LLC	0	21	2
INGURAN, LLC	0	22	0
ECOGEN, INC.	0	14	0
SOLUM, INC.	5	7	0
Asgrow Seed Company LLC	0	6	0
RENESSEN LLC	1	4	1
GALILEO PHARMACEUTICALS	0	5	0

Fonte: Onscope Disponível em <https://www.onscope.com/ipowner/en/owner/854/coowners.html>

Em 2006 a Monsanto pagou 1,5 bilhões de dólares para adquirir o controle acionário da Delta & Pine Land Company (DPLC)<sup>106</sup>, empresa que detinha na época 50% do mercado norte-americano de sementes de algodão. A aliança com a Stine Seed Farm, ao lado da aquisição da DPLC, criou as condições para Monsanto edificar novos mecanismos bloqueantes que têm contribuído para contrabalançar o enfraquecimento das barreiras à entrada baseadas em documentos patentários. As declarações de Tom Jagodinski<sup>107</sup>, executivo-chefe da DPLC em 2006, e de Henry Stine<sup>108</sup> à imprensa norte-americana fornecem evidências a respeito dos objetivos por traz das estratégias de apropriabilidade empregadas pela Monsanto durante a fase pós-comercial da indústria de biotecnologia vegetal. Em síntese, estas estratégias visam:

- 1) Garantir domínio exclusivo sobre as variedades agrônômicas hospedeiras mais aptas a receber atributos de origem transgênica.

<sup>106</sup> A busca número 2 identificou uma única patente pertencente à DPLC. Devido a este motivo, o presente estudo optou por não exibir a DPLC na Tabela 5.11. O documento US5723765 protege a tecnologia *terminator* que impede a germinação das sementes obtidas a partir de OGM. O intuito do *terminator* consiste em evitar que os fazendeiros replantem tais sementes.

<sup>107</sup> “[... através da aquisição da DPLC a] Monsanto pode também estar tentando desacelerar significativamente a penetração das empresas rivais no negócio do algodão. Nos anos recentes, a DPLC assinou acordos para o uso de novas tecnologias que conferem resistência contra herbicidas e insetos que foram desenvolvidas por Dupont e Syngenta.[...] Mas, uma vez que a Monsanto adquiriu a Delta, a empresa poderá reverter a ênfase dada às tecnologias de Dupont e Syngenta ou os acordos com tais empresas podem ser desfeitos. [...] O senhor Jagodinski comunicou aos analistas que: [...] “nós vamos continuar trabalhando com eles [Dupont e Syngenta] até o final [da operação de fusão]. O que a Monsanto faz com eles depois disso, depende da Monsanto” (NEW YORK TIMES, 16 de agosto de 2006).

<sup>108</sup> “Para obter o grande desconto que eles [Monsanto] lhe fornecem [nas licenças tecnológicas], você necessita minimizar as vendas de sementes desenvolvidas por outras companhias, disse Stine. “Os descontos eram tão grandes que, para todos os efeitos práticos, você tinha que fazer isso”. Uma vez a exigência para o obter o desconto total era equivalente a 90% das vendas, ele disse. Stine tem um contrato de colaboração para o desenvolvimento conjunto de sementes com a Monsanto [...]. O acordo, revisado pela Bloomberg, proíbe a empresa distribuidora de sementes de combinar o atributo Roundup Ready™ com atributos desenvolvidos ou licenciados por outras companhias [...]. O acordo barra a adoção de qualquer modificação genética que não foi feita pela Monsanto para tornar os cultivares agrícolas tolerantes ao glifosato, o herbicida encontrado no produto Roundup™” (BLOOMBERG, 10 de março de 2010).

- 2) Bloquear o acesso das firmas rivais às principais fontes de germoplasma de soja e algodão existentes nos EUA passíveis de serem utilizadas no desenvolvimento de OGM que carregam atributos de origem transgênica substitutos em relação às tecnologias RR ou Bollgard™.

Os acordos recentes que a Monsanto articulou com diversas empresas produtoras independentes de sementes também têm contribuído para a consecução dos objetivos listados acima. Sob estes acordos, os produtores independentes terão um desconto de 7,5% na licença da tecnologia Roundup Ready™, caso as variedades que carregam o atributo RR atingirem 75% do total das vendas de sementes tolerantes a herbicidas. O abatimento cai pela metade se participação das sementes RR se situar entre 50% e 75% das vendas, e não será fornecido se esta cifra for inferior a 50% (BLOOMBERG, 10 de março de 2010).

## **5.5 Síntese e conclusão**

Os resultados obtidos a partir da análise das TT revelam que um sistema de patentes bloqueantes foi edificado pela Monsanto durante a década que antecedeu o início da comercialização do produto Soja RR1, basicamente, por meio do domínio preemptivo das patentes que reivindicam as principais ferramentas biotecnológicas reguladoras dos processos de inserção e expressão gênica em células vegetais, sem as quais a criação de novos OGM torna-se impossível. O bloqueio do acesso das firmas rivais a essas tecnologias habilitadoras-chaves foi capaz de conservar por mais de uma década a posição quase monopolista desfrutada pelos atributos RR e Bollgard™ no mercado norte-americano de sementes.

As patentes pertencentes à Monsanto que reivindicam ferramentas biotecnológicas começaram a expirar em 2006. Desde então, as estratégias de apropriabilidade empregadas pela empresa têm priorizado a constituição de novos mecanismos bloqueantes, baseados, sobretudo, no bloqueio do acesso das firmas rivais às principais fontes de germoplasma de soja e algodão passíveis de serem utilizadas para a inserção de atributos de origem transgênica. Dessa maneira, o controle cada vez mais exclusivo da Monsanto sobre as variedades agronômicas mais aptas a exercer a função de hospedeiras têm logrado inibir a penetração de mercado dos OGM comercializados por concorrentes. Por consequência, a participação da empresa de Saint Louis no mercado mundial de sementes se ampliou no período recente. Em 2009, a Monsanto detinha 17,4% deste mercado ao passo que esta participação se elevou para 21,8% em 2012 (Tabela 1.1).



## CONCLUSÃO

Esta seção empreenderá um esforço de análise e de agregação dos principais resultados obtidos pelas pesquisas empíricas e das reflexões que emergiram ao longo do desenvolvimento desta tese.

### **Parte I: Síntese dos resultados obtidos pelas pesquisas empíricas.**

*Processo de seleção ex ante de tecnologias: as três fases distintas da indústria de biotecnologia vegetal.*

Os estudos a respeito da composição tecnológica dos projetos de P&D priorizados pelas firmas em períodos temporais distintos revelaram a existência de três etapas associadas ao desenvolvimento de biotecnologias vegetais. A fase pré-comercial (1982-1995) está diretamente relacionada ao desenvolvimento das tecnologias habilitadoras. Também datam deste período os primeiros esforços de P&D no sentido de tornar as plantas resistentes contra pragas ou tolerantes ao herbicida glifosato. Durante a fase comercial (1996-2005) as atividades inventivas priorizaram projetos associados à obtenção de produtos finais comercializáveis. Este período caracteriza-se pelo forte crescimento do patenteamento das sequências genéticas destinadas a promover alterações na fisiologia vegetal.

A fase pós-comercial se inicia em 2006 e se estende até os dias de hoje. Nos anos mais recentes, o enfoque dos projetos de P&D dedicados aos OGM sofreu fortes mudanças. Grande parte dos esforços de pesquisa foram redirecionados das técnicas de biologia molecular para os programas de melhoramento de plantas baseados em métodos de cultivo e seleção tradicionais. Observa-se neste período a intensificação do patenteamento de cultivares e o crescimento do plantio dos OGM *stacked*, que exibem múltiplos atributos de origem transgênica. A transição da fase comercial para a fase pós-comercial ocorreu, sobretudo, devido às estratégias implementadas pela Monsanto durante os anos 2000 que visaram conquistar vantagens competitivas no desenvolvimento e na comercialização dos OGM *stacked* e, também, restringir a penetração de mercado das sementes que carregam atributos agrônômicos desenvolvidos por firmas rivais.

*Processo de seleção ex post de tecnologias: as TT mapeadas através da metodologia das redes de inovação.*

A adoção da metodologia de análise de redes de citações de patentes revelou a existência de um padrão tecnológico maduro centrado em algumas patentes-chaves fortemente interligadas entre si, que, devido a este motivo, estão vinculadas à TT. A execução dos procedimentos metodológicos descritos na seção 3.3 possibilitou a identificação de 45 patentes

que fazem parte de quatro TT: TT n° 1 - tolerância a herbicidas; TT n° 2 - tecnologias habilitadoras; TT n° 3 resistência contra pragas e insetos; TT n° 4 - mudanças no metabolismo lipídico das células vegetais.

As quatro TT englobam sequências de invenções que se encontram encadeadas sucessivamente ao longo do período temporal coberto pela rede de inovação. As tecnologias chaves reivindicadas pelas patentes integrantes das TT representam o resultado dos esforços inovativos executados em cada fase da indústria de biotecnologia vegetal que atingiram o mercado e propiciaram lucros para os proprietários de tais ativos intangíveis.

*Comprovação da hipótese número 2.*

As patentes de extensão derivadas dos documentos de propriedade intelectual que compõe as quatro TT garantiram aos seus titulares o direito à cobrança de *royalties* no Brasil e em outros países cujos Sistemas de Propriedade Intelectual são mais frágeis do que nos EUA do ponto de vista do inovador que deseja remunerar seus esforços de P&D. A Tabela V.1 presente no anexo V da tese corrobora esta afirmação. A Tabela V.1 compila informações a respeito das patentes norte-americanas integrantes das TT que foram revalidadas em outros países e dos respectivos OGM protegidos por tais patentes de extensão.

Os Artigos 27.1 e 27.3(b) do TRIPS engendram um arcabouço doutrinário e coercitivo favorável à aceitação internacional das patentes que protegem as técnicas de engenharia genética empregadas na obtenção de novas plantas. As informações presentes nas Tabelas 5.6 e V.1 tendem a reforçar esta percepção e a comprovar a hipótese n° 2 da tese. As patentes listadas na Tabela V.1 reivindicam, em sua maioria, ferramentas biotecnológicas que regulam os processos de inserção e expressão gênica em células vegetais. O reconhecimento, em atendimento às regras dispostas no TRIPS, do papel crucial exercido por tais tecnologias habilitadoras na transmissão dos atributos de origem transgênica para as linhagens de soja, milho e algodão adaptadas às condições locais de cada país legitimou a revalidação das patentes norte-americanas integrantes da TT n° 2 nos demais Estados signatários da OMC.

Dessa maneira, a concentração das tecnologias habilitadoras descritas nas Tabelas 5.6 e V.1 nas mãos da Monsanto contribuiu fortemente para a empresa superar os entraves jurídicos impostos pelas legislações nacionais que não permitem o patenteamento de sementes e cultivares. Em síntese, a revalidação internacional da proteção patentária concedida às ferramentas biotecnológicas desenvolvidas originalmente nos EUA assegurou à Monsanto o direito à cobrança de *royalties* e/ou exigência de indenizações dos agricultores de vários países

que optaram pela adoção dos cultivares de soja, milho e algodão que carregam a primeira geração dos atributos RR ou Bollgard™<sup>109</sup>.

O presente estudo também constatou que durante a fase pós comercial da indústria de biotecnologia vegetal, o prazo de proteção legal da maior parte das patentes que reivindicam tecnologias habilitadoras se encerrou. À primeira vista este acontecimento pode parecer uma ameaça à continuidade da proteção dos OGM nos países que optaram por excluir a patenteabilidade de genes e plantas. No entanto, esta ameaça não se concretizou.

Nos últimos anos, os acordos comerciais bilaterais e regionais articulados pelo governo dos EUA com outros países têm contribuído para consolidar o argumento norte-americano que atribui aos esforços intelectuais humanos a descoberta e o isolamento dos genes passíveis de aplicação comercial. Nesta perspectiva, a proteção patentária remete aos direitos intelectuais dos cientistas que se empenharam na identificação e no isolamento das sequências nucleicas, e não propriamente às cadeias de aminoácidos que compõem o DNA. Em termos práticos, a aceitação crescente desta visão tem fornecido o embasamento doutrinário para a validação das patentes norte-americanas que reivindicam sequências genéticas em outras nações, inclusive em países cujas legislações não admitem oficialmente o patenteamento de genes e seres vivos.

Por consequência, a proteção dos OGM mais recentes obtidos por Monsanto (Soja RR2 e Soja Intacta™), Dupont (Soja Optimum GAT™) e Bayer (Soja Liberty™) no restante do mundo tem priorizado cada vez mais a extensão de patentes norte-americanas que protegem diretamente as sequências nucleicas capazes de codificar atributos de origem transgênica em células vegetais (Tabela V.1).

#### *Comprovação da hipótese número 1.*

Os indicadores de apropriabilidade elaborados pela tese adotam o pressuposto que as firmas priorizarão empregar nas ações judiciais de violação de DPI as patentes juridicamente mais sólidas que exibem maiores chances de obter vitórias nos tribunais, em virtude do risco, em caso de derrota, de que a autoridade jurídica invalide as patentes que deram origem à ação legal. Nesta perspectiva, a quantidade de litígios judiciais instaurados a partir de uma patente pode ser considerada uma *proxy* da capacidade bloqueante legal do documento de propriedade intelectual. Dessa maneira, as patentes mobilizadas em diversos processos jurídicos tendem a exibir forte poder bloqueante.

As estatísticas obtidas através da contabilização das ações judiciais de violação de documentos patentários atestam que as TT mapeadas por meio da metodologia das redes de

---

<sup>109</sup> Estamos nos referindo aos produtos comerciais Soja RR1, Algodão Bollgard I™, Milho YieldGard™ e Milho RR1.

inovação estão fortemente relacionadas aos mecanismos de apropriabilidade mobilizados pelas firmas atuantes no desenvolvimento de biotecnologias vegetais.

