

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL  
CENTRO DE ESTUDOS E PESQUISAS EM AGRONEGÓCIOS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONEGÓCIOS  
DOUTORADO EM AGRONEGÓCIOS

**A INFLUÊNCIA DA INCERTEZA NO DESENVOLVIMENTO DE PESQUISAS COM  
ORGANISMOS GENETICAMENTE MODIFICADOS NO BRASIL**

**CLEBER CARVALHO DE CASTRO**

Porto Alegre

2006

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL  
CENTRO DE ESTUDOS E PESQUISAS EM AGRONEGÓCIOS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONEGÓCIOS  
DOUTORADO EM AGRONEGÓCIOS

**A INFLUÊNCIA DA INCERTEZA NO DESENVOLVIMENTO DE PESQUISAS COM  
ORGANISMOS GENETICAMENTE MODIFICADOS NO BRASIL**

**CLEBER CARVALHO DE CASTRO**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronegócios da Universidade Federal do Rio Grande do Sul como requisito para obtenção do título de Doutor em Agronegócios.

**Prof. Orientador:** Dr. Antônio Domingos Padula

**Prof. Co-Orientador:** Dr. Luiz Carlos Federizzi

Porto Alegre

2006

DADOS INTERNACIONAIS DE CATALOGAÇÃO NA PUBLICAÇÃO (CIP)  
Responsável: Bibliotecária Eliane Maria Severo Gonçalves CRB-10/796

C355i

Castro, Cleber Carvalho de

A influência da incerteza no desenvolvimento de pesquisas com organismos geneticamente modificados no Brasil / Cleber Carvalho de Castro. – Porto Alegre, 2006.

252 f. : il.

Orientador: Antônio Domingos Padula.

Co-orientador: Luiz Carlos Federizzi.

Tese (Doutorado em Agronegócios) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Centro de Estudos e Pesquisas em Agronegócios, Programa de Pós-Graduação em Agronegócios, Porto Alegre, 2006.

1. Biotecnologia agrícola. 2. Pesquisa e desenvolvimento : Incerteza. I. Padula, Antônio Domingos. II. Federizzi, Luiz Carlos. III. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Centro de Estudos e Pesquisas em Agronegócios. Programa de Pós-Graduação em Agronegócios. III. Título.

CDU 631.52

# **A INFLUÊNCIA DA INCERTEZA NO DESENVOLVIMENTO DE PESQUISAS COM ORGANISMOS GENETICAMENTE MODIFICADOS NO BRASIL**

**CLEBER CARVALHO DE CASTRO**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronegócios da Universidade Federal do Rio Grande do Sul como requisito para obtenção do título de Doutor em Agronegócios.

Aprovada em: Porto Alegre, 17 de abril de 2006.

---

Prof. Dr. Antônio Domingos Padula – Orientador  
UFRGS

---

Prof. Dr. Luiz Carlos Federizzi - Co-Orientador  
UFRGS

---

Prof. Dr. Paulo Dabdab Waquil  
UFRGS

---

Profa. Dra Edi Madalena Fracasso  
UFRGS

---

Prof. Dr. Giancarlo Pasquali  
UFRGS

---

Prof. Dr. Luiz Paulo Bignetti  
UNISINOS

Dedico esta tese aos meus pais e a  
minha esposa Gleí, que tanto me  
apoiou e compreendeu  
minhas ausências.

## AGRADECIMENTOS

Esta tese de doutorado é fruto do apoio, colaboração e incentivo de diversas pessoas e instituições. Mesmo correndo o risco de ser injusto, eu não poderia deixar de registrar os agradecimentos abaixo.

Aos meus orientadores, Prof. Dr. Antonio Domingos Padula e Prof. Dr. Luiz Carlos Federizzi, que acreditaram em minha proposta de tese e de forma muito competente contribuíram para a realização do estudo. Estes grandes profissionais me incentivaram e influenciaram de forma decisiva a consecução deste estudo.

Aos professores Dr. Paulo Dabdab Waquil e Dra. Edi Madalena Fracasso que na banca de qualificação deram sugestões de grande valia para o desenvolvimento desta tese. Aos professores Dr. Giancarlo Pasquali e Dr. Luiz Paulo Bignetti pela gentileza de aceitar o convite para participar da banca de avaliação.

Aos professores e colegas doutorandos e mestrandos do Centro de Estudos e Pesquisas em Agronegócios (CEPAN), que proporcionaram um ambiente profícuo para o desenvolvimento e debate de idéias.

Aos meus pais e irmãos que sempre apoiaram minha trajetória acadêmica e souberam compreender minhas ausências.

De modo muito especial, gostaria de agradecer e prestar homenagem a minha esposa Gleí, que incansavelmente me auxiliou em todas as fases da construção desta tese de doutorado. Sua paciência na transcrição de dezenas de horas de gravações das entrevistas foram particularmente fundamentais no andamento do estudo. Agradeço também sua iniciativa em cuidar de todos os detalhes do nosso casamento que ocorreu na fase final da elaboração desta tese.

Ao amigo Marcelo de Paula Xavier, grande companheiro de estudos, pesquisas, *papers*, corridas no *parcão* e festas em Porto Alegre. Seu apoio e incentivo foram de suma importância no processo de doutoramento.

Aos amigos Marcelo Capre Dias e Leonardo Lisboa Pereira, que sempre se mostraram dispostos em discutir questões relacionadas à pesquisa científica e cujo convívio foi importante em minha caminhada.

Aos entrevistados da ALPHA, BETA, GAMMA, DELTA, Embrapa Soja, Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, IAPAR e Centro de Biotecnologia da UFRGS, que gentilmente cederam seus tempos e repassaram informações relevantes.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq que forneceu a bolsa de estudo e à Faculdade de Ciências Sociais Aplicadas de Cascavel (UNIVEL) que apoiou a realização desta tese de doutorado.

## RESUMO

O presente estudo teve como objetivo principal analisar a influência das incertezas legais, mercadológicas e tecnológicas no desenvolvimento de pesquisas com Organismos Geneticamente Modificados aplicados à agricultura no Brasil. Para tanto foi realizado um estudo multicasos em oito centros de P&D (4 públicos e 4 privados) de caráter qualitativo e exploratório. Para a realização dos estudos de casos foram realizadas entrevistas não-estruturadas (no período de agosto a outubro de 2005) com representantes de cada uma das empresas selecionadas, tendo como base um protocolo de pesquisa. Também foram coletados dados secundários de diferentes fontes. Observou-se que, apesar da polêmica instaurada em torno dos OGMs, as pesquisas e o plantio comercial vem avançando de forma significativa no Brasil e no mundo. Apesar desta expansão, percebeu-se que a incerteza legal, mercadológica e tecnológica vêm influenciando as decisões de pesquisa nos centros de P&D. A incerteza legal, observada principalmente pelo excesso de burocracia na aprovação dos pedidos e a lentidão na regulamentação da lei 11.105 de março de 2005, levou muitos centros de P&D a abortar ou adiar projetos de pesquisa. A incerteza mercadológica, observada principalmente pela resistência da população em aceitar a nova tecnologia tem levado a uma maior cautela por parte dos centros de P&D no momento das decisões de investimentos. A incerteza tecnológica, observada pelas possibilidades de conflitos de patentes e disputas entre empresas, é identificada como a menos impactante no processo de decisão de pesquisa. Estas incertezas têm levado os centros de P&D a ficarem mais atentos aos movimentos do ambiente institucional e a buscarem novas capacitações na busca por uma vantagem competitiva sustentável no mercado. Observou-se também que o enfoque das teorias evolucionária e institucional, juntamente com abordagem teórica de incertezas, foram fundamentais para o entendimento da influência das incertezas no processo de pesquisa com OGMs nos centros de P&D analisados.

**Palavras-chave:** Incerteza, Organismos Geneticamente Modificados, Decisão de P&D, Ambiente Institucional, Teoria Evolucionária



## **ABSTRACT**

The main objective of the present study was to analyze the influence of legal, market and technologic uncertainties in the development of researches with Genetically Modified Organisms (GMOs) applied to agriculture in Brazil. To do so, a multi-case study with qualitative and exploratory character was conducted in eight R&D centers (four public and four private). The case studies were realized with the aid of unstructured interviews (from August to October of 2005) applied to representatives of the selected enterprises, based on the research protocol. Secondary data were also collected from different sources. It was observed that despite the polemics around GMOs, the researches and the commercial crops are advancing, significantly, in Brazil and in the world. In spite of this expansion, it was seen that legal, market and technologic uncertainties are influencing the decisions in R&D centers. The legal uncertainty, expressed mainly by the excess of bureaucracy on approving requests and the slowness in regulation of law 11.105 (March of 2005), has led R&D centers to abort or postpone research projects. The market uncertainty, observed mainly by the population's resistance in accepting the new technology, has led R&D centers to be more cautious concerning investment decisions. The technology uncertainty, observed by the possibility of patent conflicts and disputes among companies, is identified as the less important factor in the research decision making process. These uncertainties have been leading R&D centers to be more concerned about institutional environment movements and also to seek new qualifications in search of a market sustainable competitive advantage. It was also noted that the focus of institutional and evolutionary theories together with uncertainties theoretical approach were very important to the understanding of the uncertainties influence in the research process with GMOs within the R&D centers analyzed.

**Keywords:** Uncertainty, Genetically Modified Organisms, R&D decision, Institutional environment

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Fatores que interagem e definem o regime tecnológico.....	31
Figura 2: Esquema de análise das influências das incertezas sobre as decisões e ações dos agentes públicos e privados de P&D e seus resultados.....	70
Figura 3: Evolução da área plantada com OGMs no mundo de 1996 a 2005 (em milhões de ha).....	82
Figura 4: Área plantada com OGMs por país no período de 2001 a 2005 (em milhões de ha).....	83
Figura 5: Área cultivada com os principais OGMs no mundo no período de 2001 a 2005 (em milhões de ha).....	84
Figura 6: Restrições para a comercialização de OGMs nos próximos 10 anos na europa (ano base: 2002).....	96
Figura 7: Liberações planejadas no meio ambiente deliberadas pela CTNBio entre os anos de 1997 e 2004.....	101
Figura 8: Demanda efetiva e potencial de sementes de soja em grandes estados produtores (PR, MT, RS, GO, MS, MG, SP e SC).....	112
Figura 9: Demanda efetiva e potencial de sementes de milho em grandes estados produtores (PR, MT, RS, GO, MS, MG, SP e SC).....	113
Figura 10: Taxa de utilização de sementes de soja e milho por produtores rurais em grandes estados produtores (PR, MT, RS, GO, MS, MG, SP e SC).....	114
Figura 11: Percepções dos consumidores sobre transgênicos.....	143
Figura 12: Consciência da existência de alimentos GM nos supermercados dos EUA em 2004.....	145
Figura 13: Aprovação da opinião pública nos EUA sobre alimentos GM (n=1201).....	146
Figura 14: Nível de concordância que os benefícios da biotecnologia superam os riscos.....	148
Figura 15: Confiança dos europeus em relação ao meio ambiente.....	150
Figura 16: Nível de informação sobre transgênicos.....	153

Figura 17: Tipo de alimento preferido pelos respondentes .....	154
Figura 18: O que deveria ser feito enquanto as dúvidas sobre transgênicos não forem esclarecidas .....	155
Figura 19: Nível de concordância que os benefícios da biotecnologia superam os riscos .....	157
Figura 20: Esquema geral da influência das incertezas no processo de pesquisa com OGMs.....	230

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Respondentes europeus que cancelaram projetos de P&D com OGMs nos últimos 4 anos (ano base: 2002) .....	93
Tabela 2: Razões para o cancelamento de projetos de P&D com OGMs na Europa nos últimos 4 anos (ano base: 2002) .....	94
Tabela 3: Número de doutores por habitantes segundo região – 2000, 2002 e 2004....	97
Tabela 4: Participação das empresas de biotecnologia por segmentos de mercado e percentuais gerais de participação por segmentos em estados de maior concentração.....	103
Tabela 5: Distribuição estadual / regional das empresas incubadas no setor de biotecnologia .....	104
Tabela 6: <i>Ranking</i> das 10 empresas de maior faturamento em vendas de agroquímicos no mundo em 2003. ....	107
Tabela 7: <i>Ranking</i> das 10 empresas de maior faturamento em vendas de sementes no mundo em 2003 e 2002 .....	108
Tabela 8: Dispêndio com P&D de algumas das maiores empresas de biotecnologia e de produtos químicos no ano fiscal de 2003.....	109
Tabela 9: Organizações líderes em patentes relacionadas à genética de plantas de 1998 a 2001 .....	111
Tabela 10: Nível de interesse dos cidadãos europeus em novos temas em 2005 e 1992 .....	151