O presente estudo identificou 164 processos judiciais que envolveram acusações de violação de, no mínimo, um documento de propriedade intelectual pertencente à amostra da tese composta por 7234 patentes. Os litígios judiciais podem ser classificados em dois grupos distintos: i) 104 processos foram impetrados contra agricultores norte-americanos, dentre os quais, 99 ações judiciais se concentraram em torno de três patentes que fazem parte das TT n° 1 e 2.1; ii) 57 litígios judiciais tiveram como réu empresas atuantes no desenvolvimento de biotecnologias vegetais. Dentre estas 57 ações judiciais, 37 litígios (65% do total) contaram com a participação de, no mínimo, um documento patentário pertencente à pelo menos uma das quatro TT mapeadas pela tese.

As TT n° 1, 2 e 3 registram claramente uma empresa dominante, uma vez que a Monsanto exerce o domínio das principais patentes que compõem cada trajetória. A empresa mobilizou esses documentos patentários para coibir e punir a reprodução não autorizada de sementes transgênicas por parte dos agricultores norte-americanos e também para edificar barreiras à entrada legais que tiveram êxito em retardar a comercialização dos OGM desenvolvidos por firmas rivais.

A despeito do amplo portfólio de documentos de propriedade intelectual pertencente à Monsanto, 97,05% dos litígios instaurados pela empresa contra fazendeiros norte-americanos se concentraram em torno de três patentes, os documentos número US5352605; US5633435 e USRE39247. A primeira patente faz parte da TT n°2.1 ao passo que os documentos US5633435 e USRE39247 integram a TT n° 1.

As patentes US5633435 e USRE39247 protegem uma sequência nucleica originária do gene CP4 capaz de codificar a síntese da proteína EPSPS em variedades de soja, o que possibilita tornar os cultivares tolerantes em relação a aplicação do herbicida glifosato. Por sua vez, o documento US5352605 reivindica o direito de utilização dos trechos do DNA do vírus mosaico da couve-flor (CaMv) correspondentes aos promotores 35S e 19S na elaboração de genes quiméricos. As técnicas de DNA recombinante possibilitaram a junção da sequência nucleica descrita acima com o promotor 35S. O gene quimérico assim obtido foi posteriormente inserido em linhagens de soja, o que deu origem ao produto comercial Soja RR1.

O promotor 35S tem a função de instruir a planta a iniciar o processo de expressão gênica. Devido a este motivo, grande parte dos OGM desenvolvidos pela Monsanto foram obtidos mediante a inserção em células vegetais de genes quiméricos que contém uma ou mais cópias do promotor 35S. Neste grupo incluem-se, além da Soja RR1, os produtos Algodão

Bollgard I™, Algodão Bollgard II™, MilhoYieldGard™, Milho RRI e Milho RRII. Ao assegurar direitos de propriedade sobre o promotor 35S que se encontra presente no código genético dos OGM listados acima, a patente US5352605 forneceu, durante o período 1996-2013, o embasamento jurídico necessário para a cobrança de *royalties* sobre os cultivares de soja, milho e algodão que carregam a primeira geração dos atributos RR e/ou Bollgard™.

Por consequência, o documento US5352605 também auxiliou na punição dos fazendeiros que replantaram sementes obtidas a partir de OGM comercializados pela Monsanto sem o consentimento da empresa. O presente estudo identificou 63 ações judiciais instauradas a partir da patente US5352605 que acusam agricultores norte-americanos de cometer crimes de biopirataria.

A Monsanto se tornou a maior empresa mundial de sementes somente após a aprovação do primeiro evento de transgenia para plantio e comercialização nos EUA, Argentina, Canadá, México e Uruguai durante o biênio 1995-1996 (Tabela 1.1). A análise do portfólio de patentes pertencente à Monsanto constatou que a empresa deu início aos projetos de P&D voltados para o desenvolvimento de biotecnologias vegetais na primeira metade dos anos 80, portanto, muito antes do início do plantio dos primeiros OGM.

Neste sentido, uma das grandes contribuições desta tese reside na constatação que as atividades de pesquisa executadas internamente pela Monsanto durante a fase pré-comercial da indústria de biotecnologia vegetal ao lado da aquisição das empresas Calgene, Dekalb e Agracetus na década de 90 possibilitaram a concentração nas mãos da empresa de Saint Louis das principais ferramentas biotecnológicas que regulam os processos de inserção e expressão de transgenes em células vegetais. O domínio das patentes que reivindicam as tecnologias habilitadoras necessárias para a criação de sementes transgênicas, permitiu à Monsanto arquitetar um sistema de patentes bloqueantes durante a década que antecedeu o início da comercialização dos OGM.

Sob esta perspectiva, as batalhas judiciais travadas pela Monsanto contra as demais corporações atuantes no desenvolvimento de biotecnologias vegetais fornecem informações valiosas sobre o *modus operandi* com que a empresa de Saint Louis mobilizou os documentos de propriedade intelectual integrantes das TT nº1 e 2 para deter novos entrantes e também retardar o desenvolvimento e a comercialização dos OGM obtidos por firmas rivais. Dessa maneira, as ações de violação de patentes descritas na seção 5.3 representam manifestações concretas das estratégias bloqueantes legais empregadas pela Monsanto, as quais são sumarizadas a seguir:

- I- Em 1999 a Monsanto acusou a Mycogen de infringir a patente US5500365. O Tribunal de Delaware considerou o documento patentário inválido. Apesar da vitória judicial, a Dow, proprietária da Mycogen, demorou vários anos para ingressar no mercado de sementes transgênicas de algodão. A Dow detinha no início dos anos 2000 a posse de sequências nucleicas capazes de codificar a resistência contra insetos em plantas. Embora próximas do mercado, a efetividade e o valor destas tecnologias dependiam fortemente do acesso aos métodos de inserção de transgenes em linhagens de algodão reivindicados pela patente US5004863, obtida pela Monsanto junto à Agracetus em 1996. Ao vedar o acesso das firmas rivais a esta tecnologia habilitadora chave, a Monsanto teve êxito em retardar o desenvolvimento de sementes transgênicas capazes de ameaçar a liderança de mercado do produto Algodão Bollgard I™.
- II- Em 2002 a Monsanto questionou na Justiça o direito legal da Aventis frente à utilização de variantes mutantes do *aroA* gene descoberto e patenteado pela Calgene. A ação judicial visou impor obstáculos para o desenvolvimento de OGM a partir de fragmentos de DNA substitutos em relação ao gene CP4-EPSPS pertencente à Monsanto. Trata-se, por consequência, de uma estratégia de apropriabilidade baseada na edificação de cercas de patentes do tipo teorizado por Arora (1997).
- III- Em 2006 a Monsanto impetrou duas ações judiciais que acusavam a Syngenta de infringir tecnologias patenteadas originalmente pela Dekalb. O primeiro processo julgado pelo Tribunal de Delaware<sup>110</sup> se originou de uma situação de empilhamento de patentes. Os documentos US5538880 e US6013863, que reivindicam métodos de inserção de transgenes, foram mobilizados para tentar bloquear o desenvolvimento do produto Milho Agrisure™. Em paralelo a esta estratégia, Monsanto e Dekalb realizaram diversos depósitos patentários em torno das demais tecnologias habilitadoras empregadas na criação do Milho RR1, que passou a ser objeto de um emaranhado de direitos de exclusividade. O caráter indissociável destes direitos deu origem a cercas protetoras que dificultaram o ingresso da Syngenta no mercado. A empresa suíça passou incólume pela acusação de violação dos processos de bombardeamento celular, mas mostrou-se incapaz de convencer o Tribunal do Missouri<sup>111</sup> que o Milho Agrisure™ não infringia o promotor protegido pela patente US5554798.

---

<sup>110</sup> Ver nota de rodapé nº 95

<sup>111</sup> Ver nota de rodapé nº 96

IV- A Monsanto licenciou a tecnologia RR1 para a Dupont em 2002. A batalha judicial entre as duas empresas teve início após a Dupont obter a aprovação do atributo Optimum GAT™. Em 2009, a Monsanto acusou a Dupont de violar as patentes US5633435 e USRE39247 em virtude do desenvolvimento de linhagens soja que combinavam ilegalmente a tecnologia RR1 com o gene Optimum GAT™. Dessa maneira, ação judicial buscou criar empecilhos legais para difusão dos OGM *stacked* portadores do gene Optimum GAT™ que representam alternativas concorrenciais em relação às sementes tolerantes a múltiplos herbicidas desenvolvidas pela Monsanto. Após a derrota judicial, a Dupont pagou uma indenização bilionária à firma rival.

O sistema de patentes bloqueantes arquitetado pela Monsanto surtiu o efeito desejado. As estratégias de apropriabilidade que deram origem às quatro disputas judiciais descritas acima conciliaram a construção de cercas protetoras a partir do *split* da tecnologia RR em diversas patentes com o empilhamento de documentos patentários reivindicantes de tecnologias habilitadoras. Estas estratégias contribuíram para conservar por praticamente uma década a posição quase monopolista desfrutada pelos atributos RR e Bollgard™ no mercado norte-americano de sementes. Segundo Howard (2009), durante a safra de 2008, mais de 80 % do território dos EUA dedicado ao plantio de grãos continha variedades que possuíam atributos de origem transgênica desenvolvidos pela Monsanto.

#### *Comprovação da hipótese número 3.*

Os estudos a respeito da distribuição temporal das patentes pertencentes à Monsanto que deram origem a ações judiciais de violação de DPI fornecem indícios de que as barreiras à entrada assentadas em documentos patentários se fragilizaram durante a fase pós comercial da indústria de biotecnologia vegetal. Diante deste acontecimento, a conservação da posição quase monopolista desfrutada até então pelos atributos RR e Bollgard™ no mercado norte-americano de sementes se mostrou insustentável. Conforme as patentes que reivindicam tecnologias habilitadoras começaram a expirar, os rivais da Monsanto passaram a desfrutar de maior liberdade para desenvolver e comercializar novos atributos agrônômicos. Desde de 2006, Dupont, Dow, Basf, Bayer e Syngenta lançaram novos OGM nos EUA.

Em resposta ao enfraquecimento do sistema de patentes bloqueantes descrito anteriormente, as estratégias de apropriabilidade mais recentes empregadas pela Monsanto passaram a priorizar a acumulação de ativos complementares em relação às ferramentas biotecnológicas e aos atributos de origem transgênica pertencentes à empresa. Em termos práticos, a Monsanto adotou as seguintes medidas: i) reorientação dos projetos de pesquisa

executados internamente no sentido de priorizar o patenteamento de cultivares; ii) desenvolvimento de novas variedades de soja em parceria com a Stine Seed Farm; iii) aquisição de empresas de sementes, em especial a DPLC; iv) estabelecimento de contratos de licenciamento com empresas produtoras independentes de sementes que registram cláusulas capazes de limitar a adoção de atributos não desenvolvidos pela Monsanto.

As medidas elencadas acima contribuíram para edificar novas barreiras à entrada, baseadas, sobretudo, no bloqueio do acesso das firmas rivais às variedades agronômicas hospedeiras mais aptas a receber atributos de origem transgênica. Nesta perspectiva, o domínio crescente exercido pela Monsanto sobre as principais fontes de germoplasma de soja e algodão existentes nos EUA vem dificultando a difusão dos OGM comercializados por empresas concorrentes. Por consequência, a participação da empresa de Saint Louis no mercado mundial de sementes se ampliou no período recente. Em 2009, a Monsanto detinha 17,4% deste mercado ao passo que esta participação se elevou para 21,8% em 2012 (Tabela 1.1).

## **Parte II: Considerações finais**

O padrão específico assumido pelos esforços de inovação executados pela indústria de biotecnologia vegetal difere em relação aos regimes tecnológicos *Schumpeter Mark I* e *Schumpeter Mark II*. Uma diferença relevante em relação ao padrão *creative destruction* reside no fato que as primeiras agrobiotecnologias que surgiram nos anos 80 não foram desenvolvidas por empresas que jamais haviam inovado. Os primeiros inventores representavam, na verdade, *spin-offs* de organizações já existentes<sup>112</sup>. Tampouco a indústria de biotecnologia vegetal se caracteriza pela presença de inovações incrementais que são desenvolvidas pelas mesmas firmas responsáveis pelas invenções anteriores, como ocorre no regime tecnológico *creative accumulation*. As inovações introduzidas ao longo das distintas fases do segmento econômico em tela exibem caráter predominantemente complementar e modular ao invés de incremental.

A indústria de biotecnologia vegetal registra claramente uma empresa dominante. Ao longo das últimas quatro décadas, a Monsanto desenvolveu e introduziu no mercado as principais inovações associadas aos OGM. Esta constatação emergiu como resultado da aplicação da metodologia de análise das redes de citação de patentes, nunca como ponto de partida da pesquisa.

Neste sentido, a Monsanto representa uma firma multinacional originária do setor químico que vivenciou duas grandes reestruturações ao longo da sua história. O departamento

---

<sup>112</sup> A Calgene representa um *spin-off* da Universidade da Califórnia - Davis ao passo que o departamento de agrobiotecnologia da Monsanto nasceu a partir da divisão de agroquímicos da empresa.

voltado para o desenvolvimento de agrobiotecnologias surgiu nos anos 80 como um *spin-off* da divisão de agroquímicos da empresa. Na década de 90, a corporação em estudo concluiu a sua transição de empresa agroquímica para EBB. A segunda reestruturação vivenciada pela Monsanto ocorreu nos anos 2000. Grande parte das atividades de P&D executadas pela empresa foi redirecionada das técnicas de biologia molecular para os programas de melhoramento de plantas baseados em métodos de cultivo e seleção tradicionais. Desde então, os esforços de pesquisa executados internamente e as operações de F&A conduzidas pela Monsanto passaram a priorizar a obtenção de novos cultivares.

As três grandes reestruturações denotam o êxito da Monsanto no tocante à acumulação de competências dinâmicas, definidas como a habilidade da firma no sentido de “integrar, construir e reconfigurar competências internas e externas para se adaptar às rápidas mudanças do ambiente [... de modo a] encontrar novas vantagens competitivas” (TEECE, PISANO e SHUEN, 1997,p.515). Em termos práticos, a empresa em estudo logrou desenvolver uma estrutura de governança empresarial capaz de gerir as seguintes dimensões: i) desenvolvimento de rotinas organizacionais diretamente associadas aos processos de busca e seleção de novas tecnologias; ii) fortalecimento das competências organizacionais internas, sobretudo capacidades relacionadas aos processos de aprendizado e adaptação; iii) incorporação dos benefícios oriundos das novas oportunidades abertas pelo avanço da ciência; iv) estruturação de redes de colaboração a partir de parcerias com outras organizações públicas e privadas.

A apropriação por parte da Monsanto dos benefícios econômicos associados às biotecnologias vegetais introduzidas no mercado de sementes tornou-se possível devido ao alinhamento das competências dinâmicas para inovar descritas acima com a construção de mecanismos complexos de apropriabilidade baseados, sobretudo, no domínio de tecnologias intermediárias. A natureza praticamente inexpugnável destes mecanismos bloqueantes deu origem a um regime tecnológico peculiar que difere dos padrões *Schumpeter Mark I* e *Schumpeter Mark II*<sup>113</sup>.

---

<sup>113</sup> Cada regime tecnológico representa uma combinação particular das condições de apropriabilidade dos esforços inventivos, das oportunidades de introdução de avanços tecnológicos relevantes e rentáveis, da cumulatividade dos avanços técnicos, e das propriedades da base de conhecimento acumulada pela indústria. O regime tecnológico *Schumpeter Mark I* caracteriza-se pela presença de oportunidades tecnológicas elevadas, baixa cumulatividade das invenções e condições de apropriabilidade frágeis. Por sua vez, o fortalecimento das condições de apropriabilidade, a natureza cada vez mais incremental assumida pelas invenções, e a diminuição das oportunidades tecnológicas tendem a promover a transição do regime tecnológico *Schumpeter Mark I* para o padrão *Schumpeter Mark II* (BRESCHI; MALERBA e ORSENIGO, 2000). O regime tecnológico subjacente à indústria de biotecnologia vegetal não se enquadra nestas classificações. A primeira semente de soja resistente ao glifosato (Soja RR1) foi lançada pela Monsanto no mercado norte-americano em 1996. Este produto representa uma inovação radical que difere das invenções incrementais típicas do regime *Schumpeter Mark II*. No entanto, diferentemente das indústrias que seguem o padrão *Schumpeter Mark I*, as condições de apropriabilidade vigentes durante a primeira década de comercialização dos OGM se mantiveram sempre sólidas.

A base de conhecimento subjacente à indústria de biotecnologia vegetal se caracteriza pela complexidade e pela modularidade. Os sistemas tecnológicos modulares exibem forte interdependência entre os seus componentes. Por consequência, o funcionamento pleno do sistema requer a existência de uma interface capaz de integrar todos os componentes ao sistema. Dessa maneira, o domínio de um único módulo de tecnologias representa uma condição insuficiente para a obtenção de um produto tecnológico complexo (FRENKEN, 2006). Os OGM se enquadram nesta categorização; as sequências nucleicas que codificam os atributos de origem transgênica consistem nas tecnologias que permitem registrar as sementes geneticamente modificadas. No entanto, a efetividade e o valor destas tecnologias dependem fortemente do acesso às ferramentas biotecnológicas capazes de regular os processos de inserção e expressão de transgenes em células vegetais, as quais possibilitam que plantas geneticamente modificadas produzam sementes transgênicas comercializáveis.

A modularidade compartilhada entre as principais biotecnologias vegetais empregadas no desenvolvimento dos OGM criou as condições para a edificação de um sistema de patentes bloqueantes durante a década que antecedeu o lançamento do produto Soja RR1, basicamente, por meio do domínio preemptivo exercido pela Monsanto sobre os documentos patentários que reivindicam as principais ferramentas biotecnológicas reguladoras dos processos de inserção e expressão gênica, sem as quais a criação de novas sementes transgênicas torna-se impossível. O bloqueio do acesso das firmas rivais a essas tecnologias habilitadoras chaves foi capaz de conservar por uma década a posição quase monopolista desfrutada pelos atributos de origem transgênica RR e Bollgard™ no mercado norte-americano de sementes. Concomitantemente, a revalidação internacional da proteção patentária concedida às ferramentas biotecnológicas listadas acima assegurou à Monsanto o direito à cobrança de *royalties* sobre os produtos Soja RR1, Milho RRI e Algodão Bollgard I™ em países cujos Sistemas de Propriedade Intelectual são mais frágeis do que nos EUA.

As barreiras à entrada baseadas em documentos patentários se mantiveram plenamente operantes durante a fase comercial da indústria de biotecnologia vegetal e sementes, que abarcou o período 1996-2005. Em virtude da natureza praticamente inexpugnável dessas barreiras, as oportunidades tecnológicas à disposição dos concorrentes da Monsanto se mostraram exíguas. Ao longo do período em tela, a inserção das demais empresas no mercado de sementes transgênicas se deu, sobretudo, através da aquisição de licenças tecnológicas que autorizavam a incorporação dos atributos RR ou Bollgard™ às suas respectivas variedades agrônômicas em troca do pagamento de *royalties* à Monsanto.

As patentes pertencentes à Monsanto que reivindicam ferramentas biotecnológicas começaram a expirar em 2006. Desde então, as estratégias de apropriabilidade empregadas pela empresa têm priorizado a constituição de novos mecanismos bloqueantes, baseados, sobretudo, no bloqueio do acesso das firmas rivais às principais fontes de germoplasma de soja e algodão passíveis de serem utilizadas para a inserção de atributos de origem transgênica. O controle cada vez mais exclusivo da Monsanto sobre as variedades agronômicas mais aptas a exercer a função de hospedeiras têm logrado inibir a penetração de mercado dos OGM comercializados por concorrentes. Por esta razão, o enfraquecimento do sistema de patentes bloqueantes descrito anteriormente não se traduziu na fragilização das barreiras à entrada nem das condições de apropriabilidade vigentes na indústria de biotecnologia vegetal.

Dessa maneira, o término do prazo de proteção legal das tecnologias habilitadoras pertencentes à Monsanto gerou oportunidades tecnológicas para poucos. As empresas que durante as fases pré-comercial e comercial do segmento econômico em estudo foram capazes de assegurar o acesso a bancos de germoplasma de qualidade e de acumular competências associadas aos processos de venda, *marketing* e distribuição de sementes se fortaleceram no período recente. A aquisição da Pioneer na década de 90 garantiu à Dupont o controle da principal fonte de germoplasma de milho existente nos EUA. Não por acaso, a participação da Dupont no mercado mundial de sementes se elevou de 11,2% em 2009 para 15,6% em 2012. Em contrapartida, as corporações que durante as décadas de 90 e 2000 se mostraram incapazes de acumular os ativos complementares descritos acima continuam ocupando uma posição de ator coadjuvante na indústria de biotecnologia vegetal. As empresas Bayer e Basf desenvolveram novos atributos de origem transgênica durante quadriênio 2009-2012. A despeito deste fato, o *market share* mundial das duas empresas não se elevou neste período (Tabela 1.1).

Em síntese, as análises sobre as condições de apropriabilidade vigentes durante a fase pós comercial da indústria de biotecnologia vegetal revelam que a concentração industrial se elevou no período recente, a despeito do enfraquecimento do sistema de patentes bloqueantes arquitetado pela Monsanto durante as duas décadas anteriores. Em 2009 as nove maiores empresas produtoras de sementes detinham 44% do faturamento mundial do setor ao passo que esta participação saltou para 58,1% em 2012 devido ao crescimento do *market share* de Monsanto e Dupont (Tabela 1.1). Estas constatações sugerem que as ideias clássicas de que as tecnologias, principalmente as ferramentas de pesquisa, se transformam em bens públicos após o término do período de vida útil das patentes que as protegem, e de que este fato cria

oportunidades para novas pesquisas que contribuem para fragilizar as barreiras à entrada, não refletem a realidade recente do segmento econômico em estudo.

A indústria de biotecnologia vegetal e sementes caracteriza-se pela complementariedade existente entre a pesquisa biotecnológica e o cultivo tradicional; pelo controle exercido por Monsanto e Dupont sobre as principais fontes de germoplasma de soja, algodão e milho; pela modularidade compartilhada entre as principais agrobiotecnologias empregadas na criação dos OGM. Assim, a confluência desses elementos setoriais engendra um ambiente seletivo muito forte que limita as chances de sobrevivência das empresas que não lograram obter acesso a bancos de material genético vegetal e que não ganharam cumulatividade no processo de geração de invenções, desenvolvimento de mercado e de patenteamento.

## BIBLIOGRAFIA

ARORA, Ashish. Patents, licensing, and market structure in the chemical industry. *Research Policy*, v. 26, n. 4–5, p. 391–403, Dezembro 1997.

ARROW, Kenneth. Economic welfare and the allocation of resources for invention. In NELSON, Richard (Ed) *The rate and direction of inventive activity*. Princeton: NBER and Princeton University Press, 1962.

ARUNDEL, Anthony. The relative effectiveness of patents and secrecy for appropriation. *Research Policy*, v. 30, n. 4, p. 611–624, Abril 2001.

BARABÁSI, A. L.; JEONG, H.; NÉDA, Z.; RAVASZ, E.; SCHUBERT, A.; VICKSEK, T. Evolution of the social network of scientific collaborations. *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*, v. 311, n. 3–4, p. 590–614, Agosto 2002.

BARBOSA, Denis B. *Uma introdução à propriedade intelectual*. Rio de Janeiro: Lumen Juris, 2003.

BARBOSA, Denis B. Dois estudos sobre os aspectos jurídicos do patenteamento da tecnologia roundup ready no Brasil – a questão da soja transgênica, *Mimeo*, Rio de Janeiro, 2013. Available: <http://www.denisbarbosa.addr.com/paginas/novidades/novidades.html>.

BARTON, John. H. The impact of contemporary patent law on plant biotechnology research. In EBERHART, S.A.; SHANDS, H.L.; COLLINS, W.; LOWER, R.L. (Eds.) *Intellectual property rights III, global genetic resources: Access and property rights*: Madison, CSSA, 1998

BENNET, Alan .Facilitating intellectual property access for agricultural research and commercialization . *Paper presented at Renabio Conference, Salvador, 2004*.

BESSEN, James E. Patent Thickets: Strategic Patenting of Complex Technologies. *Mimeo*, Rochester NY, Social Science Research Network Scholarly Paper nº ID 327760. 1 mar. 2003. Disponível em: <<http://papers.ssrn.com/abstract=327760>>. Acesso em: 12 fev. 2015.

BRESCHI, Stefano; MALERBA, Franco; ORSENIGO, Luigi. Technological Regimes and Schumpeterian Patterns of Innovation. *The Economic Journal*, v. 110, n. 463, p. 388–410, 2000.

BRESCHI, Stefano; LISSONI, Francesco; MALERBA, Franco. Knowledge-relatedness in firm technological diversification. *Research Policy*, v. 32, n. 1, p. 69–87, jan. 2003.

BROOKES, Graham; BARFOOT, Peter. Economic impact of GM crops. *GM Crops & Food*, v. 5, n. 1, p. 65–75, 1 jan. 2014.

BUAINAIN, Antonio M.; CARVALHO, Sergio M.P.; PAULINO, Sonia R.P.; YAMAMURA, Simone. Propriedade intelectual e inovação tecnológica: algumas questões para o debate atual. In MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO, INDÚSTRIA E COMÉRCIO EXTERIOR; INSTITUTO EUVALDO LODI (Ed) *O Futuro da Indústria: Cadeias Produtivas*. 1ª ed. Brasília: Athalaia Gráfica e Editora, 2004.

CALLON, Michel. Variété et irréversibilité dans les réseaux de conception et d'adoption des techniques. In FORAY, Dominique; FREEMAN, Christopher (Eds) *Technologie et richesse des nations*. Paris: Economica, 1992.

CARLSON, Rob. The market value of GM products. *Nature Biotechnology*, v. 27, n. 11, p. 984–984, nov. 2009.

CARVALHO, Sergio. M. P.; SALLES-FILHO, Sergio; PAULINO, Sonia R. Propriedade Intelectual e Dinâmica de Inovação na Agricultura. *Revista Brasileira de Inovação*, v. 5, n. 2 jul/dez, p. 315–340, 18 ago. 2009.

CEFIS, Elena; MARSILI, Orietta. Survivor: The role of innovation in firms' survival. *Research Policy*, v. 35, n. 5, p. 626–641, jun. 2006.

CHAVES, Gabriela C.; OLIVEIRA, Maria A.; HASENCLEVER, Lia; MELO, Luiz M. A evolução do sistema internacional de propriedade intelectual: proteção patentária para o setor farmacêutico e acesso a medicamentos. *Cadernos de Saúde Pública*, v. 23, n. 2, p. 257–267, 2007.

CHU, Angus C. Effects of blocking patents on R&D: a quantitative DGE analysis. *Journal of Economic Growth*, v. 14, n. 1, p. 55–78, 1 mar. 2009.

COHEN, Wesley M.; LEVINTHAL, Daniel A. Innovation and Learning: The Two Faces of R & D. *The Economic Journal*, v. 99, n. 397, p. 569–596, 1 set. 1989.

COHEN, Wesley M.; NELSON, Richard R.; WALSH, John P. Protecting their intellectual assets: Appropriability conditions and why US manufacturing firms patent (or not). *National Bureau of Economic Research*, NBER Working Papers, No 7552, 2000. Disponível em: <<http://www.nber.org/papers/w7552>>. Acesso em: 28 out. 2014.

COMAI, Luca; SEN, Louvminia C.; STALKER, David M. An Altered *aroA* Gene Product Confers Resistance to the Herbicide Glyphosate. *Science*, v. 221, n. 4608, p. 370–371, 22 jul. 1983.

COMANOR, William S.; SCHERER, Frederic M. Patent Statistics as a Measure of Technical Change. *Journal of Political Economy*, v. 77, n. 3, p. 392–98, 1969.

CORIAT, Benjamin; DOSI, Giovanni. The Institutional Embeddedness of Economic Change: An Appraisal of the Evolutionary and Regulationist Research Programmes. In NIELSEN, Klaus; JHONSON, Bjorn (orgs) *Institutions and Economic Change: New Perspectives on Markets, Firms and Technology*. Cheltenham: Edward Elgar, 1998.

CORIAT, Benjamin; ORSI, Fabienne; WEINSTEIN, Olivier. Does Biotech Reflect a New Science-based Innovation Regime? *Industry and Innovation*, v. 10, n. 3, p. 231–253, 1 set. 2003.