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Grau de atividade das funções científicas e técnicas dentro da empresa de acordo com suas estratégias .....	38
Quadro 2: Características da gestão da inovação.....	41
Quadro 3: Responsabilidade do financiamento da pesquisa agropecuária.....	49
Quadro 4: Perspectivas institucionais e seus elementos .....	52
Quadro 5: Quatro paradigmas contemporâneos na Teoria da Firma .....	59
Quadro 6: Incerteza: situação, estrutura e desempenho.....	68
Quadro 7: Casos selecionados para o estudo.....	77
Quadro 8: Quadro resumo da relação entre os objetivos específicos do estudo e os métodos e técnicas de pesquisa .....	79
Quadro 9: Estágio mais avançado da pesquisa com OGMs em plantas no mundo em 2004 ( <i>continua...</i> ) .....	87
Quadro 10: Número de iniciativas para desenvolver determinadas características em OGMs ( <i>continua ...</i> ).....	91
Quadro 11: Estágio do desenvolvimento de plantas GM no Brasil em 2004.....	100
Quadro 12: Caracterização geral das empresas que atuam no campo dos OGMs .....	116
Quadro 13: Efeitos possíveis das fusões e aquisições no setor de sementes e agroquímicos.....	117
Quadro 14: Nível de concordância dos entrevistados sobre afirmações sobre os OGMs .....	155
Quadro 15: Breve histórico da biotecnologia ( <i>continua ...</i> ).....	159
Quadro 16: Os OGMs e as tendências em três períodos diferentes .....	163
Quadro 17: Benefícios, custos e riscos da aplicação da GURT .....	166
Quadro 18: Caracterização do regime tecnológico para o caso dos OGMs no Brasil..	167
Quadro 19: Centros de pesquisa da Embrapa .....	176
Quadro 20: Caracterização das atividades de pesquisa nos centros de P&D pesquisados ( <i>continua ...</i> ) .....	201

Quadro 21: Panorama geral das incertezas legais, mercadológicas e tecnológicas sob a perspectiva das empresas ( <i>continua ...</i> ).....	224
--	-----

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ADIn – Ação Direta de Inconstitucionalidade

ANVISA – Agência Nacional de Vigilância Sanitária

APL – Arranjo Produtivo Local

ARS - *Agricultural Research Service (USDA)*

AS-PTA - Assessoria e Serviços a Projetos em Agricultura Alternativa

BRASPOV – Associação Brasileira de Obtentores Vegetais

BSE – Encefalopatia Espongiforme Bovina ( “Doença da Vaca Louca”)

C&T – Ciência e Tecnologia

CCAB - Comitê *Codex Alimentarius* no Brasil

CCFL – *Codex Committee On Food Labeling*

CDB – Convenção sobre a Diversidade Biológica

CDC – Código de Defesa do Consumidor

CIBio – Comissão Interna de Biossegurança

CNBS – Conselho Nacional de Biossegurança

CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente

CONMETRO – Conselho de Metrologia, Normatização e Qualidade Industrial

COODETEC – Cooperativa de Desenvolvimento Científico e Tecnológico

CQB – Certificado de Qualidade em Biossegurança

CTNBio – Comissão Técnica Nacional de Biossegurança

DHE - Distinguilidade, Homogeneidade e Estabilidade

DNA – Ácido Desoxirribonucléico

EIA – Estudo de Impacto Ambiental

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

EPC - *European Patent Convention*

FAO – *Food and Agriculture Organization*

FDA – *Food and Drugs Administration*

GATT – *General Agreement on Tariffs and Trade*

GM – Geneticamente Modificado

IAPAR – Instituto Agrônômico do Paraná

IBAMA - Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis

IDEC – Instituto Brasileiro de Defesa do Consumidor

ILSI – *International Life Science Institute*

INPI - Instituto Nacional de Propriedade Industrial

ISAAA – International Service for the Acquisition of Agri-Biotech Applications

LPC – Lei de Proteção de Cultivares

MAPA – Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento

OECD – *Organization for Economic Cooperation and Development*

OGM – Organismo Geneticamente Modificado

OMC – Organização Mundial do Comércio

OMS – Organização Mundial da Saúde

ONG – Organização Não-Governamental

ONU – Organização das Nações Unidas

OVM – Organismo Vivo Modificado

P&D – Pesquisa e Desenvolvimento

PCT – *Patent Cooperation Treaty*

PET – Planejamento Estratégico de Tecnologia

PVT - *Plant Variety Protection*

RET - Registro Especial Temporário

SEG - Sistema Embrapa de Gestão

SIB – Sistema de Informações em Biossegurança

SIBRARGEN - Sistema Brasileiro de Informações em Recursos Genéticos

SNPA - Sistema Nacional de Pesquisa Agropecuária

SNPC - Serviço Nacional de Proteção de Cultivares

TRIPS – *Trade Related Intellectual Property Rights*

UE – União Européia

UFRGS – Universidade Federal do Rio Grande do Sul

UPOV – *International Union for the Protection of New Varieties of Plants*

USDA - *United States Department of Agriculture*



# SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>17</b>
1.1 PROBLEMATIZAÇÃO .....	18
1.2 OBJETIVOS .....	22
1.3 JUSTIFICATIVAS.....	23
<b>2 REFERENCIAL TEÓRICO.....</b>	<b>25</b>
2.1 A TECNOLOGIA E O ENFOQUE EVOLUCIONÁRIO.....	26
2.2 A ATIVIDADE DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO (P&D).....	32
2.3 O AMBIENTE INSTITUCIONAL .....	50
2.4 A AÇÃO ORGANIZACIONAL E A INCERTEZA.....	57
<b>3 MÉTODO E PROCEDIMENTOS.....</b>	<b>72</b>
3.1 PERSPECTIVA METODOLÓGICA.....	72
3.2 MÉTODO DE PESQUISA: ESTUDO DE CASOS .....	74
3.3 PLANO DE COLETA DOS DADOS.....	76
3.4 PLANO DE ANÁLISE DOS DADOS .....	80
<b>4 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS DADOS.....</b>	<b>81</b>
4.1 DINÂMICA DE MERCADO PARA A PRODUÇÃO E PESQUISA DE OGMS .....	81
4.2 PRINCIPAIS ASPECTOS LEGAIS, MERCADOLÓGICOS E TECNOLÓGICOS RELACIONADOS AOS OGMS NO BRASIL .....	118
4.3 APRESENTAÇÃO DOS CASOS ANALISADOS .....	168
4.4 A DECISÃO DE DESENVOLVIMENTO DE PROJETOS NOS CENTROS DE P&D.....	188
4.5 A INFLUÊNCIA DAS INCERTEZAS LEGAIS, MERCADOLÓGICAS E TECNOLÓGICAS NAS DECISÕES DE PESQUISA COM OGMS .....	205
4.6 ESQUEMA GERAL DA INFLUÊNCIA DAS INCERTEZAS NAS DECISÕES DE P&D COM OGMS.....	229

<b>5 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>233</b>
5.1 CONCLUSÃO .....	233
5.2 SUGESTÕES PARA NOVAS PESQUISAS .....	240
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>241</b>
<b>APÊNDICE - PROTOCOLO DE PESQUISA DE ESTUDO DE CASOS.....</b>	<b>267</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Desde o final do século XX observa-se que o desenvolvimento da tecnologia de manipulação do Ácido Desoxirribonucleico (DNA) e a criação dos Organismos Geneticamente Modificados (OGMs) têm gerado muita polêmica entre cientistas, políticos, organizações não-governamentais, consumidores e sociedade em geral. Os aspectos controversos nas discussões sobre a tecnologia dos OGMs estão relacionados desde aqueles eminentemente técnicos (de produção da tecnologia), até econômicos (relacionados à estrutura de mercado e aceitação por parte dos consumidores), legais (regulamentação da produção e comercialização), ambientais (biodiversidade), sociais (segurança alimentar), de saúde (segurança do alimento) e éticos (manipulação de DNA), dentre outros.

A polêmica em torno dos OGMs contribui para a geração de um ambiente de incerteza para os agentes econômicos, já que as regras para produção e comercialização tendem a não estar consolidadas e/ou aceitas satisfatoriamente. Este é o caso do Brasil, onde estas regras ainda são recentes e parte importante dos consumidores tem restrições a esta tecnologia.

Considerando que o ambiente institucional é composto pelas “regras do jogo” econômico, este irá influenciar os rumos tomados pelas organizações ligadas, ou potencialmente relacionadas, ao desenvolvimento, uso e/ou consumo dos OGMs, como é o caso das organizações de pesquisa.

Diversos estudos, dentre eles Sutcliffe e Zaheer (1998), Myhr e Traavik (2002) e Todt (2003), têm apontado a influência da incerteza sobre decisões empresariais, tais como investimento, integração vertical, custos de transação, dentre outros. No caso deste estudo, busca-se também analisar a influência da incerteza em decisões empresariais, mais especificamente no desenvolvimento de pesquisas com OGMs voltados para a agricultura no Brasil.

Para tanto, neste capítulo introdutório define-se o problema de pesquisa, os objetivos e justificativas para o estudo; no capítulo 2 apresenta-se os fundamentos teóricos; no capítulo 3 indica-se o método e os procedimentos utilizados; no capítulo 4 discute-se os resultados obtidos e no capítulo 5 apresenta-se a conclusão do estudo.

## **1.1 PROBLEMATIZAÇÃO**

As controvérsias sobre a pesquisa, o desenvolvimento e o uso da tecnologia dos OGMs na agricultura brasileira têm proporcionado um ambiente de dúvidas para os agentes que direta ou indiretamente se relacionam com esta temática. Se de um lado os próprios agentes não chegam a um consenso razoável sobre a questão, por outro lado também existem dúvidas quanto aos aspectos legais (“regras do jogo”), mercadológicos e tecnológicos, o que pode influenciar o futuro desta tecnologia no Brasil.

Na literatura sobre a Nova Economia Institucional (NEI), os aspectos legais assumem grande relevância na composição do ambiente institucional. Autores como Bromley (1989), Davis e North (1971), Scott (1995) e Williamson (1996) tratam das questões legais como um importante componente para gerar estabilidade no desenvolvimento dos negócios.

No Brasil, o desenvolvimento da biotecnologia vem sofrendo restrições legais ao longo dos anos. Aspectos legais relacionados aos OGMs são mencionados por diversos pesquisadores como um entrave à disseminação dos OGMs, dentre eles Portugal (2002), Castro *et al.* (2002), Machado (2004), Castro, Martinelli Júnior e Padula (2004), Romano (2004), Silveira (2004), Dal Poz, Silveira e Fonseca (2004), Amâncio (2005), Varella (2005) e Oda (2005).

Outros estudos, como de Severino e Telles (2001), também apontam o problema do impacto das deficiências da legislação na Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) no setor de biotecnologia. Mesmo com a aprovação da nova lei de biossegurança em

2005, percebe-se que há importantes contestações legais sobre o assunto, inclusive sobre a constitucionalidade da lei aprovada.

É importante destacar que diversas entidades científicas vêm atuando ao longo do tempo de forma a pressionar o poder público a aperfeiçoar a legislação relacionada à biotecnologia. Um exemplo importante foi a iniciativa de diversas entidades<sup>1</sup> ligadas à área de biotecnologia, que elaboraram (em fevereiro de 2004) uma “carta aberta” aos senadores da república contendo propostas para aperfeiçoamentos na lei de biossegurança (ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE BIOSSEGURANÇA - ANBIO, 2004).

Além da disseminação comercial dos OGMs, a pesquisa no Brasil também foi afetada pela falta de legislação definitiva até 2004. Alguns estudos com transgênicos na Embrapa, por exemplo, tiveram que ser interrompidos por 3 anos (de 2001 a março de 2004) por decisão judicial, que previa a obtenção de várias licenças por parte dos órgãos de saúde, meio ambiente e agricultura para fazer experimentos em campo. Somente em 12 de março de 2004 é que o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e Recursos Renováveis (IBAMA) autorizou a Embrapa a realizar testes de campo com o feijão resistente a vírus do mosaico dourado (ARAGÃO, 2004).

Houve um grande atraso na aprovação da nova lei de biossegurança no Brasil, o que ocorreu apenas em março de 2005, e também em sua regulamentação, que ocorreu em novembro de 2005, gerando uma lacuna nos processos de avaliação e aprovação de OGMs para pesquisa, importação e produção em escala comercial no país, já que a CTNBio ficou inoperante entre o período de aprovação e regulamentação.

Lajolo (2004, p.37) ressalta a importância da legislação estar apoiada em conhecimento científico, pois só assim “poderá garantir a segurança ambiental e a saúde pública, sem inibir o desenvolvimento científico e tecnológico”. Scholze (2002) destaca a importância da proteção dos direitos de propriedade intelectual e de uma legislação adequada de biossegurança para que se permita a cooperação internacional

---

<sup>1</sup> Academia Brasileira de Ciências – ABC, Associação Nacional de Biossegurança – ANBio, Associação Brasileira de Distrofia Muscular, Associação Brasileira para Proteção de Alimentos – ABRAPA, Centro Brasileiro de Estocagem de Genes, Centro de Estudos do Genoma Humano, Sociedade Brasileira de Alimentação e Nutrição – SBAN, Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos – SBCTA, Sociedade Brasileira de Genética – SBG, Sociedade Brasileira de Melhoramento de Plantas – SBMP, Sociedade Brasileira de Microbiologia – SBM e o Programa de Pós-Graduação em Biotecnologia Vegetal – UFRJ.

para a pesquisa. A lentidão na difusão da tecnologia no Brasil, causada pelos impedimentos legais, causou grande incerteza em relação aos futuros investimentos (PELAEZ; SBICCA, 2003).

Estudos internacionais também destacam a importância da legislação, principalmente relacionada às patentes, como forma de garantir os investimentos privados nos OGMs, como é o caso dos estudos de Barnett (2000) e Levidow (1994).

Outro fator que vem afetando a disseminação dos OGMs no Brasil e também no mundo é a baixa receptividade por parte de uma importante parcela da população. Conforme vasta literatura sobre crescimento e desenvolvimento de mercados, a existência de um mercado consumidor de porte é fator importante para dinamizar a economia. Também na literatura sobre inovação tecnológica, o crivo do mercado é considerado como de extrema importância para a determinação do sucesso ou insucesso das ações das firmas, o que pode ser observado nos trabalhos de Schumpeter (1961) e Nelson e Winter (1982). Em um estudo, realizado por Bstieler e Gross (2003), observa-se o grande destaque dado às incertezas mercadológicas e tecnológicas no processo de desenvolvimento de novos produtos.

Hadfield (2000) destaca o problema da incerteza científica e a controvérsia pública que vêm alimentando o debate em torno dos OGMs. Outro estudo, realizado no ano de 2000 em diversos países do mundo pelo *Enviroments International*, apontou que no Brasil 32% da população não concorda que os benefícios da biotecnologia superam os riscos. Na França este percentual chegou a 54% e em Cuba apenas a 17% (HOBAN, 2004). Em 2002, constatou que 61% da população brasileira nunca ouviu falar em organismos transgênicos (INSTITUTO BRASILEIRO DE OPINIÃO PÚBLICA E ESTATÍSTICA - IBOPE, 2002).

Diversos autores se referem à resistência da população, principalmente europeia, em consumir produtos geneticamente modificados, como é o caso de MCT (BRASIL. MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA, 1999), Riechman (2002), Guerrante (2003), Kerr (1999), Xavier Filho *et al.* (2002), Levidow (1994), Leite (2000) e Amber (2001). A incerteza gerada pela resistência de muitos consumidores em consumir produtos Geneticamente Modificados (GM) pode estar levando as empresas

públicas e privadas a adiar ou reduzir investimentos no desenvolvimento da tecnologia aplicada aos OGMs, já que a percepção que o consumidor tem sobre os produtos que chegam ao mercado é extremamente importante para o sucesso de qualquer tecnologia (ARAGÃO, 2003). Em resumo, quanto menos consumidores de produtos GM, menores serão as taxas de retorno dos investimentos realizados pelas empresas.

A incerteza quanto aos resultados das pesquisas com os OGMs também podem estar limitando os investimentos em pesquisa. Autores, de diferentes épocas, como Alchian (1958), Heertje (1977), Dosi (1984) e Schimid (2004), destacam a inovação, fruto dos esforços em pesquisa e desenvolvimento, como fator fundamental para o desenvolvimento das firmas.

No caso da tecnologia da transgenia, verifica-se que além dos procedimentos para se chegar a um OGM, é necessário que se faça uma série de testes para avaliar os efeitos intencionais e não-intencionais. Como não se pode determinar com exatidão em que local do cromossomo o DNA transferido irá localizar-se, “[...] podem ocorrer efeitos não-intencionais, causados por alterações no genoma do receptor, com a ativação de alguns genes e silenciamento de outros. Isto resulta numa expressão maior ou menor de enzimas e, em conseqüência, em alterações nos teores de certos componentes do metabolismo” (LAJOLO; NUTTI, 2003, p. 70). Alguns dos principais objetivos dos testes com OGMs é verificar seu valor nutricional, a digestibilidade e o potencial toxicológico e alergênico. Nos casos em que se constata algum problema nestes testes, a melhoria genética naquela direção é abandonada para garantir a segurança.

As empresas de pesquisa também têm que conviver com a incerteza sobre os resultados futuros, inclusive com a possibilidade de outras empresas também apresentarem resultados semelhantes, o que pode inclusive incorrer em problemas de proteção intelectual das inovações.

Embora a incerteza quanto aos resultados das pesquisas exerça influência sobre as decisões de investimentos em pesquisa, esta influência pode ser diferente para a pesquisa financiada com recursos públicos e a pesquisa financiada com recursos privados, já que o setor privado possui um maior grau de orientação comercial

(MORRIS; EKASINGH, 2002). Assim, os processos de melhoramento de plantas diferem em sua atratividade comercial e, portanto, tendem a determinar as áreas de atuação do setor público e da iniciativa privada.

Considerando as diferenças entre os interesses de pesquisa pública e privada e as incertezas quanto aos rumos da legislação brasileira e sua aplicação, além das incertezas em relação à receptividade da população e ao retorno dos investimentos em tecnologia, busca-se neste estudo responder a seguinte questão: ***“qual a influência das incertezas legais, mercadológicas e tecnológicas no desenvolvimento de pesquisas com OGMs voltados para a agricultura no Brasil?”***

A partir desta questão de pesquisa, definiu-se o objetivo geral e os objetivos específicos que nortearam todo o trabalho, conforme apresentado a seguir.

## **1.2 OBJETIVOS**

### **1.2.1 OBJETIVO GERAL**

Analisar a influência das incertezas legais, mercadológicas e tecnológicas no desenvolvimento de pesquisas com OGMs voltados para a agricultura no Brasil.

### **1.2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- a) caracterizar a estrutura de mercado para produção e pesquisa com OGMs no Brasil e no mundo;
- b) identificar e analisar os principais aspectos legais, mercadológicos e tecnológicos relacionados aos OGMs;
- c) identificar as incertezas legais, mercadológicas e tecnológicas percebidas por instituições de pesquisa;
- d) analisar a influência dos aspectos legais, mercadológicos e tecnológicos nas decisões de pesquisa dos centros de Pesquisa e Desenvolvimento (P&D);



### 1.3 JUSTIFICATIVAS

As justificativas para este estudo podem ser classificadas como teóricas, relacionadas ao campo de estudo da teoria da organização industrial e da inovação tecnológica, e empíricas, relacionadas à utilização da tecnologia dos OGMs no Brasil.

O campo teórico de estudo da organização industrial é relativamente recente e está em evolução, assim como a Teoria Institucionalista e, de forma mais ampla, a Teoria Evolucionária. Numa análise destas vertentes teóricas, pode-se perceber que o ambiente institucional em geral, e a incerteza em particular, são componentes sempre presentes, seja balizando as decisões ou mesmo determinando os resultados dos esforços das organizações no mercado competitivo.

Neste contexto, percebe-se um espaço importante na teoria para o desenvolvimento de abordagens interdisciplinares capazes de captar influências das incertezas do ambiente econômico sobre as firmas. Para este estudo, o uso de conhecimentos vindos principalmente da teoria institucional e da teoria evolucionária permitiu estabelecer análise sob a perspectiva interdisciplinar.

No campo empírico, percebe-se que o caráter polêmico da tecnologia dos OGMs no Brasil, assim como em diversos outros países, tem trazido incertezas legais, mercadológicas e tecnológicas e que acabam por interferir no processo de desenvolvimento econômico das empresas que se relacionam com esta tecnologia. Como o desenvolvimento da tecnologia de OGMs é considerado uma das tendências mundiais (WEICK, 2001; PARAYIL, 2003), estudos que procuram entender o processo de alocação de recursos para a pesquisa nesta área podem proporcionar uma importante contribuição à ciência.

Este estudo traz uma contribuição empírica à medida que busca esclarecer a influência destas incertezas no processo de desenvolvimento das pesquisas científicas pelas instituições públicas e privadas no Brasil. Como em uma cadeia, os impactos das incertezas na pesquisa científica irão se refletir (no curto, médio ou longo prazos) na competitividade das empresas e do próprio país.

É importante ressaltar que o estudo proposto aprofunda e abre novas dimensões analíticas teóricas e empíricas a partir de estudos prévios, presentes em Castro, Martinelli Júnior e Padula (2004), que discutem os ambientes institucional, organizacional e tecnológico relacionados aos OGMs, e Castro, Martinelli Júnior e Dias (2004), que discute a tecnologia e a dinâmica de mercado para os OGMs no Brasil.

Com base nos resultados do presente estudo será possível contribuir de forma que se aperfeiçoe o marco regulatório e as políticas científicas e tecnológicas, além de demonstrar teoricamente as perdas econômicas pela falta de informações adequadas por parte dos consumidores.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

Nesta seção se discute a tecnologia sob o enfoque evolucionário, a atividade de Pesquisa e Desenvolvimento (P&D), o ambiente institucional, a ação organizacional e decisão sob incerteza. O propósito de abordar a tecnologia sob o enfoque evolucionário se deu pela abrangência e profundidade com que é tratada a inovação tecnológica sob esta perspectiva. Ao tratar dos processos de busca, seleção e adoção de inovações em processos e produtos, vislumbrou-se uma boa aderência para o caso das pesquisas com OGMs.

A atividade de P&D é analisada sob o enfoque dos processos de gestão da tecnologia, incluindo o planejamento estratégico da tecnologia, a capacidade tecnológica e a gestão dos projetos de P&D. Nesta seção também se buscou analisar as diferenças do processo de geração de inovações em centros públicos e privados de P&D.

Já o ambiente institucional, este é abordado pelo fato de considerar as convenções e regras como centrais no balizamento do comportamento dos agentes econômicos na definição dos rumos das organizações.

Por fim, este referencial teórico trata da ação organizacional e das incertezas a qual as decisões estão sujeitas. Para tanto, traça-se um panorama das abordagens sobre incerteza e suas diferenças em relação aos riscos e seus impactos nas decisões, principalmente de investimentos, permitindo uma conexão, feita na seção 4, com o caso da tecnologia dos OGMs.

## 2.1 A TECNOLOGIA E O ENFOQUE EVOLUCIONÁRIO

A questão tecnológica foi abordada de diferentes formas ao longo do desenvolvimento da teoria econômica. Ignorada pelos representantes das abordagens mercantilistas e da fisiocracia, a tecnologia começou a ser levada em consideração, embora de forma muito incipiente, pelos clássicos. Smith (1922), por exemplo, considerava o aumento da produtividade como uma das principais fontes de crescimento de uma nação. Conforme destaca Silva (1995), Smith e Ricardo, apesar de admitirem o progresso tecnológico, não eram otimistas quanto às possibilidades de aumentar a produção por estas vias no setor agrícola.

Malthus (1996), também considerado como membro da escola clássica, era um pouco mais contundente ao desconsiderar o progresso científico e tecnológico, afirmando que a população crescia em progressão geométrica, enquanto a produção de alimentos crescia em progressão aritmética.

De forma mais explícita, Marx (1985) considerou a mudança tecnológica como o centro do processo de acumulação capitalista, permitindo o surgimento da *mais valia* e do exército de reserva. De acordo com Marx, por meio da inovação, o capitalismo nega sua fonte de valor (trabalho), o que leva à superação desse modo de produção.

Marshall (1948), membro da escola Neoclássica, considera a existência de uma natureza auto-ajustadora e autocorretiva do mundo econômico em busca da maximização de lucro, onde os agentes possuem pleno conhecimento de suas funções de custo e demanda, que leva ao equilíbrio. Pela abordagem de maximização e racionalidade proposta por Marshall, pode-se entender que o equilíbrio microeconômico proposto é meramente mecânico entre as forças de produção e consumo. Hahn (1984) também reafirma diversos dos pressupostos do *main stream* neoclássico, porém reconhece que para haver equilíbrio não podem existir retornos crescentes. Para o autor, é necessário analisar o equilíbrio dentro da estabilidade, já que o equilíbrio é a posição que os agentes não aprendem, ou seja, não leva à correção de rumos.

Kaldor (1972), dentre outros autores, realça a irrelevância da noção de equilíbrio, e critica a ênfase excessiva no deslocamento de posições, defendida pela teoria

neoclássica. Como alternativa, Kaldor propõe que o mercado seja encarado de forma dinâmica e afirma que a demonstração do equilíbrio total requer hipóteses restritivas, já que a teoria alocativa é estática.

A teoria da firma, abordada em muitos livros-texto de economia, trata da busca pela maximização do lucro e encara a firma como uma coleção de possíveis planos de produção, presidida pelo gerente, que comprando matéria-prima e vendendo seus produtos no mercado *spot*, escolhe o plano que maximize a riqueza (HART, 1995). Para Hart, existem três motivos principais que levaram a sobrevivência deste tipo de abordagem por tanto tempo: (1) a formalização matemática geral e elegante; (2) é muito profícua para analisar como a produção da firma reage às mudanças no ambiente, como aumento dos salários e impostos sobre vendas; (3) é também muito profícua para análise das conseqüências da interação estratégica entre firmas sob condições de concorrência imperfeita. Segundo o autor, este tipo de abordagem pode ajudar a entender as relações entre o grau de concentração em uma indústria e seu nível de produção e preço.

Apesar destes aspectos, a teoria neoclássica é muito criticada por não tratar da forma como a produção é organizada dentro da firma, não considerando como os conflitos entre os proprietários, gerentes, trabalhadores e consumidores são resolvidos e como a meta de maximização de lucro é alcançada (CASTRO, 2004).

Diferentemente das abordagens clássica e neoclássica, Schumpeter (1961), membro da escola do Pensamento Econômico Contemporâneo, coloca a inovação como o principal determinante do crescimento e dos ciclos econômicos. Enquanto Keynes (1973) acreditava que o capitalismo achava-se intrinsecamente ameaçado pela possibilidade de estagnação, Schumpeter acreditava que o capitalismo era intrinsecamente dinâmico e orientado para o crescimento e que, portanto, não havia necessidade do governo interferir de forma permanente na economia.

A grande contribuição de Schumpeter (1949) foi destacar o papel da inovação tecnológica no rompimento do estado estacionário da economia. Neste sentido, as inovações são fruto do trabalho de empreendedores na busca pelo lucro - sem a inovação o lucro seria igual a zero. Porém, os lucros gerados pela inovação tendem a

atrair muitos imitadores e, assim, anular a vantagem inicial gerada pela inovação (CASTRO; PEDROZO; DIAS, 2003).

Nos estudos de Schumpeter, a inovação é considerada um desvio do comportamento rotineiro e, portanto, perturbadora de um suposto equilíbrio. Assim, o desenvolvimento entre um ponto de equilíbrio e outro estaria baseado na inovação tecnológica e seria a origem do lucro, quebrando a concorrência perfeita e reconfigurando a estrutura produtiva.