CORREA, Carlos. *Trade Related Aspects of Intellectual Property Rights: A Commentary on the TRIPS Agreement*. Oxford: Oxford University Press, 2007.

CORREA, Carlos M. *Intellectual Property Rights, the WTO and Developing Countries: The TRIPS Agreement and Policy Options*. London: Zed Books, 2000.

CZARNITZKI, Dirk; KRAFT, Kornelius. Innovation indicators and corporate credit ratings: evidence from German firms. *Economics Letters*, v. 82, n. 3, p. 377–384, mar. 2004.

DAL POZ, Maria Ester S. *Redes de inovação em biotecnologia: genômica e direitos de propriedade industrial*. Tese (Doutorado) – Instituto de Geociências, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2006.

DAL POZ, Maria Ester S.; SILVEIRA, José M.F.J.; FONSECA, Maria G. Direitos de Propriedade Intelectual em Biotecnologia: um processo em construção. In SILVEIRA, José M.F.J.; DAL POZ, Maria Ester S.; ASSAD, Ana L. D. (Org) *Biotecnologia e recursos genéticos: desafios e oportunidades para o Brasil*. Campinas: Instituto de Economia Unicamp/FINEP, 2004.

DAL POZ, Maria Ester S.; SILVEIRA, José M. F. J.; MASAGO, Fábio K. Innovation Networks: Emerging Technological Trajectories on Ethanol Fermentation Processes. *Paper presented at 16th ICABR Conference*, Rovello (Italy), 2012.

DAL POZ, Maria Ester S.; FERRARI, Vinícius E.; SILVEIRA, José M. F. J. Mecanismos de apropriabilidade em inovações agrícolas. In BUAINAIN, Antônio M. (org) *Propriedade Intelectual e inovações na agricultura*. Campinas: UNICAMP, 2015

DANGUY, Jérôme; DE RASSENFOSSE, Gaétan; DE LA POTTERIE, Bruno P. On the origins of the worldwide surge in patenting: an industry perspective on the R&D–patent relationship. *Industrial and Corporate Change*, v. 23, n. 2, p. 535–572, 2014.

DE JANVRY, Alain; GRAFF, Gregory; SAUDOLET, Elisabeth; ZILBERMAN, David. Agricultural biotechnology and poverty: Can the potential be made a reality?. *Paper presented at Conference The Shape of the Coming Agricultural Biotechnology Transformation: Strategic Investment and Policy Approaches from an Economic Perspective*, .Rome,1999.

DE RASSENFOSSE, Gaétan; DE LA POTTERIE, Bruno P. A policy insight into the R&D–patent relationship. *Research Policy*, v. 38, n. 5, p. 779–792, 2009.

DOSI, Giovanni. Technological paradigms and technological trajectories: a suggested interpretation of the determinants and directions of technical change. *Research policy*, v. 11, n. 3, p. 147–162, 1982.

FELDMAN, Maryann P.; YOON, Ji Woong. An empirical test for general purpose technology: an examination of the Cohen–Boyer rDNA technology. *Industrial and Corporate Change*, v. 21, n. 2, p. 249–275, 1 abr. 2012.

FERRAZZI, Giovanni; FRISIO, Dario G.; VENTURA, Vera; SILETTI, Elena. Patent analysis and M&A operations in the Agbiotech: a possible key to understand different strategies of bioeconomy firms?. *Paper presented at 17th ICABR Conference*, Rovello (Italy), 2013.

FONSECA, Maria G.; SILVEIRA, José M.F.J.; DAL POZ, Maria Ester S. Developing biotechnological resources and creating institutional capabilities in Brazil in the 90’s. *Paper presented at conference Proceedings of the European Association of Evolutionary Political Economy*, Maastricht, 2003.

FONSECA, Maria G.; DAL POZ, Maria Ester S.; SILVEIRA, José M.F.J. Biotecnologia vegetal e produtores afins: sementes, mudas e inoculantes. In SILVEIRA, José M.F.J.; DAL

POZ, Maria Ester S.; ASSAD, Ana L. D. (Org) *Biotecnologia e recursos genéticos: desafios e oportunidades para o Brasil*. Campinas: Instituto de Economia Unicamp/ FINEP, 2004.

FOSTER, John. From simplistic to complex systems in economics. *Cambridge Journal of Economics*, v. 29, n. 6, p. 873–892, 2005.

FRENKEN, Koen. A fitness landscape approach to technological complexity, modularity, and vertical disintegration. *Structural Change and Economic Dynamics*, v. 17, n. 3, p. 288–305, 2006.

FRISIO, Dario G.; FERRAZI, Giovanni; VENTURA, Vera; VIGANI, Mauro. Public vs. private agbiotech research in the United States and European Union, 2002-2009. *AgBioForum*, 13(4), 333-342, 2010. Available on: <http://www.agbioforum.org>

FULTON, Murray, GIANNAKAS, Konstantinos. Agricultural Biotechnology and industry Structure. *AgBioForum – Volume 4, Number 2, 137-151*, 2001.

GOESCHL, Timo; SWANSON, Timothy. Pests, Plagues, and Patents. *Journal of the European Economic Association*, v. 1, n. 2-3, p. 561–575, 2003.

GRAFF, Gregory D. *Innovating and Exchanging Biotechnologies for Agriculture*. Tese (Doutorado) – University of California at Berkeley, Berkeley, 2002.

GRAFF, Gregory D. Observing technological trajectories in patent data: Empirical methods to study the emergence and growth of new technologies. *American Journal of Agricultural Economics*, v. 85, n. 5, p. 1266–1274, 2003.

GRAFF, Gregory D.; CULLEN, Susan E.; BRADFORD, Kent J.; ZILBERMAN, David, BENNETT, Alan B. The public-private structure of intellectual property ownership in agricultural biotechnology. *Nature biotechnology*, v. 21, n. 9, p. 989–995, 2003.

GRAFF, Gregory D.; RAUSSER, Gordon C.; SMALL, Arthur A. Agricultural Biotechnology's Complementary Intellectual Assets. *Review of Economics and Statistics*, v. 85, n. 2, p. 349–363, Maio 2003.

GRILICHES, Zvi. Patent statistics as economic indicators: a survey. In National Bureau of Economic Research (ed) *R&D and productivity: the econometric evidence*. Cambridge: NBER Books, 1998.

GRILICHES, Zvi; HALL, Bronwyn H.; PAKES, Ariel. R&D, patents, and market value revisited: is there a second (technological opportunity) factor?. *Economics of Innovation and new technology*, v. 1, n. 3, p. 183–201, 1991.

GUYTON, Arthur C.; HALL, John E. *Tratado De Fisiologia Médica*. 9. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1997.

HALL, Bronwyn H. Innovation and Market Value. *National Bureau of Economic Research*, NBER Working Paper, n° 6984, fev. 1999. Disponível em: <http://www.nber.org/papers/w6984>. Acesso em: 19 jan. 2015.

HALL, Bronwyn H.; JAFFE, Adam B.; TRAJTENBERG, Manuel. The NBER patent citation data file: Lessons, insights and methodological tools. *National Bureau of Economic Research*, NBER Working Paper No. 8498, 2001.

HELLER, Michael A.; EISENBERG, Rebecca S. Can Patents Deter Innovation? The Anticommons in Biomedical Research. *Science*, PMID: 9563938, v. 280, n. 5364, p. 698–701, 1 maio 1998.

HIRATUKA, Célio. Estruturas de coordenação e relações interfirmas: uma interpretação a partir da teoria dos custos de transação e da teoria neo-schumpeteriana. *Revista de Economia de Empresas*, São Paulo, v. 4, n.1, p. 17-32, jan./mar. 1997

HOWARD, Philip H. Visualizing Consolidation in the Global Seed Industry: 1996–2008. *Sustainability*, v. 1, n. 4, p. 1266–1287, 8 dez. 2009.

JACKSON, Matthew O. *Social and economic networks*. Princeton: Princeton University Press, 2010.

JAMES, Clive. *Global Status of Commercialized Biotech/GM crops: 2013 ISAAA Brief*, No. 46. Ithaca, NY: ISAAA, 2014.

KALAITZANDONAKES, Nicholas; BJORNSON, Bruce. Vertical and horizontal coordination in the agro-biotechnology industry: Evidence and implications. *Journal of Agricultural and Applied Economics*, v. 29, p. 129–140, 1997.

KLÜMPER, Wilhelm; QAIM, Martin. A Meta-Analysis of the Impacts of Genetically Modified Crops. *PLoS ONE*, v. 9, n. 11, p. e111629, 3 nov. 2014.

KRAFFT, Jackie; QUATRARO, Francesco; SAVIOTTI, Pier P. The knowledge-base evolution in biotechnology: a social network analysis. *Economics of Innovation and New Technology*, v. 20, n. 5, p. 445–475, 2011.

KRYDER, R. David; KOWALSKI, Stanley P.; KRATTIGER, Anatole F. *The intellectual and technical property components of pro-Vitamin A rice (GoldenRice): A Preliminary Freedom-to-Operate Review*. Ithaca, NY: ISAAA, 2000.

LANDES, William M.; POSNER, Richard A. *The Economic Structure of Intellectual Property Law*. Cambridge: Harvard University Press, 2009.

LAURSEN, Keld; SALTER, Ammon. My Precious. The Role of Appropriability Strategies in Shaping Innovative Performance. *Mimeo*, DRUID Working Paper, n° 05-02, Aalborg University, 2005. Disponível em: <<https://ideas.repec.org/p/aal/abbswp/05-02.html>>. Acesso em: 19 jan. 2015.

LESSER, William. Intellectual Property Rights And Concentration In Agricultural Biotechnology. *AgBioForum*, 1(2), 56-61, 1998. Disponível em: <<http://www.agbioforum.org/v1n2/v1n2a03-lesser.htm>>. Acesso em: 20 jan. 2015.

LESSER, William; SCHMIT, Todd M.; RUIZ, Lilian M. Elite germplasm for GMO's in Brazil: modeling government-agribusiness negotiations. *The International Food and Agribusiness Management Review*, v. 2, n. 3–4, p. 391–406, 1999.

LEVIN, Richard C.; KLEVORICK, Alvin K.; NELSON, Richard; WINTER, Sidney G. Appropriating the Returns from Industrial Research and Development. *Brookings Papers on Economic Activity*, 18, issue 3, p. 783-832, 1987

MALERBA, Franco. Sectoral systems of innovation and production. *Research Policy*, v. 31, n. 2, p. 247–264, Fevereiro 2002.

MANSFIELD, Edwin. Basic Research and Productivity Increase in Manufacturing. *The American Economic Review*, v. 70, n. 5, p. 863–873, 1 dez. 1980.

MARCO, Alan C. The Selection Effects (and Lack Thereof) in Patent Litigation: Evidence from Trials. *Topics in Economic Analysis & Policy*, v. 4, n. 1, 2004.

MARCO, Alan C.; RAUSSER, Gordon C. The role of patent rights in mergers: Consolidation in plant biotechnology. *American Journal of Agricultural Economics*, v. 90, n. 1, p. 133–151, 2008.

MARCO, Alan C.; RAUSSER, Gordon C. Complementarities and spillovers in mergers: an empirical investigation using patent data. *Economics of Innovation and New Technology*, v. 20, n. 3, p. 207–231, Abril 2011.

MARENGO, Luigi; PASQUALI, Corrado; VALENTE, Marco; DOSI, Giovanni. Appropriability, patents, and rates of innovation in complex products industries. *Economics of Innovation and New Technology*, v. 21, n. 8, p. 753–773, 1 nov. 2012.

MARSILI, Orietta. *The Anatomy and Evolution of Industries Thecnological Changes and Industrial Dynamics*. Cheltenham: Edward Elgar, 2001.

MASAGO, Fábio K. *Odysséys : sistema para análise de documentos de patentes*. Dissertação (Mestrado) – Instituto de Computação, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2013.

MIR, Luís. *Genômica*. São Paulo: Editora Atheneu, 2004.

MIRANDA, Pedro C. *A internacionalização das atividades tecnológicas e a inserção dos países em desenvolvimento: uma análise baseada em dados de patentes*. Tese (Doutorado) – Instituto de Economia, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2014.

MOWERY, David C.; ZIEDONIS, Arvids A. Academic patent quality and quantity before and after the Bayh-Dole Act in the United States. *Research Policy*, v. 31, n. 3, p. 399–418, 2002.

NELSON, Richard R. The Role of Knowledge in R&D Efficiency. *The Quarterly Journal of Economics*, v. 97, n. 3, p. 453–470, 1 ago. 1982.

NELSON, Richard R. Why do firms differ, and how does it matter?. *Strategic Management Journal*, v. 12, n. S2, p. 61–74, 1991.

NELSON, Richard R.; WINTER, Sidney G. In search of useful theory of innovation. *Research Policy*, v. 6, n. 1, p. 36–76, jan. 1977.

NELSON, Richard R.; WINTER, Sidney G. *Uma Teoria Evolucionária da Mudança Econômica*. Campinas: Editora Unicamp, 2006.

NEWMAN, Mark E.J. Power laws, Pareto distributions and Zipf's law. *Contemporary Physics*, v. 46, n. 5, p. 323–351, Setembro 2005.

OLIVEIRA, Andrea L. R.; SILVEIRA, José M. F. J. Restructuring of the Corn Supply Chain in Brazil: Facing the Challenges in Logistics or Regulation of Biotechnology. *International Food and Agribusiness Management Review*, v. 16, n. 4, 2013.

OLIVEIRA, Andrea L. R.; SILVEIRA, José M. F. J.; ALVIM, Augusto. M. Cartagena Protocol, Biosafety and Grain Segregation: The Effects on the Soybean Logistics in Brazil. *E3 Journal of Agricultural Research and Development*, vol.2, p.17-30, 2012.

OTTE, Evelien; ROUSSEAU, Ronald. Social network analysis: a powerful strategy, also for the information sciences. *Journal of Information Science*, v. 28, n. 6, p. 441–453, 1 dez. 2002.

PAKES, Ariel; GRILICHES, Zvi. Patents and R&D at the firm level: a first look. In National Bureau of Economic Research (ed) *R & D, patents, and productivity*. Cambridge: NBER Books, 1984. Disponível em: <<http://www.nber.org/chapters/c10044.pdf>>. Acesso em: 10 out. 2014.