Influenciados pelas idéias de Schumpeter, diversos outros autores passaram a considerar a tecnologia como aspecto fundamental para explicar o desenvolvimento econômico da sociedade atual. Merecem destaque os trabalhos dos autores evolucionários (ou neo-schumpeterianos - como muitas vezes são chamados), como: Nelson e Winter (1982), Freeman (1982), Dosi (1984) e Pérez (1986).

O princípio básico dos teóricos evolucionários está no processo de busca, seleção e adoção de inovações em processos e produtos que são submetidos à seleção inerente à concorrência de mercado. Por isso, estes autores destacam a importância de se considerar o desequilíbrio como aspecto fundamental, já que não existe uma racionalidade universal baseada em critérios de maximização por parte dos agentes econômicos. O que há na verdade é um processo incerto e dependente dos caminhos que estes agentes vão assumindo no mercado. Daí se conclui porque uma empresa pode ser mais bem sucedida que sua “concorrente”.

Na Teoria Evolucionária persiste a hipótese de busca de lucro ou esforço motivado pelo lucro, mas certamente não de maximização de lucro. Há uma distinção entre o comportamento rotineiro (regra) e ações particulares que poderão ou não obter êxito no mercado. Seus autores destacam o papel da firma ativista como geradora de assimetrias, podendo modificar a demanda de seus produtos, engajando no desenvolvimento de novas tecnologias, melhor que meramente reagindo às mudanças nas condições de mercado. Os mecanismos gerados por esta estrutura dinâmica da inovação suportam e direcionam a formação de trajetórias tecnológicas (DOSI, 1988).

A assimetria gerada pelo desenvolvimento de um novo produto e/ou tecnologia (melhorando a qualidade, rapidez, flexibilidade, confiabilidade e/ou reduzindo custos)

por uma empresa, submetida com sucesso ao mercado, proporcionará a esta empresa um período de lucros acima da média. Estes lucros tenderão a se reduzir à medida que outras empresas entrarem no mesmo segmento de mercado com tecnologias/produtos similares ou superiores. Isto fará com que novas assimetrias sejam buscadas pelas empresas com vistas à melhoria da rentabilidade e/ou aumento da participação de mercado. Quanto maior for a capacidade da empresa em gerar assimetrias valorizadas pelo mercado, maior será sua capacidade competitiva.

Somente a inovação é capaz de ligar a tecnologia à competitividade. O processo que ocorre dentro da empresa consiste em dominar as tecnologias para apoiar a capacidade de inovar e na seqüência realizar a inovação para construir a competitividade, através da sua aplicação às necessidades de mercado (RIBAULT; MARTINET; LEBIDOIS, 1995).

A tecnologia, para ser considerada um recurso estratégico, deve ser difícil de ser substituída, deve agregar valor percebido pelos compradores e ter difícil mobilidade. Como as inovações tecnológicas surgem das firmas para gerar assimetria de mercado, o progresso técnico passa a ser observado como uma variável endógena ao desenvolvimento econômico (HEERTJE, 1977).

Um forte impulso à inovação deriva da ruptura (parcial ou total) de paradigmas tecnológicos vigentes, motivados por mudanças ambientais bruscas, como o estabelecimento de um novo padrão de concorrência ou de consumo, o que implica na formação de novas trajetórias com características e dimensões completamente novas (PORTER, 1989).

Assim, ao focar a questão da seleção de formas organizacionais mais eficientes, a teoria evolucionária fornece subsídios ao entendimento do processo de coordenação das atividades de um determinado segmento, principalmente quando há maior incerteza no ambiente e a tecnologia passa a ser fator primordial na geração de assimetrias no mercado.

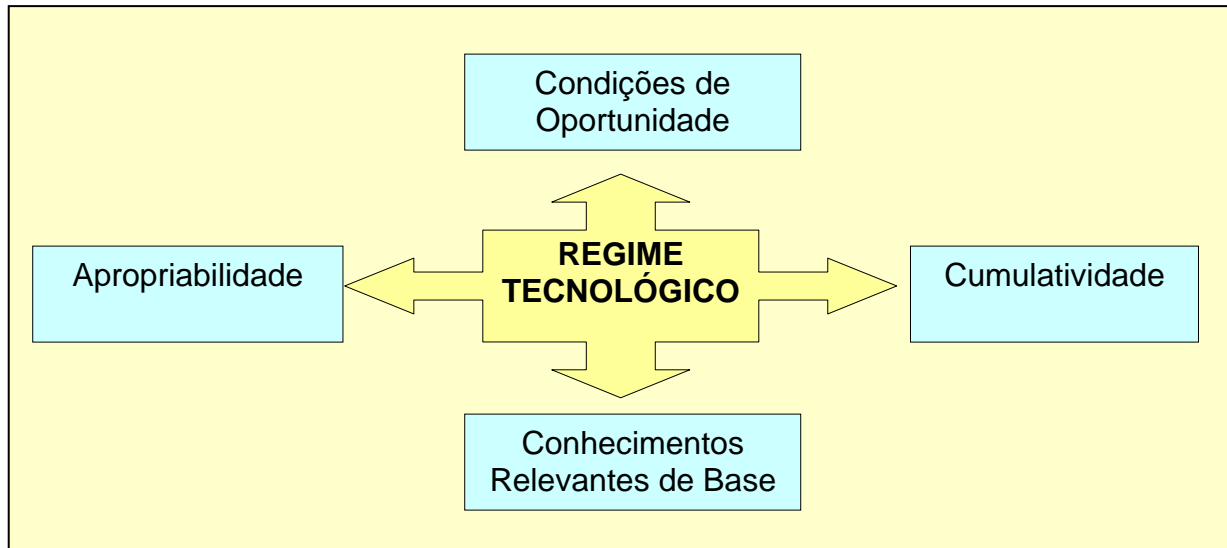
Dosi (1984) dá uma importante contribuição para o entendimento da dinâmica dos mercados através da interação da estrutura setorial com a estratégia organizacional e suas trajetórias. Para o autor, toda a estratégia tem a intenção de mudar a estrutura a

seu favor, mas é também influenciada pela estrutura existente. Dosi identifica quatro dimensões das estratégias (surgimento das oportunidades inovativas, apropriabilidade dos frutos da inovação, cumulatividade e o caráter tácito e idiossincrático da tecnologia), que guardam semelhanças importantes com os fatores que influenciam a determinação do regime tecnológico, definidos por Nelson e Winter (1982). Apresenta-se a seguir, a síntese realizada por Malerba e Orsenigo (1996) sobre os fatores que interagem e definem o regime tecnológico:

- a) *condições de oportunidade*: dependendo do nível de oportunidade, poderá representar um alto ou baixo incentivo à inovação. A oportunidade pode ser gerada tanto internamente, através de atividades de P&D, quanto por meio de desenvolvimentos de agentes externos, como fornecedores de máquinas e equipamentos, por exemplo. As condições de oportunidade podem ter alta ou baixa penetrabilidade, ou seja, novos conhecimentos podem (ou não) ser aplicados para vários produtos e mercados;
- b) *condições de apropriabilidade*: refere-se à possibilidade de proteger (ou não) as inovações das imitações. A proteção à atividade inovativa pode se dar através de patentes, segredos industriais e controle de ativos complementares, dentre outros mecanismos;
- c) *cumulatividade*: significa que as atividades inovativas de uma empresa hoje podem criar barreiras de acesso à tecnologia para outras empresas no futuro. No nível tecnológico e individual, a cumulatividade está relacionada às características específicas da tecnologia e à natureza cognitiva do processo de aprendizagem. No nível organizacional, está relacionada com a organização do processo inovativo, como laboratórios de P&D. No nível da firma, a cumulatividade pode ser resultado do montante de recursos investidos;
- d) *conhecimento de base*: refere-se às características fundamentais do conhecimento, como o grau de “tacidez” (local ou universal) e o grau de complexidade deste conhecimento (integração de várias disciplinas e capacidades, por exemplo).



Apresenta-se na Figura 1, de forma esquemática, os fatores que interagem e definem o regime tecnológico.



**Figura 1:** Fatores que interagem e definem o regime tecnológico

**Fonte:** Baseado em Malerba e Orsenigo (1996)

A natureza do regime tecnológico afeta o padrão específico da atividade inovativa no âmbito setorial. A alta concentração de atividade inovativa, por exemplo, está relacionada à alta oportunidade, apropriabilidade e condições de cumulatividade (MALERBA; ORSENIGO, 1996). A facilidade de entrada de novos inovadores está associada à alta oportunidade e baixa condição de cumulatividade

Dependendo do conjunto específico de competências e ativos complementares de uma firma e da forma em que a atividade inovativa está organizada, ela poderá ter uma estratégia de inovação mais radical, incremental ou imitativa. Por sua vez, a estratégia organizacional também poderá influenciar o desenvolvimento de competências e a organização da atividade inovativa.

A evolução das estruturas de mercado é determinada pela interação entre dois fatores principais (CANUTO, 1992):

- a) *condições estruturais*: assimetrias tecnológicas e não-tecnológicas que demarcam as possibilidades decisórias das firmas quanto às estratégias de ocupação de mercados e ao esforço de modificação das próprias condições estruturais;
- b) *estratégias selecionadas*: refere-se aos caminhos escolhidos dentro de seus leques de possibilidades e os conseqüentes resultados.

Neste sentido, “[...] os distintos graus de oportunidade e apropriabilidade tecnológica em paradigmas vigentes, assim como a distribuição de capacidades tecnológicas entre as firmas, configuram diferentes padrões de evolução possível nas diversas estruturas de mercado [...]” (CANUTO, 1992, p.31). Assim, quanto maiores as assimetrias nas capacidades tecnológicas, mais a inovação do lado do produtor tenderá a se dar por seleção e crescente ocupação de mercado, e menos pelo aprendizado imitativo.

Na seção seguinte, busca-se aprofundar um pouco mais o entendimento das atividades de inovação que ocorrem nos centros de pesquisa e desenvolvimento, procurando estabelecer as semelhanças e diferenças entre os financiamentos públicos e privados destes centros de inovação.

## **2.2 A ATIVIDADE DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO (P&D)**

As atividades de P&D são armas competitivas importantes no atual estágio de dinamismo do modelo capitalista (NELSON; WINTER, 1982). Desta forma, as firmas devem ser entendidas como dinâmicas e capazes de modificar a demanda de seus produtos, sem simplesmente reagir às modificações das condições de mercado.

Os esforços despendidos em atividades de P&D têm como razão principal a possibilidade de obter lucros acima da média. Embora a idéia de maximização de lucro seja criticada pelos teóricos evolucionários, percebe-se que há um esforço dirigido ao

lucro (no caso de empresas privadas) ou ao bem estar da sociedade (no caso das empresas públicas).

Dependendo da abordagem que se toma por base, a inovação tecnológica pode ter diferentes origens. Na década de 1940, se destaca a visão de *science push* em que se considerava que a pesquisa científica seguia um modelo linear que gerava desenvolvimentos tecnológicos que levavam à produção industrial para a posterior comercialização dos produtos da inovação. Na década de 1960 foi proposto o modelo *demand pull* que considerava que o processo inovativo era gerado pela percepção de uma necessidade ou demanda do mercado (CAMPANÁRIO, 2002).

As duas abordagens estão sujeitas à crítica. Na primeira abordagem, observa-se que os processos de crescimento, variações na distribuição de renda, preços relativos e outros fatores distorcem esta linearidade em que o conhecimento gera inovação. Pela segunda abordagem, percebe-se uma espontaneidade e passividade de geração de inovação, em que as mudanças tecnológicas reagem mecanicamente às mudanças de mercado, o que não existe na prática. Estas abordagens simplificadoras deixam de considerar, por exemplo, as incertezas, os fatores sistêmicos e os interesses, capacitações e expectativas dos Centros de P&D, o que torna o processo de inovação tecnológica muito mais complexo.

O modelo mais aceito atualmente é o divulgado pela OECD (*Organization for Economic Cooperation and Development*), denominado *chain-linked*, em que “as repetidas interações e retroalimentações que caracterizam o processo de inovação são representadas em torno da atividade de *design*, ou projeto, tomada como atividade aglutinante da nova tecnologia” (CAMPANÁRIO, 2002, p. 2). Assim, “[...] uma inovação científica e tecnológica consiste, basicamente, na transformação de uma idéia em produto novo ou aperfeiçoado, introduzido com sucesso no mercado”.

Conforme discutido na seção anterior, os resultados dos esforços dos centros de P&D (sejam eles públicos ou privados) são submetidos aos mecanismos evolucionários de crivo de mercado (NELSON; WINTER, 1982).

De um modo geral, os esforços de P&D podem ser agrupados em 3 categorias (FREEMAN, 1982):

- a) pesquisa básica: trabalho criativo realizado para ampliar o estoque de conhecimento científico. Este esforço não é direcionado a um objetivo específico ou prático. Algumas vezes se distingue a pesquisa básica pura da pesquisa básica estratégica ou orientada que se diferencia por apresentar ou um potencial científico, econômico ou social, com é o caso da biotecnologia.
- b) pesquisa aplicada: pesquisa original dirigida a um alvo prático ou objetivo pré-determinado. Pode representar a articulação da pesquisa básica com sua forma prática;
- c) desenvolvimento experimental: representa o uso do conhecimento científico para produzir novos produtos ou materiais, dispositivos, processos, sistemas ou serviços melhorados substancialmente.

Estas atividades são distintas das atividades não inovadoras, como: provisão de informações científicas e tecnológicas, coleção de dados de propósitos gerais, testes e padronizações, cuidados médicos especializados, trabalho administrativo/legal com patentes e licenças, dentre outros (FREEMAN, 1982). Da mesma forma, há diferenças no padrão de inovação de acordo com o ciclo de vida das tecnologias.