PÉRIER, Rouaïda C.; JUNIER, Thomas; BUCHER, Philipp. The eukaryotic promoter database EPD. *Nucleic acids research*, v. 26, n. 1, p. 353–357, 1998.

PODEVIN, Nancy; JARDIN, Patrick Du. Possible consequences of the overlap between the CaMV 35S promoter regions in plant transformation vectors used and the viral gene VI in transgenic plants. *GM Crops & Food*, v. 3, n. 4, p. 296–300, 3 out. 2012.

PONDÉ, José Luiz. Instituições e Mudança Institucional: Uma Abordagem Schumpeteriana. *Revista Economia*, vol.6, n.1, p.119–160, jan./jul. 2005.

POSSAS, Mario L.. Em direção a um paradigma microdinâmico: a abordagem neoschumpeteriana. *Mimeo*, Campinas, Instituto de Economia Unicamp, 1988

POSSAS, Mario L.; SALLES-FILHO, Sergio; SILVEIRA, José M. J. F.. An evolutionary approach to technological innovation in agriculture: some preliminary remarks. *Research Policy*, v. 25, n. 6, p. 933–945, Setembro 1996.

POTTS, Jason. *The new evolutionary microeconomics*. Cheltenham: Edward Elgar, 2000.

QAIM, Martin. The Economics of Genetically Modified Crops. *Annual Review of Resource Economics*, v. 1, n. 1, p. 665–694, 2009.

RAO, V. S. *Transgenic Herbicide Resistance in Plants*. New York: Taylor & Francis Group, 2015.

RAUSSER, Gordon. Private/public research: Knowledge assets and future scenarios. *American Journal of Agricultural Economics*, v. 81, n. 5, p. 1011–1027, 1999.

REITZIG, Markus. The private values of “thickets” and “fences”: towards an updated picture of the use of patents across industries. *Economics of Innovation and New Technology*, v. 13, n. 5, p. 457–476, 1 jul. 2004.

ROSENBERG, Nathan. On Technological Expectations. *The Economic Journal*, v. 86, n. 343, p. 523–535, Setembro 1976.

SAVIOTTI, Pier P. Knowledge networks: Structure and dynamics. In PYKA, A.; SCHARNORST, A. (Ed) *Innovation Networks: Developing an integrated approach*, Heidelberg: Springer Verlag, 2009.

SCHMOOKLER, Jacob. The changing efficiency of the american economy, 1869-1938. *The review of economics and statistics*, vol. 34(3), p. 214–231, 1952.

SCHMOOKLER, Jacob. *Invention and economic growth*. Cambridge: Harvard University Press, 1966.

SCHNEPF, Ernest; WHITELEY, H. R. Cloning and expression of the Bacillus thuringiensis crystal protein gene in Escherichia coli. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, v. 78, n. 5, p. 2893–2897, maio 1981.

SCHUMPETER, Joseph A. *A Teoria do Desenvolvimento Econômico*. São Paulo: Abril Cultural, 1982.

SCHUMPETER, Joseph A. *Capitalismo, Socialismo e Democracia*. Rio de Janeiro: Zahar Editores, 1984

SHAPIRO, Carl. Navigating the Patent Thicket: Cross Licenses, Patent Pools, and Standard Setting. *Innovation Policy and the Economy*, v. 1, p. 119–150, 1 jan. 2000.

SILVA, Ana L. G. *Concorrência sob condições oligopolísticas: contribuição das análises centradas no grau de atomização/concentração dos mercados*. Campinas: Editora Unicamp, 2004

SILVA, Denise F. *Pools de patentes: impactos no interesse público e interface com problemas de qualidade do sistema de patentes*. Tese (Doutorado) – Instituto de Economia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2012.

SILVEIRA, José M.F.J.; BORGES, Izaías C. Um panorama da biotecnologia moderna. In SILVEIRA, José M.F.J.; DAL POZ, Maria Ester S.; ASSAD, Ana L. D. (Org) *Biotecnologia e recursos genéticos: desafios e oportunidades para o Brasil*. Campinas: Instituto de Economia Unicamp/ FINEP, 2004.

SILVEIRA, José M. F. J.; DAL POZ, Maria Ester S.; MASAGO, Fábio K.; CAMPOS, Rafael. Caracterização da trajetória tecnológica da biotecnologia agrícola por meio de redes de patentes. *Revista Gestão & Políticas Públicas*, v. 1, n. 2, 1 mar. 2011.

SILVEIRA, José M.F.J.; DAL-POZ, Maria Ester S.; LUNA, Ivette H.; FERRARI, Vinícius E.; MASAGO, Fábio K. Análise de Redes de patentes em Biotecnologia Agrícola: apropriabilidade e destruição adaptativa. *Anais do XLI Encontro Nacional de Economia - ANPEC*, 2013.

SOUZA, Luiz G. A. *Redes de inovação em etanol de segunda geração*. Tese (Doutorado) – Universidade de São Paulo Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2013.

TEECE, David J. Profiting from technological innovation: Implications for integration, collaboration, licensing and public policy. *Research Policy*, v. 15, n. 6, p. 285–305, Dezembro 1986.

TEECE, David J. Competition, cooperation, and innovation: Organizational arrangements for regimes of rapid technological progress. *Journal of Economic Behavior & Organization*, v. 18, n. 1, p. 1–25, jun. 1992.

TEECE, David J.; PISANO, Gary; SHUEN, Amy. Dynamic Capabilities and Strategic Management. *Strategic Management Journal*, v. 18, n. 7, p. 509–533, Agosto 1997.

TRAJTENBERG, Manuel. A penny for your quotes: patent citations and the value of innovations. *The Rand Journal of Economics*, vol 21(1), p. 172–187, 1990.

VALOIS, Afonso C. C.; SALOMÃO, Antonieta N.; ALLEM, Antonio C. *Glossário de recursos genéticos vegetais*. Brasília: Embrapa- Cenargen, 1996.

VENTURA, Vera, FRISIO, Dario G.; FERRAZZI, Giovanni; SILETTI, Elena. Forecasting the evolution of agbiotech innovation: lessons from patent data. *Paper presented at 17th ICABR Conference*, Rovello (Italy), 2013.

VERSPAGEN, Bart. Mapping technological trajectories as patent citation networks: A study on the history of fuel cell research. *Advances in Complex Systems*, v. 10, n. 01, p. 93–115, 2007.

VIEIRA, Adriana P., BUAINAIN, Antônio M. Propriedade intelectual, biotecnologia e proteção de cultivares no âmbito agropecuário. In SILVEIRA, José M.F.J.; DAL POZ, Maria Ester S.; ASSAD, Ana L. D. (Org) *Biotecnologia e recursos genéticos: desafios e oportunidades para o Brasil*. Campinas: Instituto de Economia Unicamp/ FINEP, 2004.

WINTER, Sidney G. Schumpeterian competition in alternative technological regimes. *Journal of Economic Behavior & Organization*, v. 5, n. 3–4, p. 287–320, Setembro 1984.

YEROKHIN, Oleg; MOSCHINI, Gian Carlo. Intellectual Property Rights and Crop-Improving R&D under Adaptive Destruction. *Environmental and Resource Economics*, v. 40, n. 1, p. 53–72, 1 maio 2008.

### **Fontes Hemerográficas (Ordem Alfabética do Periódico)**

BLOOMBERG. *Monsanto 7-State Probe Threatens Profit From Gene in 93% of Soy*, 10 de março de 2010. Disponível em <http://www.bloomberg.com/apps/news?pid=newsarchive&sid=aCK4Q3XZCpyw>. Acesso em 26/01/2015

FORBES. *Can This Man Feed the World? Billionaire Harry Stine's Quest to Reinvent Agriculture – Again*. 26 de março de 2014  
Disponível em: <http://www.forbes.com/sites/alexmorrell/2014/03/26/can-this-man-feed-the-world-billionaire-harry-stines-quest-to-reinvent-agriculture-again/>  
Acesso em 26/01/2015

NEW YORK TIMES. *Monsanto Buys Delta and Pine Land, Top Supplier of Cotton Seeds in U.S.* 16 de agosto de 2006.  
Disponível em: [http://www.nytimes.com/2006/08/16/business/16seed.html?\\_r=0](http://www.nytimes.com/2006/08/16/business/16seed.html?_r=0)  
Acesso em 20/05/2015



## ANEXO I: BUSCAS DAS PATENTES PERTENCENTES ÀS EMPRESAS MONSANTO, DUPONT, BAYER CROPSCIENCE, SYNGENTA, DOW AGROSCIENCES E BASF QUE RECEBERAM A CLASSIFICAÇÃO C12N1582 DA CIP<sup>114</sup>.

Quadro I.1 Busca n° 2: Busca das patentes pertencentes à Monsanto e às suas respectivas subsidiárias que receberam a classificação C12N1582 da CIP

Query Matrix
2.1 -((AN/"monsanto") AND ICL/C12N15/82)
2.2-((((((((((((AN/"Jacob Hartz " OR AN/"Ortho ") OR AN/"Agracetus ") OR AN/"AgriProSeeds ") OR AN/"Holden's Foundation Seeds ") OR AN/"Sementes Agroceres ") OR AN/"Cargill's International Seed ") OR AN/"Renessen LLC ") OR AN/"Limagrain Canada Seeds ") OR AN/"First Line Seeds ") OR AN/"Emergent Genetics ") OR AN/"NC+ Hybrids ") AND ICL/C12N15/82)
2.3- (((((((((((((((AN/"CORE group seeds " OR AN/"Specialty Hybrids ") OR AN/"Gold Country Seed ") OR AN/"Heritage Seeds ") OR AN/"Diener Seeds ") OR AN/"Sieben Hybrids ") OR AN/"Kruger Seed ") OR AN/"Trisler Seed Farms ") OR AN/"Campbell Seed ") OR AN/"Fielder's Choice Direct seed ") OR AN/"Western Seed ") OR AN/"Poloni Semences ") AND ICL/C12N15/82)
2.4- (((((((((((((((AN/"Agroeste Sementes " OR AN/"De Ruiter Seeds ") OR AN/"Marmot ") OR AN/"CanaVialis ") OR AN/"Alellyx ") OR AN/"MDM Sementes de Algodao ") OR AN/"WestBred ") OR AN/"Divergence ") OR AN/"Beeologics ") OR AN/"Precision Planting ") OR AN/"Calgene ") OR AN/"Desert Cotton ") AND ICL/C12N15/82)
2.5- (((((((((((((((AN/"Plant Genetics " OR AN/"Bioseeds International ") OR AN/"Asgrow Agronomics ") OR AN/"DeKalb ") OR AN/"PBIC Plant Breeding International ") OR AN/"Barenburg ") OR AN/"Normarc ") OR AN/"Seminis ") OR AN/"Asgrow Seeds ") OR AN/"Bruinsma ") OR AN/"Horticultura de Salma ") OR AN/"Genecorp ") AND ICL/C12N15/82)
2-6 (((((((((((AN/"Petoseed " OR AN/"Van Waveren ") OR AN/"Royal Sluiss ") OR AN/"Magda ") OR AN/"Delta and Pine Land ") OR AN/"Vikki's Agrotech ") OR AN/"Pharmacia ") AND ICL/C12N15/82)

Fonte: elaboração própria com base nas contribuições de Ferrazzi *et al.* (2013)

<sup>114</sup> A ferramenta *advanced search* disponibilizada pelo USPTO somente aceita *search queries* cujos textos contenham no máximo 1482 caracteres. Para superar este problema computacional o presente estudo estipulou um número máximo de 12 empresas por busca. Uma vez que as *big six companies* analisadas possuem mais de 12 subsidiárias, foram realizadas diversas *subqueries* para cada corporação. Estas *subqueries* se encontram transcritas nos quadros integrantes do anexo I.

Quadro I.2 Busca n° 3: Busca das patentes pertencentes à Bayer Cropscience e às suas respectivas subsidiárias que receberam a classificação C12N1582 da CIP

Query Matrix
3.1 -((AN/"bayer") AND ICL/C12N15/82)
3.2-((((((((((((AN/"Gustafson" OR AN/"Associated Farmers Delinting") OR AN/"Icon Genetics") OR AN/"Reliance Genetics") OR AN/"Stoneville Pedigreed") OR AN/"SeedEx") OR AN/"Paragon Seed") OR AN/"Athenix Corp") OR AN/"Hornbeck Seed") OR AN/"SoyTech Seeds") OR AN/"Pesquisa em Soja") OR AN/"Raps") AND ICL/C12N15/82)
3.3-((((((((((((AN/"ProSoy Genetics" OR AN/"AgraQuest") OR AN/"Aventis") OR AN/"AgrEvo") OR AN/"Misung") OR AN/"Tianjin") OR AN/"Plant Genetic System") OR AN/"Roussel Uclaf") OR AN/"SunseedS") OR AN/"Leen De Mos") OR AN/"ProAgro") OR AN/"PlanTec") AND ICL/C12N15/82)
3.4-((((((((((((AN/"GeneX Seeds" OR AN/"Hoechst") OR AN/"Nunza") OR AN/"Nuhems") OR AN/"Canners Seed") OR AN/"Schering") OR AN/"Fisons") OR AN/"Boots-Hercules") OR AN/"Tuco") OR AN/"Rhone Poulenc") OR AN/"Union Carbide agchem") OR AN/"Ravit") AND ICL/C12N15/82)
3.5((((((((AN/"Belloy" OR AN/"Shell Chemicals Irlanda") OR AN/"Orsem") OR AN/"Interphyto") OR AN/"Chunjin") OR AN/"Shell Agrar") OR AN/"Celemerck") AND ICL/C12N15/82)

Fonte: elaboração própria com base nas contribuições de Ferrazzi *et al.* (2013)

Quadro I.3 Busca n° 4: Busca das patentes pertencentes à Syngenta e às suas respectivas subsidiárias que receberam a classificação C12N1582 da CIP