A seguir, apresenta-se uma tipologia do ciclo de vida das tecnologias que pode ser traduzida em três estágios (UTTEBACK, 1994), conforme segue:

- a) estágio 1: a taxa de inovação do produto é a mais alta e as tecnologias de produto e processo são mais gerais e passam por mudanças freqüentes. Neste estágio há maior taxa de inovação em produto que em processo;
- b) estágio 2: a taxa de inovações importantes em produtos se reduz e a taxa de inovação em processos produtivos se acelera. Neste estágio começa haver uma certa padronização de produtos e o surgimento de um projeto dominante, de acordo com a aceitação do mercado;
- c) estágio 3: a taxa de inovação, tanto em produtos quanto em processos, se reduz bastante, aparecendo apenas de forma incremental. Neste estágio o segmento indústria passa a ser focado em custos, volume e capacidade de produção.

Anderson e Tushman (1990) apresentam um modelo de ciclo de mudanças tecnológicas que, em essência, guardam uma forte semelhança com a tipologia de Utteback (1994). Os autores afirmam que descontinuidades tecnológicas surgem em períodos de “fermentação” e são encerrados com o surgimento de um projeto dominante. Neste caso, as variações geradas pela descontinuidade tecnológica concorrem entre si para substituir a tecnologia até então dominante, até que surja um novo projeto dominante.

Estas tipologias reforçam os princípios evolucionários de busca, seleção e adoção de inovações tecnológicas, de acordo com o crivo do mercado, mas podem ser mais marcantes e reveladoras em um determinado setor que em outros, dependendo inclusive do grau de atividade de P&D.

Além das atividades internas de P&D, autores como Cutler (1991) e Vasconcellos e Andrade (1996), destacam as fontes externas de aquisição de tecnologia como: licenciamento, consórcio, contrato e parcerias em P&D, aquisição de empresa, *joint venture*, contratação de especialistas, compra de equipamentos e insumos, monitoramento e inteligência tecnológica.

De um modo geral há uma diferença entre a invenção e a inovação. Clark (1985), baseado em Freeman e Schumpeter, considera que invenção é uma idéia, esboço ou um modelo para um dispositivo, produto, processo ou sistema novo ou melhorado. Já a inovação é a primeira transação comercial envolvendo o novo produto, processo, dispositivo ou sistema. A inovação é passível de patenteamento, o que estabelece um direito de explorar de forma exclusiva uma particular invenção. A inovação patenteada pode permitir um comércio de licenças para exploração econômica. Conforme reconhece os autores, o processo que vai da invenção à inovação é longo e complexo. Muitas vezes uma inovação original é alvo de contínuas adaptações e melhorias ao longo do tempo, o que pode levar a aumentos maiores de produtividade que a inovação original.

Pode também ser estabelecida uma diferença entre a inovação de produto e de processo. A inovação em produto é muitas vezes associada com uma fase econômica expansiva em que novas tecnologias foram descobertas e novas demandas

identificadas. No caso da inovação em processos, muitas vezes esta oferece uma nova possibilidade de reduzir os custos de produção e possibilitar o rompimento com a estagnação da demanda. Novos produtos podem requerer novos processos para serem produzidos, da mesma forma que novos processos podem mudar as características do produto final (CLARK, 1985).

Em determinadas indústrias, uma firma que não introduz novos produtos ou processos não pode sobreviver (como é o caso das indústrias química e eletrônica), porque seus competidores arrebatam o mercado com inovações de produtos, ou fabricando produtos padrões mais baratos com novos processos. Mesmo as firmas que não desejam ser inovadoras ofensivas, dificilmente poderão deixar de se tornar inovadoras defensivas ou imitadoras, conforme classificação das estratégias de inovação de Freeman (1975), apresentada a seguir:

- a) estratégia ofensiva: é aquela que pretende conseguir a liderança técnica e de mercado, colocando-se à frente de seus competidores na introdução de novos produtos no mercado. Esta estratégia deve basear-se em uma forte atividade de P&D independente, ou uma exploração muito mais ágil das novas possibilidades ou uma combinação destas duas. Nesta estratégia, o centro de P&D da empresa é chave para gerar informação técnica e científica. As firmas que usam desta estratégia tendem a atribuir muita importância à proteção por meio de patentes para que possa usufruir os benefícios como monopolista e poder ressarcir-se dos custos com as atividades de P&D;
- b) estratégia inovadora defensiva: da mesma forma que a estratégia ofensiva, somente uma pequena minoria de firmas são capazes de seguir com esta estratégia de forma continuada por um longo período de tempo. O inovador defensivo não deseja ser o primeiro do mundo, mas também não deseja ficar para trás da mudança técnica. As firmas que utilizam esta estratégia não desejam assumir os altos riscos da estratégia ofensiva, entretanto aproveita-se dos erros dos primeiros inovadores e de sua abertura de mercado. O inovador defensivo não deseja fazer cópias fiéis, mas melhorar os projetos através de suas capacitações técnicas;

- c) estratégias imitativas e dependentes: a firma imitativa não aspira ultrapassar as demais no processo inovativo, nem mesmo manter-se neste jogo, se contentando em seguir atrás dos líderes em tecnologias estabelecidas. O atraso em relação aos líderes poderá variar, assim como a necessidade de adquirir licenças e *know how*. Em economias de rápido crescimento, estas firmas podem aspirar converter-se em inovadoras defensivas. O imitador pode desfrutar de vantagens gerenciais e de custos muito mais baixos, como resultado dos baixos investimentos em P&D, patentes e formação profissional. A firma dependente aceita o papel de subordinação em relação às outras firmas mais fortes. Tipicamente as firmas dependentes perdem toda a iniciativa de projeção de produtos que carecem de instalações de P&D;
- d) estratégias tradicionais e oportunistas: a firma tradicional se diferencia da firma dependente pela freqüência na mudança de seus produtos. Enquanto as firmas dependentes podem mudar freqüentemente seus produtos por uma demanda externa, as firmas tradicionais não vêem razões para mudar seus produtos. Os insumos científicos são mínimos ou nulos nas firmas tradicionais. A estratégia oportunista, ou de nicho, pode ser vista nos casos em que o empresário identifica alguma nova oportunidade no mercado altamente mutável e que pode não exigir atividades de P&D interno ou um projeto complexo.

No Quadro 1 apresenta-se uma visão global das estratégias e funções científicas e técnicas dentro das empresas.

A grande maioria das firmas, incluindo as empresas que um dia foram inovadoras ofensivas, segue uma estratégia diferente, dependendo da etapa do ciclo de vida dos produtos: uns novos, outros recém estabelecidos e outros já na fase da obsolescência (FREEMAN, 1975). É importante destacar que as categorias apresentadas não são formas puras, mas que se sobrepõem entre si.

**Quadro 1:** Grau de atividade das funções científicas e técnicas dentro da empresa de acordo com suas estratégias

Funções Científicas e Técnicas Dentro da Empresa	Estratégias					
	Ofensiva	Defensiva	Imitativa	Dependente	Tradicional	Oportunista
Pesquisa Básica	4	2	1	1	1	1
Pesquisa Aplicada	5	3	2	1	1	1
Desenvolvimento Experimental	5	5	3	2	1	1
Engenharia de Projeto	5	5	4	3	1	1
Engenharia de Produção e Controle de Qualidade	4	4	5	5	5	1
Serviços Técnicos	5	3	2	1	1	1
Patentes	5	4	2	1	1	1
Informação Científica e Tecnológica	4	5	5	3	1	5
Educação e Informação	5	4	3	3	1	1
Previsão de Longo Prazo e Planejamento de produtos	5	4	3	2	1	5

**Fonte:** Adaptado de Freeman (1975)

Obs.: A escala de 1 a 5 indica o grau de atividade, que vai de muito fraca ou inexistente (1) até muito forte (5)

Além das forças tipicamente tecnológicas, a atividade de P&D está sujeita a forças não-tecnológicas (LEE *et al.*, 1995), conforme segue:

- a) forças organizacionais: são internas à organização e se referem à forma com que ela reage à mudança tecnológica, devido as incertezas, conflitos e decisões sobre os investimentos em P&D;



- b) forças sócio-políticas: estão relacionadas à cultura, crenças e valores e poder político. Estas forças podem afetar a política e decisões comerciais, que em última instância afetam as regras e os custos dos empreendimentos;
- c) forças econômicas ou incentivos: são as forças de oferta e demanda que incluem custos, riscos e eficiência (principalmente escala).

Há ainda os ativos complementares que influenciam as decisões de inovação tecnológica, como é o caso da capacidade de produção, dos canais de distribuição, da imagem da marca, e outros fatores (LEE *et al.*, 1995).

Além do modelo de Lee *et al.* (1995), existem outros que tratam dos fatores, inclusive externos, que podem interferir nas atividades de P&D. Moraes e Melo (1996) também apresentam uma coletânea de modelos que, apesar de serem organizados de formas diferentes, têm pontos complementares e em comum.

Em países subdesenvolvidos, muitas vezes o Estado é chamado a realizar investimentos em P&D para criar infra-estruturas adequadas e diminuir as incertezas, de forma que a política econômica se mescla com a política para a Ciência e Tecnologia (C&T).

O rumo da desigualdade do sistema mundial de investigação e inovação é tão grande, que chega a se constituir em um perigo para o futuro da sociedade humana, já que a grande maioria da atividade de P&D (e geração de patentes) mundial se realiza em países industrializados. De qualquer forma, a profissionalização do processo de P&D foi uma das mudanças mais significativas na indústria do século XX, e que modificou profundamente os padrões de conduta das empresas (FREEMAN, 1975).

Nelson (1992) também corrobora com a proposição de Freeman, afirmando que desde o surgimento e crescimento da atividade de P&D, esta tem se tornado a principal fonte de projetos, resolução de problemas e desenvolvimento de trabalhos que originam em novos produtos e processos nas indústrias. Os inventores individuais *free-lance* têm cumprido um papel secundário neste processo, já que cada vez mais se torna importante o acesso a equipamentos especiais e/ou grupos de trabalho e mais difícil a

simples aplicação criativa dos conhecimentos já existentes. Até mesmo a contratação de laboratórios de P&D pode não ser uma boa alternativa para empresas que precisam de proteção por meio de patentes. Nestes casos, a atividade de P&D internalizada na empresa, além de permitir uma comunicação maior com a linha de produção, pode proteger melhor a empresa contra a imitação.

Um aprofundamento no processo de gestão de P&D nos centros geradores e as nuances dos conhecimentos públicos e privados, podem ser observados nas subseções seguintes.

### **2.2.1 GESTÃO DA TECNOLOGIA EM CENTROS DE P&D**

Nesta subseção são analisados três aspectos da gestão da tecnologia em centros de P&D, quais sejam: planejamento estratégico de tecnologia, capacidade tecnológica e gestão de projetos de P&D.

Zawislack, Nascimento e Graziadio (1998, p. 31) afirmam que “[...] gestão da inovação é a gestão de todos os conhecimentos, internos ou externos, em estoque ou em criação (criatividade)”. Os autores apresentam um roteiro de gestão de tecnologia (seja ela nascente, paradigmática ou estabilizada<sup>2</sup>) que possibilita organizar a atividade de resolução de problemas e garantir a eficiência do esforço de inovação, conforme segue:

- a) formação de times de solução de problemas: objetivo de integrar pessoas num processo sinérgico de geração de novos conhecimentos;
- b) mapeamento do ambiente externo: objetivo de ver o que já existe e o que está por surgir, levantando as ameaças e oportunidades tecnológicas e assim, construindo canais de informação com o mundo externo;

---

<sup>2</sup> Tecnologia nascente é aquela que requer alto esforço de inovação, realizado por meio da atividade de P&D. A tecnologia paradigmática é aquela que está em processo de difusão e que evolui a cada adaptação realizada pelo usuário. Neste caso a inovação é incremental. Já a tecnologia estabilizada possui um conteúdo amplamente dominado, com poucos problemas, mas que pode levar à obsolescência se não for utilizada a criatividade (ZAWISLACK; NASCIMENTO; GRAZIADIO, 1998).

- c) mapeamento da atividade de resolução de problemas: objetivo de conhecer em detalhes o processo (formal ou informal) de modificação da tecnologia e solução de problemas, desde a percepção até a interpretação, busca e aplicação da solução;
- d) projeto: com base nas informações, conhecimentos, criatividade e planejamento, programa-se a execução do projeto, envolvendo os objetivos, metas, papéis dos participantes, cronograma e orçamento, necessários para a otimização da atividade de inovação.

Uma síntese das características dos tipos de gestão e das tecnologias pode ser observada no Quadro 2.

**Quadro 2:** Características da gestão da inovação

<b>Tipo de Tecnologia</b>	<b>Quantidade de Problemas</b>	<b>Trajatória Tecnológica</b>	<b>Suporte para a Decisão</b>	<b>Capacidade Tecnológica</b>	<b>Gestão da Inovação</b>
Nascente	Enorme	Baseada em ciência	P&D	Avançada	Gestão de projetos
Paradigmática	Grande	Intensiva em processos	Engenharia	Intermediária	Gestão da tecnologia
Estabilizada	Pequena	Dependente dos fornecedores	Atividade de resolução de problemas	Básica	Gestão de pessoas e problemas

**Fonte:** Adaptado de Zawislack, Nascimento e Graziadio (1998)

Apesar do roteiro de gestão de tecnologia ser importante, o que proporciona eficiência aos projetos é o Planejamento Estratégico de Tecnologia (PET), que busca conduzir a empresa (seja ela inovadora, imitadora ou seguidora) a realizar a atividade de P&D (ZAWISLACK; NASCIMENTO; GRAZIADIO, 1998).