Query Matrix
4.1 -((AN/"syngenta") AND ICL/C12N15/82)
4.2 -((((((((((((AN/"Tomono Agric" OR AN/"CC Benoist") OR AN/"Golden Harvest") OR AN/"Emergent Genetics Vegetable") OR AN/"Fischer flower") OR AN/"Sanbei seed") OR AN/"Zeraim Gedera") OR AN/"Goldsmiths Seeds") OR AN/"SPS Argentina") OR AN/"Circle One Global") OR AN/"Synergene Seed and Technology") OR AN/"Pybas Vegetable Seed") AND ICL/C12N15/82)
4.3-((((((((((((AN/"Maribo Seed" OR AN/"Greenleaf Genetics") OR AN/"Pasteuria Bioscience") OR AN/"Devgen") OR AN/"Sunfield Seeds") OR AN/"Novartis") OR AN/"Merckagchem") OR AN/"Ciba-Geigy") OR AN/"Funk's Seeds") OR AN/"Maag") OR AN/"New Farm Crops") OR AN/"Sandoz") AND ICL/C12N15/82)
4.4((((((((((((AN/"Rogers Brothers" OR AN/"Caillard") OR AN/"Sluis&Groot") OR AN/"Zaadunie") OR AN/"Zoecon") OR AN/"Velsicol") OR AN/"Productores de Semilla") OR AN/"Musser Seeds") OR AN/"Coker's Pedigreed Seed") OR AN/"Vaughan Seed") OR AN/"Northrup King") OR AN/"Stauffer Seeds") AND ICL/C12N15/82)
4.5((((((((((((AN/"Hilleshog" OR AN/"Ses") OR AN/"Agricola Mais Ibridi") OR AN/"Zeneca") OR AN/"AstraZeneca") OR AN/"Mogen") OR AN/"ICI Seeds") OR AN/"Beatrice Chemicals") OR AN/"Glidden") OR AN/"Stauffer Chemical") OR AN/"Advanta") OR AN/"Sinclair McGill") AND ICL/C12N15/82)

Fonte: elaboração própria com base nas contribuições de Ferrazzi *et al.* (2013)

Quadro I.4 Busca n° 5: Busca das patentes pertencentes à Dupont e às suas respectivas subsidiárias que receberam a classificação C12N1582 da CIP

Query Matrix
5.1((((((AN/"dupont" OR AN/"pioneer") OR AN/"danisco") OR AN/"genencor") OR AN/"finnfeeds") OR AN/"griffin llc" OR AN/"entek corp") AND ICL/C12N15/82)
5.2((((((((((((AN/"shell agchem us" OR AN/"hybrinova") OR AN/"verdia") OR AN/"nandi seeds") OR AN/"nagarjuna seeds") OR AN/"agventure") OR AN/"hoegemeyer hybrids") OR AN/"nutech seeds") OR AN/"seed consultants") OR AN/"terral seed") OR AN/"allelix crop technologies") OR AN/"pannar seed") AND ICL/C12N15/82)

Fonte: elaboração própria com base nas contribuições de Ferrazzi *et al.* (2013)

Quadro I.5 Busca n° 6: Busca das patentes pertencentes à Dow Agrosociences e às suas respectivas subsidiárias que receberam a classificação C12N1582 da CIP.

Query Matrix
6.1-(((AN/"dow" OR AN/"mycogen") OR AN/"agrigenetics") AND ICL/C12N15/82)
6.2-((((((((((((AN/"hibridos colorado" OR AN/"ft biogenetica de milho") OR AN/"aglead kk") OR AN/"rohmid") OR AN/"de-nocil") OR AN/"agromen tecnologia") OR AN/"duo maize") OR AN/"triumph seed") OR AN/"sudwestsaat") OR AN/"daryland seed") OR AN/"bio-plant research") OR AN/"renze hybrids") AND ICL/C12N15/82)
6.3-((((((((((((AN/"brodbeck seed" OR AN/"pfister hybrids") OR AN/"hyland seeds") OR AN/"grand valley hybrids") OR AN/"northwest plant breeding") OR AN/"cal/west seeds") OR AN/"eurosemences") OR AN/"united agriseeds") OR AN/"eli lilly") OR AN/"verchim asterias") OR AN/"lubrizol") OR AN/"sunagra research") AND ICL/C12N15/82)
6.4-((((((((((((AN/"sungene technologies" OR AN/"dinamilho carol productos agricolas") OR AN/"phytogen cottonseed") OR AN/"golden acres seed") OR AN/"growers brand seed") OR AN/"oro hybrids") OR AN/"cargill hybrid seeds") OR AN/"goertzen seed") OR AN/"cargill seeds") OR AN/"pag") OR AN/"paymaster") OR AN/"rohms and haas") AND ICL/C12N15/82).

Fonte: elaboração própria com base nas contribuições de Ferrazzi *et al.* (2013)

Quadro I.6 Busca n° 7: Busca das patentes pertencentes à Basf e às suas respectivas subsidiárias que receberam a classificação C12N1582 da CIP.

Query Matrix
7.1 -((((((((((((((AN/"basf" OR AN/"DNA Landmarks") OR AN/"Sungene") OR AN/"Metanomics") OR AN/"MicroFlo") OR AN/"Plant Science Sverige") OR AN/"Amylogene") OR AN/"Sorex") OR AN/"Becker Underwood") OR AN/"American Cyanamid") OR AN/"Shell agchem") OR AN/"ExSeeds") OR AN/"CropDesign") AND ICL/C12N15/82)

Fonte: elaboração própria com base nas contribuições de Ferrazzi *et al.* (2013)



## **ANEXO II: COOPERATIVE PATENT CLASSIFICATION ASSOCIADA À SUBCLASSE TECNOLÓGICA C12N1582**

### **C12N 15/82 For plant cells**

#### **C12N 15/8201 { Methods for introducing genetic material into plant cells, Eg DNA, RNA,**

C12N 15/8202 { by biological means, e cell mediated or natural vector }

C12N 15/8203 { Virus mediated transformation }

C12N 15/8205 { Agrobacterium mediated transformation }

C12N 15/8206 { by physical or chemical, ig non-biological, means, e

C12N 15/8207 { by mechanical means, eg microinjection, particle bombardment,

C12N 15/8209 { Selection, visualisation of transformants, reporter constructs

C12N 15/821 { Non-antibiotic resistance markers

C12N 15/8212 { Colour markers

C12N 15/8213 { Targeted insertion of genes into the plant genome by homologous

C12N 15/8214 { Plastid transformation }

#### **C12N 15/8216 { Methods for controlling, regulating or enhancing expression of**

C12N 15/8217 { Gene switch }

C12N 15/8218 { Antisense, co-suppression, viral induced gene silencing (VIGS)

C12N 15/822 { Reducing position variability

C12N 15/8221 { Transit peptides }

C12N 15/8222 { Developmentally regulated expression systems, tissue, organ

C12N 15/8223 { Vegetative tissue-specific promoters }

C12N 15/8225 { Leaf-specific

C12N 15/8226 { Stem-specific

C12N 15/8227 { Root-specific }

C12N 15/8229 { Meristem-specific

C12N 15/823 { Reproductive tissue-specific promoters }

C12N 15/8231 { Male-specific

C12N 15/8233 { Female-specific

C12N 15/8234 { Seed-specific

C12N 15/8235 { Fruit-specific }

C12N 15/8237 { Externally regulated expression systems }

C12N 15/8238 { chemically inducible, tetracycline }

C12N 15/8239 { pathogen inducible }

#### **C12N 15/8241 { Phenotypically and genetically modified plants via recombinant DNA**

C12N 15/8242 { with non-agronomic quality (output) traits }

C12N 15/8243 { involving biosynthetic or metabolic pathways }

C12N 15/8245 { involving modified carbohydrate or sugar alcohol metabolism }

C12N 15/8246 { Non-starch polysaccharides cellulose, fructans, levans }

C12N 15/8247 { involving modified lipid metabolism }

- C12N 15/8249 { involving ethylene biosynthesis, senescence or fruit }
- C12N 15/825 { involving pigment biosynthesis }
- C12N 15/8251 { Amino acid content }
  - C12N 15/8253 { Methionine or cysteine }
  - C12N 15/8254 { Tryptophan or lysine }
- C12N 15/8255 { involving lignin biosynthesis }
- C12N 15/8257 { for the production of primary gene products, eg pharmaceutical }
  - C12N 15/8258 { for the production of oral vaccines }
- C12N 15/8259 { Phytoremediation }
- C12N 15/8261 { with agronomic (input) traits, eg crop yield }*
  - C12N 15/8262 { involving plant development }
  - C12N 15/8263 { Ablation; Apoptosis }
  - C12N 15/8265 { Transgene containment }
  - C12N 15/8266 { Abscission; Dehiscence; Senescence }
  - C12N 15/8267 { Seed dormancy, germination or sprouting }
  - C12N 15/8269 { Photosynthesis }
  - C12N 15/827 { Flower development or morphology }
- C12N 15/8271 { for stress resistance }
  - C12N 15/8273 { for drought, cold, salt resistance }
- C12N 15/8274 { for herbicide resistance }
  - C12N 15/8275 { Glyphosate }
  - C12N 15/8277 { Phosphinotricin }
  - C12N 15/8278 { Sulfonylurea }
- C12N 15/8279 { for biotic stress resistance, pathogen resistance, disease }
  - C12N 15/8281 { for bacterial resistance }
  - C12N 15/8282 { for fungal resistance }
  - C12N 15/8283 { for virus resistance }
  - C12N 15/8285 { for nematode resistance }
  - C12N 15/8286 { for insect resistance }
- C12N 15/8287 { for fertility modification, eg apomixis }
  - C12N 15/8289 { male sterility }
  - C12N 15/829 { Female sterility }
- C12N 15/8291 { Hormone-influenced development }
  - C12N 15/8293 { Abscisic acid (ABA) }
  - C12N 15/8294 { Auxins }
  - C12N 15/8295 { Cytokinins }
  - C12N 15/8297 { Gibberellins; GA3 }

### ANEXO III: AÇÕES JUDICIAIS DE VIOLAÇÃO DE DPI INSTAURADAS A PARTIR DAS PATENTES INTEGRANTES DA REDE DE INOVAÇÃO (BASE 7234 PATENTES)

Quadro III.1: Processos instaurados contra agricultores norte-americanos

Código do Processo	US5352605	US5633435	USRE39247
Missouri 5:12cv06046			
Missouri 4:01 cv 1484 CEJ		Incorporada	
Missouri, Doc. No. 4:01cv523ERW		Incorporada	
Missouri 4:07cv118	Incorporada	Incorporada	Incorporada
Missouri 1:07cv12	Incorporada	Incorporada	Incorporada
Missouri 1:07cv29	Incorporada	Incorporada	Incorporada
Missouri 4:07cv342	Incorporada	Incorporada	Incorporada
Missouri 4:07cv833	Incorporada	Incorporada	Incorporada
Ohio 1:07cv1438	Incorporada	Incorporada	Incorporada
Indiana 2:07cv283	Incorporada	Incorporada	Incorporada
Texas 3:07cv1881	Incorporada	Incorporada	Incorporada
Missouri 3:07cv5119	Incorporada	Incorporada	Incorporada
Illinois 3:08cv886	Incorporada	Incorporada	Incorporada
Illinois 3:08cv885	Incorporada	Incorporada	Incorporada
Indiana 4:07cv8	Incorporada		Incorporada
Missouri 4:07cv345	Incorporada		Incorporada
Illinois 3:07cv261	Incorporada		Incorporada
Indiana 3:07cv288	Incorporada		Incorporada
North Carolina 1:07cv952	Incorporada		Incorporada
Missouri 4:08cv43	Incorporada		Incorporada
Missouri 4:08cv137	Incorporada		Incorporada
Missouri 4:08cv2020	Incorporada		Incorporada
Missouri 4:09cv172	Incorporada		Incorporada
Illinois 4:09cv195	Incorporada		Incorporada
Illinois 4:09cv185	Incorporada		Incorporada
Illinois 3:09cv93	Incorporada		Incorporada
Illinois 4:09cv172	Incorporada		Incorporada
Michigan 2:09cv10460	Incorporada		Incorporada
Missouri 4:09cv474	Incorporada		Incorporada
Missouri 4:09cv01628	Incorporada		Incorporada
Missouri 4:09cv01626	Incorporada		Incorporada
Missouri 4:09cv01848	Incorporada		Incorporada
Missouri 4:09cv01970	Incorporada		Incorporada
Missouri 4:10cv00286	Incorporada		Incorporada
Tennessee 1:10cv01290	Incorporada		Incorporada
Virginia 2:11cv00581	Incorporada		Incorporada
Missouri 4:12cv00751	Incorporada		Incorporada
Missouri 4:00cv84DDN		Incorporada	

Missouri 4:00cv135	Incorporada		
Missouri 4:00CV1592		Incorporada	
Missouri, Doc. No. 1:01CV122CAS		Incorporada	
Missouri 4:01CV253		Incorporada	
Missouri 1:01CV00187CDP		Incorporada	
Missouri 4:02CV00476	Incorporada		
Missouri 4:03cv207DIS	Incorporada		
Iowa 4:03-CV-90182	Incorporada		
Missouri 4:03CV1008	Incorporada		
Missouri 4:03CV1009	Incorporada		
Missouri 1:03CV116RWS	Incorporada		
Missouri 1:03CV115TCM	Incorporada		
Missouri 1:04CV39TCM	Incorporada		
Missouri 4:04cv425 HEA	Incorporada		
Indiana (Fort Wayne) 1:04-cv-00342	Incorporada		
Missouri 4:04cv1501DJS	Incorporada		
Arkansas 2:04-CV-208JMM	Incorporada		
South Carolina 4:05cv2828	Incorporada		
Iowa 4:05cv553	Incorporada		
Iowa 4:05cv597	Incorporada		
South Carolina 4:05cv3062	Incorporada		
New York 1:05cv786	Incorporada		
Missouri 4:06cv99	Incorporada		
Missouri 4:06cv100	Incorporada		
Missouri 4:06cv134	Incorporada		
Missouri 4:06cv155	Incorporada		
Missouri 4:06cv154	Incorporada		
Missouri 2:06cv13	Incorporada		
Arkansas 3:06cv146	Incorporada		
Missouri 4:06cv1476	Incorporada		
North Carolina 7:06cv168	Incorporada		
North Carolina 1:08cv409	Incorporada		
Illinois 1:09cv01246			
Missouri 4:10cv00075			Incorporada
Missouri 4:10cv02249	Incorporada		
4:01cv1938 RWS		Incorporada	
Missouri, Doc. No. 4:99CV1424TIA		Incorporada	
Kentucky (Louisville), Doc. No. 3:99CV-424-S		Incorporada	
Doc. No. 4:98cv261RWS			
Texas, Doc. No. 5:00-CV-44-C		Incorporada	
Monsanto Company v. Edwin Ling		Incorporada	
Missouri (St. Louis), Doc. No. 4:99cv1218CES		Incorporada	
Missouri (St. Louis), Doc. No. 4:99CV995LOD		Incorporada	
Nebraska, Doc. No. 4:01cv3295		Incorporada	
Missouri, Doc. No. 4:00CV 435		Incorporada	