O processo de formulação da estratégia de inovação pode ser dividido em cinco fases (SAUBER; TSCHIRKY, 2004). A primeira fase, chamada de “caseira”, consiste na revisão do portfólio de inovações e identificação das oportunidades tecnológicas e de negócios. Na segunda fase estas oportunidades são avaliadas e na terceira fase os objetivos estratégicos são determinados. Na quarta fase, a arquitetura de inovação é re-projetada e na última fase a estratégia de inovação é formulada, incluindo negócios, tecnologia e inovação organizacional. Para os autores, a formulação da estratégia de inovação da próxima geração otimiza condições para o desenvolvimento de inovação, o que leva à vantagem competitiva.

No entanto, vários problemas ou dificuldades podem surgir no processo de PET. Em um estudo utilizando a técnica *Delphi* com especialistas em gestão de tecnologia, da indústria e da academia, Scott (2001) identificou que o principal problema apontado por especialistas foi o planejamento estratégico para produtos tecnológicos. Como sub problemas o autor identificou a grande importância da ligação entre a estratégia tecnológica e a estratégia corporativa das empresas e a ligação entre o planejamento estratégico de P&D e o planejamento do desenvolvimento de produtos nas unidades de negócio.

Inspirados no planejamento estratégico corporativo, Zawislack, Nascimento e Graziadio (1998), subdividem o PET em fases, apresentadas a seguir:

- a) fase 1 - definição do problema por resolver/prever: identificação dos tipos de problemas (rotineiros ou não) e as medidas a serem tomadas, observando causas, conseqüências e freqüência com que eles ocorrem;
- b) fase 2 - mapeamento do ambiente externo: posicionamento da tecnologia no mercado concorrencial;
- c) fase 3 - mapeamento da capacidade tecnológica: identificação da capacidade de resolver ou prever problemas, definindo quais a empresa pode resolver e quais precisa de auxílio externo;
- d) fase 4 - transformação das informações externas e internas: processo de solução ou previsão de problemas;

- e) fase 5 - definição da estratégia tecnológica: a partir da relação entre estratégia de negócios e a estratégia tecnológica, define-se sua postura estratégica de acordo com suas necessidades e potencialidades;
- f) fase 6 - elaboração de projeto: esta fase pressupõe o uso de métodos específicos, cronograma e orçamento, desde a fase da idéia inicial até a implantação e avaliação do projeto.

Para se mapear a capacidade tecnológica (fase 3), Lall (1992) sugere a seguinte tipologia: capacidade tecnológica básica (voltada à sobrevivência em ambientes dinâmicos); capacidade tecnológica intermediária (voltado para a melhoria dos processos e produtos já existentes); e capacidade tecnológica avançada (voltada à criação de algo novo, geralmente em departamentos ou centros de P&D). É importante destacar que a capacidade tecnológica pode se cumultativa, ou seja, ao desenvolver e acumular conhecimentos e habilidades, ela poderá passar de uma capacidade tecnológica básica para uma capacidade tecnológica intermediária ou avançada. Em seus estudos, Viegas e Fracasso (1998) aplicaram conceitos de capacidade tecnológica para buscar entender um determinado setor ou empresa.

Estudos, como Fransman (1984) e Lall (1982), estabelecem relações entre a capacidade tecnológica das empresas com a capacidade do país, destacando a diferença entre *know-how* (que pode levar à baixa capacidade de inovação) e *know-why* (que pode levar a uma alta capacidade de inovação).

A capacidade tecnológica de um país pode envolver diferentes atividades como: busca e seleção de tecnologias existentes, domínio da tecnologia de transformação de insumos em produtos, adaptação de tecnologias para condições de produção específicas, desenvolvimentos futuros de tecnologia como resultados de inovações menores, busca institucionalizada de mais inovações importantes, com o desenvolvimento de estruturas de P&D e condução de pesquisa básica. Estas duas últimas formas de capacidade representam (normalmente) atividades de inovação mais complexas e custosas (FRANSMAN, 1984).

Com o diagnóstico da capacidade tecnológica e do ambiente econômico é possível contextualizar melhor a estratégia a ser assumida pela empresa, conforme classificação de Freeman (1975), apresentada anteriormente. A capacidade tecnológica e a estratégia adotada pela empresa poderão culminar na forma de definição e gerenciamento dos projetos ou esforços de inovação.

O gerenciamento de projetos está evoluindo rapidamente. Percebe-se que no gerenciamento tradicional de projetos o foco está, tipicamente, em desempenho operacional, eficiência e cumprimento de prazos e orçamentos (SHENHAR, 2004). Atualmente, com o dinamismo do ambiente de negócios e competição global, o foco passa a ser a criação de vantagem competitiva sustentável no mercado. Esta abordagem é particularmente importante para os projetos estratégicos, principalmente aqueles que envolvem atividades de P&D.

Neste sentido, é importante que se leve em consideração outros fatores na avaliação da efetividade dos projetos e seus impactos sobre os consumidores e sobre o desenvolvimento da organização (LIPOVETSKY *et al.*, 1997). Para fundamentar seus estudos, Lipovetsky *et al.* (1997) analisaram 110 projetos de defesa em Israel, questionando três diferentes *stakeholders*, o consumidor, a organização que estava desenvolvendo o projeto e o órgão de coordenação do ministério da defesa. Nesta avaliação os benefícios para o consumidor apareceram como dimensão mais importante para o sucesso do projeto.

Embora o estudo anterior não tenha sido específico para projetos de P&D, diversos outros autores incluíram estes aspectos em seus estudos de casos de inovação, como é o caso de Elias, Cavana e Jackson (2002) e Shenhar *et al.* (2002). Estes autores chamam a atenção para a análise dos interesses dos *stakeholders* em projetos de P&D, afirmando que são fundamentais para o sucesso do projeto.

Shenhar *et al.* (2002) fazem críticas à subjetividade e falta de uso de medidas concretas para a avaliação dos projetos e propõem o uso de uma abordagem multicritério e uso de estatística multivariada como método de análise. Dentre suas conclusões, os autores observaram que projetos de alta incerteza tecnológica devem ser gerenciados diferentemente dos projetos de baixa incerteza e projetos de alto

escopo também devem ser gerenciados de forma diferenciada. Outros autores também se utilizam de técnicas quantitativas na avaliação de projetos de P&D, como é o caso de Messica e David (2000), que analisaram padrões ótimos de gastos com P&D.

Chien (2002) alerta para o fato de que a seleção de bons projetos individualmente pode não resultar em um bom portfólio de P&D. Em seu estudo, o autor abordou as inter-relações entre os projetos e propôs uma taxonomia de atributos de portfólios de projetos de P&D: independentes, inter-relacionados e sinérgicos. O processo para seleção e *ranking* de projetos de P&D em portfólios é analisado por Linton *et al.* (2002), que também propõem um método multi-critério para aceitar, considerar futuramente ou rejeitar subgrupos de projetos.

As diferentes formas de analisar a gestão de projetos de P&D não se aplicam, de forma homogênea, para os esforços públicos e privados de inovação. Neste sentido, a seguir analisa-se a questão dos conhecimentos e capacitações públicos e privados de P&D.

### **2.2.2 CONHECIMENTO PÚBLICO E PRIVADO EM P&D**

A diferença básica entre o conhecimento gerado pela atividade pública e privada de P&D, é que a atividade pública é direcionada para capacidades mais gerais das empresas e o conhecimento gerado nas empresas tem um caráter mais individual e tácito em seu processo de aprendizagem. As habilidades necessárias para o desenvolvimento de P&D privado acaba impondo um custo de entrada significativo para as empresas (NELSON, 1992).

Como o processo de geração de conhecimento científico e tecnológico carrega grande incerteza (questão que será aprofundada na seção 2.4) e torna os investimentos muito arriscados, há a necessidade de presença do Estado e de instituições públicas neste processo. As redes dinâmicas, constituídas por instituições públicas e privadas, permitem o financiamento e execução das atividades inovadoras. Desta forma, um sistema de inovação possui os seguintes componentes principais (CAMPANÁRIO, 2002):

- a) agências públicas de fomento, suporte, apoio e execução de P&D;
- b) universidades e os institutos de pesquisa que exercem atividades de P&D e formam capital humano para ser empregado no setor produtivo;
- c) empresas que investem em P&D e na aplicação de novas tecnologias;
- d) programas públicos direcionados a subsidiar a adoção de tecnologia;
- e) leis e regulamentações que definem os direitos de propriedade intelectual.

Nelson (1992) destaca que o conhecimento público proporciona a base para o desenvolvimento de capacidades tecnológicas privadas. As induções à atividade de P&D privada e aos outros custos e riscos dos esforços de inovação estão associadas à vantagem inicial que esta atividade pode trazer para a empresa, levando-a ao monopólio temporário ou mesmo à liderança duradoura. De qualquer forma, os conhecimentos, originalmente privados, torna-se públicos. Para Nelson (1992), os avanços técnicos ocorrem não pela exploração do que é completamente desconhecido, e sim do que é parcialmente desconhecido.

No caso das patentes, observa-se que elas têm impactos diferentes sobre as indústrias. Enquanto em determinadas indústrias a patente tem capacidade de barrar o uso da tecnologia e não permitir a reconstrução ou aprendizagem para implementação, em outras indústrias, a patente não tem um impacto efetivo. Para estas situações, os detalhes contidos nas patentes tornam-se conhecimentos públicos e fornecem informações de como determinadas coisas podem ser feitas de modo mais geral (NELSON, 1992).

O processo de seleção de projetos é um problema crucial no gerenciamento de P&D em organizações públicas que selecionam projetos e distribuem recursos entre estes (FERNANDEZ; LOPEZ; NAVARRO, 2004). No gerenciamento destes tipos de organizações, dois problemas estão muito arraigados: avaliação dos projetos em particular e criação de um portfólio.

Embora haja ferramentas multi-critérios, nenhuma decisão é tomada sem levar em consideração a subjetividade do decisor. Neste sentido, Fernandez, Lopez e



Navarro (2004) propõem uma abordagem integrada que envolve o aumento da participação do alto comando na avaliação do projeto (para se conseguir maior confiança na avaliação destes projetos) e uso de modelos e ferramentas computacionais capazes de refletir prioridades e sugerir portfólios otimizados. Considerando estes fatores, os autores propuseram um algoritmo evolucionário capaz de melhorar, de 14 a 16%, a qualidade do portfólio em comparação com os modelos mais populares, conforme demonstra alguns dos resultados de suas pesquisas.

A importância dada ao conhecimento e inovação, como fator competitivo para as empresas, tem levado as instituições públicas de pesquisa a assumir aspectos econômicos. No entanto, existem várias barreiras para o aprimoramento deste processo, principalmente no que tange a relação entre governo, universidades e empresas (SANTOS *et al.*, 2004).

O governo tem como papel fundamental a ação coordenada entre a estrutura produtiva e a infraestrutura científica e tecnológica do país. Para tanto, ele deve formular políticas e dar suporte aos participantes desta relação. Ao governo cabe, por exemplo, a promulgação de leis que proporcionem melhor relação entre universidades e empresas. No entanto, órgãos brasileiros, como o Instituto de Propriedade Industrial (INPI), que deveriam executar as regras da propriedade intelectual em conjunto com as funções sociais, técnicas, econômicas e jurídicas, passam por uma verdadeira crise (SANTOS, *et al.*, 2004).

Estudos, como os de Garcia e Prochnik (2004), destacam que os institutos públicos brasileiros de pesquisa estão continuamente sob turbulência, com muitos governos não reconhecendo sua importância. Esta turbulência certamente interfere no desenvolvimento das atividades de P&D nestes institutos e dificulta as possibilidades de interação com a iniciativa privada.

O papel das universidades é importante principalmente em países em desenvolvimento, onde a existência predominante de pequenas empresas dificulta maiores investimentos em comparação com os países desenvolvidos. Por outro lado, percebe-se a necessidade das universidades aperfeiçoarem seus sistemas de proteção à propriedade intelectual, como é o caso do Brasil (FRACASSO; BALBINOT, 1996).

De modo geral, pode-se afirmar que a política de inovação nacional brasileira dificulta uma aproximação entre empresas e universidades (SANTOS *et al.*, 2004). Se por um lado as universidades, em seus estatutos, são inflexíveis para suportar mudanças em sua cultura, por outro lado as empresas brasileiras também não possuem uma cultura de inovação. Especialmente as universidades federais têm amplas dificuldades burocráticas nos processos de transferência e comércio de contratos de tecnologia (patentes). Como resultado, o conhecimento gerado nas universidades não pode ser repassado para o setor produtivo e para a sociedade como um todo.

Em relação às empresas privadas brasileiras, observa-se grandes obstáculos para o desenvolvimento da inovação tecnológica. O número de pesquisadores nestas, por exemplo, é bastante reduzido se comparado com outros países. Enquanto a porcentagem de pesquisadores trabalhando em indústrias está acima de 50% na Coreia do Sul e mais de 80% nos Estados Unidos, no Brasil este percentual estava abaixo de 12% em 1997 (SANTOS *et al.*, 2004).

Segundo um estudo da ANPEI de 2004, baseado em dados do IBGE, somente 6,3 % das empresas brasileiras fazem inovações de produtos e, desses, apenas 4% das indústrias com mais de 10 empregados lançam produtos que são novos para o mercado. Das empresas de capital nacional, 67% não dão qualquer importância à inovação e 86% não se interessam nem em importar tecnologias prontas (COUTINHO, 2005). Estes dados atestam a fragilidade do processo de inovação no Brasil.