. E.D. Missouri, Doc. No. 4:00CV1636DDN		Incorporada	
Missouri, Doc. No. 4:00CV01481CEJ		Incorporada	
Missouri (St. Louis), Doc. No. 4:99cv632		Incorporada	
Doc. No. 4:98cv542ERW			
Missouri, Doc. No. 4:01cv1939 RWS		Incorporada	
Missouri, Doc. No. 4:99CV538CAS 10-17-00		Incorporada	
Kansas, Doc. No. 98-2536-EEO		Incorporada	
Missouri, Doc. No. 4:00cv 00278		Incorporada	
E.D. Missouri, Doc. No. 4:01CV1963		Incorporada	
Iowa, Doc. No. 3-99-cv-90197		Incorporada	
Nebraska, Doc. No. 4:01cv3293		Incorporada	
Nebraska, Doc. No. 4:01CV3294		Incorporada	
Mississippi, Doc. No. 3:00CV188-D-A		Incorporada	
Michigan, Doc. No. 01-73172		Incorporada	
Mississippi, Doc. No. 3:00CV161-B-A		Incorporada	
Missouri, Doc. No. 4:98cv2004		Incorporada	
New Jersey, Doc. No. 01CV5678(SMO)		Incorporada	
Missouri, Doc. No. 4:99CV1994ERW		Incorporada	
Mississippi, Doc. No. 3:00CV185-D-A		Incorporada	
Missouri, Doc. No. 4:00CV1761RWS		Incorporada	
Doc. No. 4:98cv249TCM			

Fonte: Thomson Innovation™

Legenda: colunas em amarelo representam as ações judiciais contra fazendeiros que foram instauradas pela Dupont. Demais processos forma movidos pela Monsanto.

Quadro III.2: Processos instaurados contra empresas atuantes no desenvolvimento de biotecnologias vegetais

<b>Registro</b>	<b>Código do Processo</b>	<b>Patentes integrantes das TT</b>
1	Illinois 4:05cv4223	Incorporada(s)
2	Delaware 1:11cv01081	
3	Delaware 1:12cv00256	
4	Missouri 4:99cv1917LOD	Incorporada(s)
5	Delaware 1:09cv00393	
6	Illinois, Doc. No. 99 C 50212	Incorporada(s)
7	Delaware 1:07cv38	Incorporada(s)
8	Virginia 2:12cv00047	
9	Washington 2:12cv01046	Incorporada(s)
10	Oregon 3:12cv01764	Incorporada(s)
11	Delaware CA 02-1331	
12	District of Columbia 1:09cv02370	
13	District of Columbia 1:11cv00280	
14	Virginia 1:13vcv01046	
15	Missouri, Doc. No. 4:99cv180	Incorporada(s)
16	Colorado 03-F-2078 (PAC)	
17	Delaware 1:05cv355	Incorporada(s)
18	Missouri 4:09cv686	Incorporada(s)
19	California 3:13cv00130	
20	North Carolina (Greensboro), Doc. No. 1:00CV463	
21	Illinois, Doc. No. 96 C 50114	Incorporada(s)
22	Illinois, Doc. No. 96 C 50169	Incorporada(s)
23	Missouri, Doc. No. 4:00CV01915	
24	Missouri, Doc. No. 4:01CV00261	
25	Illinois, Doc. No. 96 C 50284	Incorporada(s)
26	North Carolina (Greensboro) , Doc. No. 1:97CV1138	
27	Missouri 4:01CV1825	Incorporada(s)
28	Delaware CA 04-0269	
29	Delaware CA 04-0305	Incorporada(s)
30	Illinois 04 C 50323	Incorporada(s)
31	Iowa 4:06cv225	
32	Delaware 1:09cv00392	
33	Illinois 1:09cv06950	Incorporada(s)
34	New York 2:10cv00661	Incorporada(s)
35	Massachusetts 1:11cv10128	Incorporada(s)
36	Bayer CropScience AG sued Dow AgroSciences	
37	Missouri, Doc. No. 4:01CV00261	
38	Illinois, Doc. No. 96 C 50290	Incorporada(s)
39	Illinois, Doc. No. 96 C 50287	Incorporada(s)
40	Illinois, Doc. No. 96 C 50289	Incorporada(s)

41	Illinois, Doc. No. 96 C 50112	Incorporada(s)
42	Illinois, Doc. No. 96 C 50288	Incorporada(s)
43	Illinois, Doc. No. 96 C 50113	Incorporada(s)
44	Illinois, Doc. No. 99 C 50385	Incorporada(s)
45	California, Doc. No. 95-20308 SW	Incorporada(s)
46	No. CIV.A.00-1013-SLR. Delaware	Incorporada(s)
47	Doc. No. 4:0CV01915	
48	Delaware, Doc. No. CA 95-278	Incorporada(s)
49	No. 00-1127 (Fed. Cir. May 30, 2001)	Incorporada(s)
50	Delaware, Doc. No. CA 96-133	Incorporada(s)
51	California, Doc. No. 96CV1336	Incorporada(s)
52	California, Doc. No. 96CV1328	Incorporada(s)
53	California, Doc. No. 96-774-H(AJB)	Incorporada(s)
54	Minnesota, Doc. No. 97-2925 (PAM/JGL)	Incorporada(s)
55	Illinois, Doc. No. 00 C 50201	Incorporada(s)
56	Delaware, Doc. No. CA-94-324	Incorporada(s)
57	Delaware, Doc. No. CA 98-435	Incorporada(s)

Fonte: Thomson Innovation™



**ANEXO IV: TABELA IV.1 PATENTES QUE CITAM A PATENTE N° US7632985**

<b>Número</b>	<b>Título</b>	<b>Detentor</b>	<b>Ano Depósito</b>	<b>Cita US6982367 e US6972354</b>
8119869	Soybean variety A1016276	Monsanto	2010	Sim
8115076	Soybean variety A1016279	Monsanto	2010	Sim
8115071	Soybean variety A1016137	Monsanto	2010	Sim
8115070	Soybean variety A1016053	Monsanto	2010	Sim
8115069	Soybean variety A1016124	Monsanto	2010	Sim
8115068	Soybean variety A1016119	Monsanto	2010	Sim
8115075	Soybean variety A1016273	Monsanto	2010	Sim
8115074	Soybean variety A1015657	Monsanto	2010	Sim
8115073	Soybean variety A1015662	Monsanto	2010	Sim
8115072	Soybean variety A1015645	Monsanto	2010	Sim
8110728	Soybean variety A1016498	Monsanto	2010	Sim
8193424	Soybean variety A1016522	Monsanto	2010	Sim
8198516	Soybean variety A1016523	Monsanto	2010	Sim
8198517	Soybean variety A1016189	Monsanto	2010	Sim
8207409	Soybean variety A1016347	Monsanto	2010	Sim
8207410	Soybean variety A1016317	Monsanto	2010	Sim
8207407	Soybean variety A1016238	Monsanto	2010	Sim
8203039	Soybean variety A1016536	Monsanto	2010	Sim
8203041	Soybean variety A1016334	Monsanto	2010	Sim
8203040	Soybean variety A1016332	Monsanto	2010	Sim
8212121	Soybean variety A1016115	Monsanto	2010	Sim
8212122	Soybean variety A1016268	Monsanto	2010	Sim
8217230	Soybean variety A1016122	Monsanto	2010	Sim
8222490	Soybean variety A1016495	Monsanto	2010	Sim
8222491	Soybean variety A1016190	Monsanto	2010	Sim
8163983	Soybean variety A1016008	Monsanto	2010	Sim
8163982	Soybean variety A1016496	Monsanto	2010	Sim
8158864	Soybean variety A1015460	Monsanto	2010	Sim
8158865	Soybean variety A1015484	Monsanto	2010	Sim
8334435	Soybean variety A1016278	Monsanto	2010	Sim
8338157	Rationally-designed meganuclease variants of lig-34 and I-crei for maize genome engineering	Precision Biosciences Inc.	2010	Não
8334434	Soybean variety A1016082	Monsanto	2010	Sim

8334433	Soybean variety A1016109	Monsanto	2010	Sim
8330000	Soybean variety A1015971	Monsanto	2010	Sim
8324465	Soybean variety A1023169	Monsanto	2010	Sim
8324466	Soybean variety A1024181	Monsanto	2010	Sim
8324467	Soybean variety A1024216	Monsanto	2010	Sim
8324468	Soybean variety A1024223	Monsanto	2010	Sim
8319034	Soybean variety A1016511	Monsanto	2010	Sim
8319033	Soybean variety A1016136	Monsanto	2010	Sim
8319032	Soybean variety A1015901	Monsanto	2010	Sim
8319031	Soybean variety A1016242	Monsanto	2010	Sim
8319040	Soybean variety A1024255	Monsanto	2010	Sim
8319039	Soybean variety A1024340	Monsanto	2010	Sim
8319038	Soybean variety A1024319	Monsanto	2010	Sim
8319035	Soybean variety A1016167	Monsanto	2010	Sim
8415535	Soybean cultivar 07115150	Monsanto   Stine Seed Farm	2011	Não
8420901	Soybean variety A1024627	Monsanto	2011	Sim
8420899	Soybean variety A1023692	Monsanto	2011	Sim
8420900	Soybean variety A1024077	Monsanto	2011	Sim
8420903	Soybean variety A1024693	Monsanto	2011	Sim
8420902	Soybean variety A1024640	Monsanto	2011	Sim
8420898	Soybean variety A1024210	Monsanto	2010	Sim
8420897	Soybean variety A1024301	Monsanto	2010	Sim
8404945	Soybean variety A1023821	Monsanto	2011	Sim
8404946	Soybean variety A1023840	Monsanto	2011	Sim
8404947	Soybean variety A1024059	Monsanto	2011	Sim
8404948	Soybean variety A1024092	Monsanto	2011	Sim
8404940	Soybean variety A1023596	Monsanto	2011	Sim
8404941	Soybean variety A1023667	Monsanto	2011	Sim
8404943	Soybean variety A1023694	Monsanto	2011	Sim
8404942	Soybean variety A1023673	Monsanto	2011	Sim
8404944	Soybean variety A1023795	Monsanto	2011	Sim
8415530	Soybean variety A1024626	Monsanto	2011	Sim
8415531	Soybean variety A1024629	Monsanto	2011	Sim
8415532	Soybean variety A1024630	Monsanto	2011	Sim
8415533	Soybean variety A1024631	Monsanto	2011	Sim
8404949	Soybean variety A1024103	Monsanto	2011	Sim
8410339	Soybean variety A1023771	Monsanto	2011	Sim
8410340	Soybean variety A1023838	Monsanto	2011	Sim
8399747	Soybean cultivar 1446437	Monsanto	2012	Não

8399746	Soybean variety A1024350	Monsanto	2011	Sim
8399745	Soybean variety A1023603	Monsanto	2011	Sim
8399744	Soybean variety A1023486	Monsanto	2011	Sim
8399743	Soybean variety A1024305	Monsanto	2010	Sim
8404939	Soybean variety A1023485	Monsanto	2011	Sim
8404938	Soybean variety A1022842	Monsanto	2010	Sim
8389816	Soybean cultivar 02062556	Monsanto	2011	Não
8389815	Soybean variety A1023761	Monsanto	2011	Sim
8389813	Soybean variety A1022840	Monsanto	2010	Sim
8395026	Soybean variety A1024300	Monsanto	2010	Sim
8395027	Soybean variety A1024001	Monsanto	2011	Sim
8395028	Soybean cultivar 12421671	Monsanto	2012	Não
8395025	Soybean variety A1024249	Monsanto	2010	Sim
8378183	Soybean variety A1023750	Monsanto	2011	Sim
8378182	Soybean variety A1023748	Monsanto	2011	Sim
8383892	Soybean variety A1015895	Monsanto	2010	Sim
8383895	Soybean variety A1024198	Monsanto	2010	Sim
8383893	Soybean variety A1020078	Monsanto	2010	Sim
8383898	Soybean variety A1023788	Monsanto	2011	Sim
8383897	Soybean variety A1023763	Monsanto	2011	Sim
8373033	Soybean cultivar 05274456	Monsanto   Stine Seed Farm	2012	Não
8378181	Soybean variety A1023729	Monsanto	2011	Sim
8367897	Soybean variety A1024230	Monsanto	2010	Sim
8278513	Soybean variety A1016281	Monsanto	2010	Sim
8278512	Soybean variety A1015631	Monsanto	2010	Sim
8278514	Soybean variety A1016515	Monsanto	2010	Sim
8278511	Soybean variety A1016184	Monsanto	2010	Sim
8273964	Soybean variety A1015646	Monsanto	2010	Sim
8273963	Soybean variety A1016240	Monsanto	2010	Sim
8273966	Soybean variety A1016274	Monsanto	2010	Sim
8273965	Soybean variety A1015862	Monsanto	2010	Sim
8283531	Soybean variety A1023484	Monsanto	2010	Sim
8283530	Soybean variety A1023171	Monsanto	2010	Sim
8269073	Soybean variety A1015632	Monsanto	2010	Sim
8269072	Soybean variety A1016117	Monsanto	2010	Sim
8269071	Soybean variety A1015669	Monsanto	2010	Sim
8269070	Soybean variety A1015492	Monsanto	2010	Sim
8273961	Soybean variety A1015499	Monsanto	2010	Sim
8273962	Soybean variety A1016134	Monsanto	2010	Sim