Conforme se observa, as interações entre governo, universidade e empresa), apesar de fundamentais para o desenvolvimento das atividades de P&D, se mostram ainda frágeis, principalmente em países em desenvolvimento. Mesmo entre os institutos de pesquisa, que poderiam desenvolver trabalhos em conjunto, observa-se uma postura mais competitiva que colaborativa (CASTRO, 2005).

Uma classificação de responsabilidades pública e privada em pesquisa é sugerida por Charles (1994) ao tratar da pesquisa agropecuária na Austrália, conforme se observa no Quadro 3.

**Quadro 3:** Responsabilidade do financiamento da pesquisa agropecuária

Pesquisa Básica	Pesquisa Estratégica ou Pré-Competitiva	Pesquisa Aplicada
<p><b>100% pública</b></p> <p>Justificativa: quase a totalidade do retorno não pode ser apropriado por um financiador privado.</p>	<p><b>70% pública</b> <b>30% privada</b></p> <p>Justificativa: apenas uma pequena parte do retorno pode ser apropriado por um financiador privado.</p>	<p><b>50% pública</b> <b>50% privada ou</b> <b>100% privada</b></p> <p>Justificativa: se parte dos retornos não puderem ser apropriados, busca-se a 1ª estratégia. Nos casos de retornos apropriáveis pelo financiador, busca-se a 2ª estratégia.</p>

**Fonte:** Adaptado de Charles (1994)

Embora possa ser questionável esta divisão de responsabilidades, ela acena para o fato de que os investimentos em pesquisa, que possuem benefícios apropriáveis, podem e devem ser financiados pela iniciativa privada. Nos casos em que estes benefícios não são apropriáveis, os investimentos em pesquisa devem ser realizados pela iniciativa pública.

No caso da pesquisa agrícola, há uma importante alteração do perfil dos investimentos, que tem saído do setor público para o setor privado multinacional, corroborado por três fatores principais: proteção da propriedade intelectual, crescimento da importância da biologia molecular e engenharia genética e a abertura do comércio internacional de insumos e produtos. Estes fatores têm gerado um conjunto de incentivos importantes para investimentos da iniciativa privada, alterando a composição público/privada de aplicação de recursos (PINGALI; TRAXLER, 2002).

Numa tentativa de avaliar a pesquisa desenvolvida em instituições públicas, Coccia (2004) desenvolveu um modelo de medida de desempenho. Usando um grande número de indicadores do ano de 2001 da Itália, o autor criou um macro índice que revela o escore do desempenho. Os resultados mostraram que 22,5% dos laboratórios

caíram da classificação de “instituto de alto desempenho” para “instituto de baixo desempenho”. Este e outros modelos, apesar de sujeitos a críticas, são importantes por possibilitar a criação de indicadores que podem facilitar um melhor gerenciamento das pesquisas, com a redução de custos e aumento da eficiência.

Embora existam esforços de avaliação dos benefícios das pesquisas científicas públicas, há dificuldades de se quantificar a taxa de retorno social dos investimentos quando se produz bens públicos. Em sistemas onde o financiamento público de pesquisas depende do processo político, “o setor público tende a sub ou superinvestir nestes tipos de pesquisas, dependendo do poder dos vários grupos que a defendem” (ANTLE, 1997, p. 336).

Estudos, como os de Griliches e Mairesse (1984), procuraram entender a contribuição dos gastos com P&D privado no próprio desempenho da empresa em termos de produtividade. Baseado em uma vasta análise quantitativa, os autores identificaram que nos Estados Unidos houve uma forte relação entre a produtividade da empresa e seus níveis de investimentos em P&D. Rosemberg (1982) também apresenta uma série de estudos que demonstra o impacto positivo da pesquisa pública e privada sobre o aumento da produtividade.

É importante destacar que os retornos sobre os investimentos realizados em P&D são diferentes entre os países, já que as regras e convenções, componentes do ambiente institucional, podem variar significativamente. Assim, na próxima seção apresenta-se o ambiente institucional e sua influência sobre a atividade econômica.

### **2.3 O AMBIENTE INSTITUCIONAL**

O ambiente institucional é o conjunto fundamental de regras legais, econômicas e políticas que estabelecem a base para a produção, troca e distribuição (DAVIS; NORTH, 1971). O ambiente institucional é composto pelo sistema legal, tradições e costumes, sistema político, regulamentações, política macroeconômica e políticas

setoriais governamentais (FARINA, 2000). Estes aspectos também podem ser chamados de instituições, que são as regras da sociedade ou das organizações que facilitam a coordenação entre as pessoas, ajudando formar as expectativas que cada pessoa pode guardar no tratamento com as demais (RUTTAN; HAYAMI, 1984).

“As instituições consistem em estruturas cognitivas, normativas e regulativas, que provêem estabilidade e significado para o comportamento social” (SCOTT, 1995, p. 33). As instituições se manifestam através da cultura, estrutura e rotinas, operando em múltiplos níveis. A lógica de assumir uma perspectiva institucional é para enfatizar a importância de elementos psicológicos, sociais e políticos no estudo de fenômenos sociais mais gerais e especificamente organizações. Institucionalistas que compartilham desta visão chamam a atenção para o papel dos sistemas de conhecimento, crenças e regras na estrutura e operação de organizações (SCOTT; CHRISTENSEN, 1995).

Bromley (1989) classifica as instituições em dois grupos: convenções e regras. Para o autor, as convenções são particularmente relevantes para situações de coordenação e representa a regularidade no comportamento humano que proporciona ordem e previsibilidade nas relações humanas. As instituições, definidas como regras, são o conjunto de relações ordenadas entre pessoas, na qual são definidos seus direitos, os direitos dos outros, privilégios e responsabilidades. Estas regras de funcionamento podem estar em consonância com as do resto do mundo e/ou com a natureza interna das organizações.

Com visão um pouco diferente, Geels (2004) considera que as instituições não apenas proporcionam estabilidade. Para o autor, as instituições podem ser usadas para entender o jogo dinâmico entre os atores e as estruturas.

Os termos instituição e ambiente institucional aparecem na literatura com focos diferentes. Algumas vezes o termo instituição aparece como fazendo parte do ambiente institucional mais geral, outras vezes até como sinônimo de organização ou unidade econômica. Dependendo da natureza do estudo das instituições, o foco pode ir desde as regras de comportamento interno das organizações até as regras de funcionamento do sistema econômico como um todo. Neste estudo, as instituições devem ser

entendidas numa perspectiva mais regulativa e normativa e menos cognitiva, conforme classificação baseada em Scott e Christensen (1995), apresentada no Quadro 4.

**Quadro 4:** Perspectivas institucionais e seus elementos

Elementos	Perspectivas		
	Regulativa	Normativa	Cognitiva
<b>Cultura</b>	Regras Leis	Valores Expectativas	Categorias Tipificações
<b>Estrutura</b>	Sistemas de governança Sistemas de poder	Regime Sistema de autoridade	Isoformismo estrutural Identidades
<b>Rotina</b>	Concordância Obediência	Conformidade Desempenho de obrigações	Programas de desempenho

**Fonte:** Adaptado de Scott e Christensen (1995).

As instituições, vistas como um sistema regulatório, assumem que atores individuais ou coletivos perseguem seus auto-interesses, que podem ser diferentes, gerando conflitos. Estes interesses conflitantes, que devem ser resolvidos, justificam o aparecimento de regras e leis. As instituições, ou regras, muitas vezes são estabelecidas por um ator poderoso ou por uma coalizão de atores que definem regras que privilegiam seus próprios interesses. Este mecanismo de controle institucional primário é enfatizado principalmente pelos novos economistas institucionais que desenvolvem estudos sobre a economia dos custos de transação. Para estes teóricos, quanto mais obscuras as regras do jogo econômico, maiores serão as incertezas e, conseqüentemente, maiores os custos de transação (WILLIAMSON, 1996).

Na perspectiva normativa, há ênfase nas crenças morais e obrigações internalizadas, como a base para a ordem e o significado social (SCOTT; CHRISTENSEN, 1995). Nesta concepção, o comportamento dos atores não é guiado pelo auto-interesse, mas por padrões de conduta. Ao invés de coerção, o mecanismo

institucional principal é o processo normativo. Desta forma, o comportamento individual é fortemente influenciado por normas e valores coletivos, restringindo as escolhas individuais.

Esta perspectiva tem proeminência nos estudos de sociólogos como Parsons e Selznick. Parsons desenvolveu uma abordagem institucional-cultural ao analisar as formas pelas quais o sistema de valores das organizações foram legitimados por sua conexão com os valores e normas institucionais da sociedade. Selznick, por sua vez, observou alguns processos institucionais relacionados intimamente com a cultura (ideologia organizacional, por exemplo) e outros processos submersos em estruturas, em laços informais e relações cooptativas dentro e entre organizações (SCOTT; CHRISTENSEN, 1995).

Na concepção cognitiva, as instituições têm múltiplas raízes: na psicologia social, antropologia, ciência política e sociologia. Nesta perspectiva, os atores são construções sociais que variam em tempo e são definidos por regras culturais. Antropólogos e sociólogos enfatizam especialmente as regras constitutivas que são parte do sistema cultural. Na perspectiva cognitiva, mais que coleções de normas, as instituições são sistemas de conhecimento. Sistemas cognitivos controlam o comportamento por controlarem a concepção dos indivíduos (SCOTT; CHRISTENSEN, 1995). A economia evolucionária de Nelson e Winter também enfatiza a importância de concepções culturais para o funcionamento das organizações.

O ambiente institucional pode ser alterado ao longo do tempo. Se, por exemplo, houver uma mudança na definição dos direitos de propriedade, isto poderá alterar o conjunto de leis que regula o estabelecimento de um contrato (FARINA; AZEVEDO; SAES, 1997).

O aspecto fundamental do processo de institucionalização é a emergência de ordenamento, estabilidade, socialização e padrões de interação de modo a reduzir a incerteza. O institucionalismo limita a conduta dos agentes por meio da ordem normativa, o que pode levar estes agentes a se tornarem reféns de sua própria história (SELZNICK, 1996).

Apesar das convenções reduzirem a incerteza, essas não são capazes de eliminá-la totalmente. Assim, a incerteza é graduável e há graus de redução desta (DEQUECH, 1999).

Numa comparação entre o novo e o velho institucionalismo, Selznick (1996) afirma que a velha Teoria Institucional está profundamente interessada na vitalidade e coerência das instituições e o novo institucionalismo tem em sua agenda uma preocupação em explorar o contexto com suas variações e os problemas genuínos da vida institucional.

Há uma variedade de interpretações acerca do novo institucionalismo. Powell e DiMaggio (1991), por exemplo, afirmam que o novo institucionalismo em teoria organizacional e sociologia revela uma rejeição ao modelo de ator racional, um interesse em instituições como variáveis independentes e um interesse em análises supra-individuais, que não podem ser reduzidas como conseqüências diretas ou agregações de motivos ou atributos individuais. Abell (1995), por sua vez, defende a idéia de modelos adaptativos, que podem ser mais voltados à racionalidade ou não. Se para os teóricos da escolha racional, em algum momento, todas as ações humanas são institucionalmente modeladas (instituições como variáveis independentes – exógena), é preciso questionar sobre a forma como as ações são modeladas. Se as ações e interações são em todo ou em parte determinadas pelas instituições, é importante entender como ela se origina e se mantém.

A seguir, apresenta-se os principais pressupostos do Novo Institucionalismo e da Teoria da Escolha Racional (ABELL, 1995, p. 5-7).

Pressupostos do Novo Institucionalismo:

- a) uma instituição compreende um conjunto de regras mais ou menos agregadas dando significado e determinando a ação (ou interação) de uma população de atores;
- b) as regras são, essencialmente, de dois tipos:
  - regras constitutivas – ex.: identidade social;
  - regras regulativas – expectativa normativa;



- c) nível de concordância sobre apropriabilidade das regras em uma população de atores é normalmente dada de forma exógena;
- d) as regras são para um grau de concessão ou nível de institucionalização;
- e) regras correntes (ações institucionais) tornam-se um grau separado do raciocínio possível sobre sua proposta e do resultado que deve ser realizado;
- f) a origem ou persistência de instituições (como conjunto de regras) não pode ser deduzida de pressupostos ou observações sobre motivos individuais (projeto, proposta, intenção, escolhas, etc.) dados independentemente.

#### Pressupostos da Teoria da Escolha Racional:

- a) individualismo
  - o indivíduo é a única origem da propulsão do motor e, assim, da ação e da interação;
  - eventos no mundo social devem em princípio ser explicados em termos de ações e interações individuais;
- b) otimização
  - ações individuais são consideradas para serem escolhas ótimas em relação às preferências individuais;
  - preferências sobre ações são formadas otimamente em relação às crenças sobre os resultados destas ações;
  - crenças são formadas otimamente em relação às informações (coletadas/disponíveis);
  - informações (coletadas/disponíveis) são ótimas em relação aos anseios;
  - anseios (se coerentes com a auto-estima) são exógenos;
- c) consistência
  - preferências são transitórias sobre ações;

d) auto-estima

- anseios estendem sobre os próprios atores somente bem-estar/interesses.

Enquanto há uma compatibilidade da Teoria da Escolha Racional com os pressupostos de que instituição é um conjunto de regras (constitutivas e regulativas) que dão significado a ação de um conjunto de atores, observa-se que há divergências nas abordagens em relação aos demais pressupostos.

A principal divergência entre as duas abordagens se refere à origem e a persistência das instituições. Enquanto a Teoria da Escolha Racional focaliza o indivíduo (com suas preferências, crenças, informações e anseios) como origem da ação e interação no mundo social, o novo institucionalismo pressupõe que a origem e a persistência das instituições não podem ser atribuídas aos comportamentos motivados individualmente de forma independente.