8263829	Soybean variety A1015993	Monsanto	2010	Sim
8263831	Soybean variety A1016054	Monsanto	2010	Sim
8263830	Soybean variety A1015481	Monsanto	2010	Sim
8263832	Soybean variety A1016467	Monsanto	2010	Sim
8314303	Soybean variety A1024197	Monsanto	2010	Sim
8314295	Soybean variety D5624041	Monsanto	2010	Sim
8314302	Soybean variety A1024184	Monsanto	2010	Sim
8314294	Soybean variety A1016502	Monsanto	2010	Sim
8318493	FRT recombination sites and methods of use	Pioneer	2010	Não
8304624	Soybean variety A1024320	Monsanto	2010	Sim
8304623	Soybean variety A1024238	Monsanto	2010	Sim
8309811	Soybean variety A1022841	Monsanto	2010	Sim
8309810	Soybean variety A1019993	Monsanto	2010	Sim
8309812	Soybean variety A1024109	Monsanto	2010	Sim
8309814	Soybean variety A1024213	Monsanto	2010	Sim
8299333	Soybean variety A1024289	Monsanto	2010	Sim
8293999	Soybean variety A1024231	Monsanto	2010	Sim
8293998	Soybean variety A1024338	Monsanto	2010	Sim
8293997	Soybean variety A1024318	Monsanto	2010	Sim
8592660	Soybean cultivar 13430771	Monsanto   Stine Seed Farm	2012	Não
8586361	FRT recombination sites and methods of use	Pioneer	2010	Não
8581055	Soybean variety A1025937	Monsanto	2012	Sim
8581056	Soybean cultivar S110134	Monsanto	2012	Não
8581054	Soybean variety A1025934	Monsanto	2012	Sim
8581057	Soybean cultivar 08351577	Monsanto	2012	Não
8581053	Soybean variety A1025921	Monsanto	2012	Sim
8530727	Soybean variety D6897751	Monsanto	2011	Sim
8525004	Soybean variety D6854249	Monsanto	2011	Sim
8524989	Soybean cultivar 17140094	Monsanto   Stine Seed Farm	2012	Não
8513498	Soybean cultivar 00354818	Monsanto   Stine Seed Farm	2011	Não
8563822	Soybean cultivar 15211129	Monsanto   Stine Seed Farm	2012	Não
8552273	Soybean cultivar 15332100	Monsanto   Stine Seed Farm	2012	Não
8552272	Soybean cultivar 14265229	Monsanto   Stine Seed Farm	2012	Não
8552268	Soybean variety D6422351	Monsanto	2011	Sim
8604289	Soybean variety A1026344	Monsanto	2012	Sim
8604290	Soybean variety A1026715	Monsanto	2012	Sim
8604287	Soybean variety A1024175	Monsanto	2012	Sim

8604288	Soybean variety A1024188	Monsanto	2012	Sim
8604286	Soybean variety A1023512	Monsanto	2012	Sim
8604293	Soybean cultivar 12004711	Monsanto   Stine Seed Farm	2012	Não
8604291	Soybean cultivar S110139	Monsanto   Stine Seed Farm	2012	Não
8604292	Soybean cultivar 12302458	Monsanto   Stine Seed Farm	2012	Não
8450579	Soybean cultivar 10442723	Monsanto   Stine Seed Farm	2012	Não
8455722	Soybean variety A1023585	Monsanto	2011	Sim
8455721	Soybean cultivar 99401805	Monsanto   Stine Seed Farm	2010	Não
8450565	Soybean cultivar 98179010	Monsanto   Stine Seed Farm	2010	Não
8450568	Soybean variety A1025240	Monsanto	2011	Sim
8450567	Soybean variety A1024104	Monsanto	2011	Sim
8450566	Soybean variety A1023611	Monsanto	2011	Sim
8450570	Soybean variety A1023833	Monsanto	2011	Sim
8450569	Soybean variety A1024227	Monsanto	2011	Sim
8450577	Soybean cultivar S110145	Monsanto   Stine Seed Farm	2012	Não
8450576	Soybean cultivar 03002101	Monsanto   Stine Seed Farm	2012	Não
8450575	Soybean cultivar 13182736	Monsanto   Stine Seed Farm	2012	Não
8461423	Soybean cultivar 86142430	Monsanto   Stine Seed Farm	2009	Não
8461424	Soybean cultivar S080178	Montano   Stine Seed Farm	2009	Não
8455723	Soybean variety A1023586	Monsanto	2011	Sim
8455724	Soybean variety A1023941	Monsanto	2011	Sim
8455725	Soybean variety A1023969	Monsanto	2011	Sim
8455726	Soybean variety A1023981	Monsanto	2011	Sim
8455727	Soybean variety A1024755	Monsanto	2011	Sim
8455728	Soybean variety A1025241	Monsanto	2011	Sim
8455729	Soybean variety A1015644	Monsanto	2011	Sim
8455732	Soybean cultivar 14070051	Monsanto	2012	Não
8466349	Soybean variety A1023943	Monsanto	2011	Sim
8466348	Soybean cultivar 84343415	Monsanto   Stine Seed Farm	2009	Não
8471110	Soybean cultivar 16480296	Monsanto   Stine Seed Farm	2012	Não
8471111	Soybean cultivar 17164777	Monsanto   Stine Seed Farm	2012	Não
8471109	Soybean cultivar 10110882	Monsanto   Stine Seed Farm	2012	Não
8471108	Soybean variety A1023999	Monsanto	2011	Sim
8431777	Soybean variety A1023849	Monsanto	2011	Sim
8431776	Soybean variety A1023535	Monsanto	2011	Sim
8431780	Soybean variety A1024650	Monsanto	2011	Sim
8431779	Soybean variety A1024638	Monsanto	2011	Sim
8431778	Soybean variety A1024341	Monsanto	2011	Sim
8426697	Soybean cultivar S110135	Monsanto   Stine Seed Farm	2012	Não

8426696	Soybean cultivar S110133	Monsanto   Stine Seed Farm	2012	Não
8426699	Soybean cultivar S110141	Monsanto   Stine Seed Farm	2012	Não
8426691	Soybean variety A1016011	Monsanto	2010	Sim
8426690	Soybean cultivar 98164635	Monsanto   Stine Seed Farm	2010	Não
8426693	Soybean variety A1024720	Monsanto	2011	Sim
8426692	Soybean variety A1024702	Monsanto	2011	Sim
8431797	Soybean cultivar 00362508	Monsanto   Stine Seed Farm	2012	Não
8431796	Soybean cultivar S110143	Monsanto   Stine Seed Farm	2012	Não
8431800	Soybean cultivar 13285180	Monsanto   Stine Seed Farm	2012	Não
8431799	Soybean cultivar 12245180	Monsanto   Stine Seed Farm	2012	Não
8431786	Soybean variety A1024751	Monsanto	2011	Sim
8431787	Soybean variety A1023844	Monsanto	2011	Sim
8431788	Soybean variety A1024763	Monsanto	2011	Sim
8431789	Soybean cultivar 04184501	Monsanto   Stine Seed Farm	2011	Não
8431790	Soybean cultivar 19002011	Monsanto   Stine Seed Farm	2012	Não
8431794	Soybean cultivar S110008	Monsanto   Stine Seed Farm	2012	Não
8431781	Soybean variety A1024666	Monsanto	2011	Sim
8431782	Soybean variety A1024747	Monsanto	2011	Sim
8431783	Soybean variety A1024748	Monsanto	2011	Sim
8431784	Soybean variety A1024749	Monsanto	2011	Sim
8431785	Soybean variety A1024750	Monsanto	2011	Sim
8440885	Soybean cultivar 08093572	Monsanto   Stine Seed Farm	2011	Não
8440883	Soybean cultivar S100004	Monsanto   Stine Seed Farm	2010	Não
8436233	Soybean cultivar 05121531	Monsanto   Stine Seed Farm	2012	Não
8436232	Soybean cultivar 12133031	Monsanto   Stine Seed Farm	2012	Não
8436228	Soybean variety A1023868	Monsanto	2011	Sim
8436227	Soybean variety A1023511	Monsanto	2011	Sim
8436226	Soybean cultivar 1000679	Monsanto	2010	Não
8445754	Soybean variety A1024705	Monsanto	2011	Sim
8502028	Soybean variety A1023487	Monsanto	2011	Sim
8502033	Soybean cultivar 11374861	Monsanto   Stine Seed Farm	2012	Não
8502035	Soybean cultivar 16352100	Monsanto   Stine Seed Farm	2012	Não
8502036	Soybean cultivar 13203100	Monsanto   Stine Seed Farm	2012	Não
8492617	Soybean variety A1015881	Monsanto	2011	Sim
8507766	Soybean cultivar S110140	Monsanto   Stine Seed Farm	2012	Não
8507764	Soybean variety A1023705	Monsanto	2011	Sim
8507763	Soybean variety A1023510	Monsanto	2011	Sim
8507762	Soybean variety A1024315	Monsanto	2010	Sim

Fonte: Elaboração própria.

**ANEXO V: TABELA V.1 PATENTES DE EXTENSÃO DERIVADAS DOS DOCUMENTOS PATENTÁRIOS QUE FAZEM PARTE DAS QUATRO TT MAPEADAS PELA TESE (TABELA ORGANIZADA POR FAMÍLIAS DE PATENTES; BASE 45 PATENTES)**

Número. USPTO	Título	Classificação	Detentor	Produto	TT	AP	Países
<b>SOJA</b>							
<b>4940835 (1986); 5188642 (1990);</b>	Glyphosate-resistant plants	Gene Quimérico; Promotor 35S; Agrobactéria	Monsanto	Soja RR1	1;2	7	UE; JP; CA; AU; BR;NZ;ZA
<b>5015580 (1988);</b>	Particle-mediated transformation of soybean plants and lines	Bombardeamento	Agracetus	Soja RR1	2	9	UE;AU;BR;CA;CN;IL;IN; JP;NZ;
<b>5310667 (1988);</b>	Glyphosate-tolerant 5-enolpyruvyl-3-phosphoshikimate synthases	Seq. Nucleica	Monsanto	Soja RR1	1	7	UE;AU;BR;CA;JP;NZ;ZA
<b>5633435 (1994); RE39247</b>	Glyphosate-tolerant 5 enolpyruvylshikimate-3-phosphate synthases	Seq. Nucleica	Monsanto	Soja RR1	1;2	5	UE;AU;CA;JP;RU
<b>5034322 (1989); 5352605 (1993); 5530196 (1994)</b>	Chimeric genes suitable for expression in plant cells	Promotor 35S	Monsanto	Soja RR1	2	3	UE;BR;JP
<b>5196525 (1991); 5322938 (1992); 5424200 (1994)</b>	DNA construct for enhancing the efficiency of transcription	Transcrissão	University of British Columbia	Soja RR1	2	2	BR;CA
<b>6384301 (2000)</b>	Soybean agrobacterium transformation method	Agrobactéria	Monsanto	Soja RR2	2	5	UE;BR;CA;JP;ZA
<b>6660911 (2000)</b>	Plant expression constructs	Transcrissão	Monsanto	Soja RR2	2	10	UE;AR;AU;BR;CA;CN;ID; JP;MX;ZA
<b>7632985 (2006)</b>	Soybean event MON89788 and methods for detection thereof	Seq. Nucleica	Monsanto	Soja RR2; Soja Intacta™	1;2	16	UE;AP;AR;AU;BR;CA;C N;JP; KR;MX;NZ;RU;SG;UA;U Y;ZA
<b>7951995 (2007)</b>	Soybean event 3560.4.3.5 and compositions and methods for the identification and detection thereof	Seq. Nucleica	Dupont	Optimum GAT™	1	21	UE;AR;AU;BR;CA;CL;C N;CR;EA;EC;JP;KR;MA; ME;MXNZ;RS;TW;UA;U Y;ZA
<b>8012689 (2007)</b>	Elite event A2704-12 and methods and kits for identifying such event	Seq. Nucleica	Bayer	Liberty™	2	7	UE;BR;CA;CN;JP;MX;ZA
<b>8049071 (2008)</b>	Soybean plant and seed corresponding to transgenic event MON87701 and methods for detection thereof	Seq. Nucleica	Monsanto		3	11	UE;AR;AU;BR;CN;CO;M X;PA;PE;T; UY

				Soja Intacta™			
<b>8329989 (2009)</b>	Soybean transgenic event MON87705 and methods for detection thereof	Seq. Nucleica	Monsanto	Vistive Gold™	4	9	UE;AR;CA;CN;JP;KR;MX;TW;UY
<b>ALGODÃO</b>							
<b>5004863 (1986); 5159135 (1990);</b>	Genetic engineering of cotton plants and lines	Agrobactéria	Agracetus	Algodão Bollgard I™	2	6	UE;AU;BR;CA;CN;IN
<b>5500365 (1989);</b>	Synthetic plant genes	Seq. Nucleica	Monsanto	Algodão Bollgard I™	3	10	UE;AR;AU;BR;CA;IL;JP;NZ;RU;ZA
<b>5034322 (1989); 5352605 (1993); 5530196 (1994)</b>	Chimeric genes suitable for expression in plant cells	Promotor 35S	Monsanto	Algodão Bollgard I™; Algodão Bollgard II™	2	3	UE;BR;JP
<b>MILHO</b>							
<b>5484956 (1990); 5538877 (1992); 5538880 (1994); 5554798 (1995); 6013863 (1997)</b>	Fertile transgenic Zea mays plant comprising heterologous DNA encoding Bacillus thuringiensis endotoxin	Bombardeamento; Promotor	Dekalb	Milho RR1; Milho YieldGard™	2	9	UE;AR;AU;BR;CA;CN;JP;RU;ZA
<b>5489520 (1994); 5550318 (1990); 6395966 (1994);</b>	Methods and compositions for the production of stably transformed, fertile monocot plants and cells thereof	Bombardeamento; Recuperação da Fertilidade	Dekalb	Milho RR1; Milho YieldGard™	2	8	UE;AR;AU;BR;CA;JP;NZ;ZA
<b>5034322 (1989); 5352605 (1993); 5530196 (1994)</b>	Chimeric genes suitable for expression in plant cells	Promotor 35S	Monsanto	Milho RR1; Milho YieldGard™	2	3	UE;BR;JP

Fonte: Thomson Innovation™ e EPO