Em relação às divergências entre as abordagens, Abell (1995) afirma que as pessoas não agem contra suas preferências dominantes (como leva a crer os novos institucionalistas), mas também que suas preferências também não são otimamente formadas (como pensa os teóricos da escolha racional). Os fatores que influenciam esta afirmação estão baseados nas restrições de informações e buscas e até mesmo pela cópia de comportamentos. Alternativamente, os ditames da instituição podem ser internalizados e/ou ritualizados na mente (consciente ou inconsciente) do ator.

Abell (1995) deixa clara sua concordância com o contexto dos mecanismos sociais da origem e persistência das instituições, o que se aproxima da visão dos institucionalistas. Para o autor, os mecanismos sociais que freqüentemente ocorrem são: tipificação de contextos ou situações, comparação com outros, cópia e adaptação de ações e aprendizagem por adaptação.

O centro do debate do novo institucionalismo repousa sobre a desavença se a estrutura de governança (incluindo normas, organizações e regime) emerge do planejamento de atividades, estratégia e negociação dos agentes; ou advém do modelo autoritário exógeno abrigado no amplo ambiente cultural. Em última instância, parece

haver uma disputa entre os modelos *top down* ou *botton up* ou entre a visão de sociólogos e economistas. Poucos pesquisadores têm examinado a possibilidade plausível de que as diferenças entre estas abordagens de institucionalização são relativamente modestas em contexto e foco e não divergências irreconciliáveis em pressupostos fundamentais (SUCHMAN, 1995).

Em linhas gerais, enquanto os economistas buscam privilegiar o princípio da maximização, enfatizando a livre escolha dos agentes, os sociólogos acreditam que a estrutura social determina, em larga extensão, o comportamento de indivíduos, limitando sua liberdade de ação (KNUDSEN, 1995).

Neste estudo, busca-se privilegiar a visão de que os atores (neste caso, membros de instituições que pesquisam OGMs) agem, reagem e interagem de forma individual e coletiva no mundo social, de acordo com as informações coletadas (de forma restrita e assimétrica) sobre aspectos legais, mercadológicos e tecnológicos.

À seguir, busca-se aprofundar o entendimento da ação organizacional e dos princípios da incerteza, sob o ponto de vista econômico.

## **2.4 A AÇÃO ORGANIZACIONAL E A INCERTEZA**

Nesta seção serão abordados o papel das organizações e as influências recebidas e emanadas no jogo econômico. Busca-se destacar aqui as abordagens sobre incerteza e as decisões que acontecem sob risco e incerteza.

As organizações são criadas mediante a ação deliberada do homem, com a finalidade de execução de tarefas específicas, tendo como pano de fundo a ordem natural e institucional de mercado (NICOLAU, 1994). Outra importante função das organizações é a liderança do monitoramento do processo de institucionalização.

As instituições se diferem das organizações por se tratar das *regras do jogo*, enquanto as organizações se referem aos *jogadores* (NORTH, 1990). Pode-se entender que quanto maior a organização, maior sua complexidade e maior sua tendência de

influenciar no processo de institucionalização. Estas grandes organizações podem ser mais bem entendidas como uma coalização governada por múltiplas racionalidades e autoridade negociada (SELZNICK, 1996).

Desta forma, o ambiente organizacional molda e é moldado pelo ambiente institucional proporcionando impactos recíprocos nos agentes econômicos individuais e no ambiente tecnológico (FARINA, 2000).

Diversas têm sido as linhas de pensamento sobre a Teoria das Organizações, principalmente em função das fortes influências recebidas da economia ao longo dos tempos. Mas, um trabalho em especial marcou o início de uma teoria um pouco mais abrangente, como foi o caso de Barnard (1938). Barnard tentou formular uma teoria de interação de indivíduos com a organização em que trabalhavam. O autor assumiu que uma organização não pode ser bem sucedida sem satisfazer as metas de seus membros, ou seja, deve-se satisfazer as necessidades do todo e das partes (DOUGLAS, 1995).

Na ciência das organizações, o trabalho de Barnard foi um dos primeiros esforços interdisciplinares para juntar aspectos legais, econômicos e teoria organizacional (WILLIAMSON, 1995), e foi além da abordagem da cooperação espontânea dos indivíduos em relação às organizações, passando a estudar formas induzidas de cooperação.

Barnard deu atenção aos aspectos internos da organização, especialmente aos atributos humanos relacionados a autoridade, relações de trabalho, organização informal e orientação econômica dos membros da organização. Merece destaque também a teoria de Simon (1947) sobre o comportamento administrativo, elucidando importantes questões sobre a racionalidade limitada das organizações, relações de trabalho, hierarquia, busca de submetas e microanálise em organizações.

Muitos aspectos da Teoria Behaviorista, que teve Barnard (1938) e Simon (1947) como grandes precursores, contribuíram para o entendimento dos mecanismos não-racionalizáveis nas ações dos agentes econômicos. Simon (1959) afirma que as decisões em uma organização não são tomadas de forma racional como trata as teorias tradicionais do *homo economicus*. Apesar das organizações buscarem a decisão

racional, o que há na verdade é uma racionalidade limitada, já que muitas vezes os grupos possuem interesses conflitantes dentro da organização e a capacidade de avaliação das alternativas possíveis, por parte da direção, é limitada. Assim, os atores buscam selecionar aquelas variáveis supostamente mais relevantes e chegar a uma decisão satisfatória.

Apesar de também destacar o papel da racionalidade limitada no contexto econômico, Dequech (2001) critica a teoria de Simon que, em sua visão, trata de regras simples de comportamento que podem ser estritamente individuais e que dá atenção insuficiente ao contexto social, aos hábitos e aos aspectos tácitos das instituições.

O princípio de racionalidade, um dos principais aspectos tratados pela teoria da firma, é também destacado por Winter (1993) em sua abordagem dos paradigmas contemporâneos da Teoria da Firma, conforme Quadro 5.

**Quadro 5:** Quatro paradigmas contemporâneos na Teoria da Firma

Abordagem de racionalidade	Foco	
	Produção	Troca
Ilimitada	Livro-texto Ortodoxo	<i>Working paper</i> Ortodoxo
Limitada	Economia Evolucionária	Economia dos Custos de Transação

**Fonte:** Winter (1993, p. 187).

De modo geral os autores da teoria evolucionária e teoria dos custos de transação criticam os princípios de racionalidade limitada e destacam o papel da incerteza na economia. O comportamento racional de maximização de lucros é raramente possível de ser adotado em função das incertezas relacionadas aos projetos individuais de inovação (FREEMAN, 1982). Isto não significa negar o valor da teoria

neoclássica de curto prazo, mas reconhecer suas limitações no que concerne ao comportamento de inovação.

Heertje (1977), ao apresentar a visão de diversos economistas, relata a ênfase com que foi tratada a questão da crença no rápido retorno ao equilíbrio após um distúrbio no sistema. Na verdade, não existe uma racionalidade universal baseada em critérios de maximização por parte dos agentes econômicos (NELSON; WINTER, 1982). Conforme se apresentou na abordagem evolucionária (seção 2.1), apesar de haver a hipótese de busca do lucro ou esforço motivado pelo lucro, não há maximização do lucro.

A racionalidade limitada se baseia na idéia de que os agentes, apesar de buscarem a racionalidade, são limitados em sua capacidade cognitiva de tomar decisões (WILLIAMSON, 1995). Esta limitação ocorre devido à complexidade do ambiente e da incerteza dela advinda (THIERTART; XUERE, 1997).

Pela teoria dos custos de transação, a tomada de decisões na empresa é fortemente afetada pela incerteza, que eleva os custos de transação. O fato de a empresa ter que transacionar com outra, sem conhecer *ex ante* as variáveis relevantes futuras, eleva o risco, podendo levar a um futuro rompimento do acordo contratual estabelecido.

No trabalho de Coase (1993), precursor da teoria dos custos de transação, observa-se a influência de Knight, principalmente nos relatos sobre a incerteza das transações. Para Knight (1972), há um conhecimento imperfeito do futuro, e para se entender o funcionamento do sistema econômico, deve-se examinar o significado e a importância da incerteza. Para o autor, a percepção do mundo acontece antes que se possa reagir a ele, e se reage não pelo que se percebe, mas sempre pelo que se infere.

A incerteza apresenta-se como um problema fundamental para organizações complexas (THOMPSON, 1967) e tem sido estudada sob a ótica econômica por diversos autores, além de Knight (1972), como: North (1990), Schmid (2004), Alchian (1958), Duncan (1972), Miliken (1987), Gerloff (1991), Dequech (1999, 2000, 2001), dentre outros.

Conforme se pode perceber pela discussão anterior (seção 2.3), o principal papel do ambiente institucional na sociedade é reduzir a incerteza pelo estabelecimento de uma estrutura estável (mas não necessariamente eficiente) para a interação humana” (NORTH, 1990, p. 6). Sem instituições não haveria ordem, sociedade, economia e política (KNIGHT; NORTH, 1997). Para North, tipicamente as instituições mudam de forma incremental ao invés de rupturas e os processos de ruptura nunca são completamente descontínuos, já que em geral são resultados de restrições informais da sociedade.

Pode-se dizer que as instituições são uma resposta para a incerteza e existem para estruturar a interação humana no mundo de incerteza, limitando as escolhas possíveis para os atores econômicos (SCHIMID,2004). No caso da mudança tecnológica, apesar de bastante aceita a idéia de que esta traz incerteza, poucos estudos têm identificado ou estudado suas origens e causas (FLEMING, 2001).

A seguir apresenta-se as diferentes abordagens para a incerteza e o funcionamento das decisões sob risco e incerteza.

#### **2.4.1 AS ABORDAGENS SOBRE INCERTEZA**

Os projetos de inovação sempre introduzem elementos de incerteza e complexidade que, geralmente, estão relacionados à concepção do produto a ser desenvolvido, aos requisitos tecnológicos, as condições de competição e mercado e a estrutura da organização envolvida. Quanto maiores a complexidade e a incerteza envolvidas nos projetos de inovação, mais tácitos serão os meios para a organização se adequar a esta realidade (THIETART; XUEREB, 1997).

No mundo dos negócios, há extrema dificuldade para reduzir as expectativas futuras a uma distribuição de probabilidade, o que leva as organizações a terem que lidar com a incerteza. A maior parte das decisões empresarias pouco se assemelham com as conclusões obtidas por meio de análise exaustiva e medição precisa (KNIGHT, 1972). A posição de Knight é corroborada por Schimid (2004), que afirma, no caso da incerteza, que nenhuma distribuição de probabilidade é possível e, conseqüentemente,

nenhuma teoria pode ser formulada no caso e o raciocínio econômico pode ter pouco valor.

Neste sentido, Knight (1972) faz uma distinção entre risco e incerteza. Para o autor, risco está associado a uma contingência desfavorável e pode ser medido em termos de probabilidade “objetiva”. Neste caso, a distribuição do resultado num grupo de casos é conhecida, quer através do cálculo *a priori*, quer através das estatísticas da experiência passada. Para o caso da incerteza, não há a possibilidade do cálculo *a priori* da probabilidade de algo acontecer, pois é impossível formar um grupo de casos, já que a situação que se enfrentará é, em alto grau, singular. “Se a distribuição dos possíveis resultados diferentes num grupo de casos é conhecida, é possível livrar-se de qualquer incerteza real” (KNIGHT, 1972, p. 249). Em outras palavras, o autor afirma que a incerteza que puder, por algum método, ser reduzida a uma probabilidade objetiva e quantitativamente determinada, pode também ser reduzida a uma certeza completa agrupando-se os casos.

É importante destacar que qualquer taxonomia dicotômica, mesmo aquelas que tratam de incerteza forte e fraca, são insuficientes para esclarecer as diferentes abordagens para a incerteza em economia. A incerteza não é apenas uma situação de probabilidade menor que 1 (DEQUECH, 2000). Existe incerteza quando não se sabe o que acontecerá e não qual a probabilidade do que acontecerá.

De forma mais ampla que Knight (1972), Dequech (2000) faz uma análise dos termos risco e incerteza e os diferencia do termo ambigüidade. Enquanto o risco é algo que pode ser medido em termos de probabilidade, a ambigüidade é a incerteza sobre a probabilidade, que surge pela falta de informações relevantes (que poderiam ser conhecidas). Já a incerteza fundamental pode ser considerada como uma indeterminação do futuro, que não pode ser antecipada por uma estimação de probabilidades (visão similar a de Knight). Isto significa que algumas informações relevantes não podem ser conhecidas no momento da tomada de decisões, como é o caso do processo de introdução de uma inovação tecnológica. Neste caso, a criatividade humana e a mudança estrutural, que podem ser causadas na esfera econômica pelo processo de destruição criativa, são imprevisíveis (DEQUECH, 2000).



Assim, pode-se reduzir a ambigüidade esperando para se obter mais informações antes da tomada de decisões. No caso da incerteza, alguns tipos de informações não podem ser obtidos *ex-ante* da tomada de decisões. Não importa quanto tempo se espere por estas informações, elas não serão obtidas em situações de incerteza.

A incerteza não significa completa ignorância sobre os resultados de uma decisão e sim um determinado grau de desconhecimento. Apesar das diferenças apontadas entre estes diferentes conceitos, muitas vezes os termos risco, ambigüidade e incerteza aparecem como sinônimos na literatura. Keynes, por exemplo, faz uma distinção entre risco e incerteza, mas não faz uma distinção clara entre ambigüidade e incerteza (DEQUECH, 2000).

Há pelo menos duas origens para a incerteza (ALCHIAN, 1958): previsão imperfeita e incapacidade humana para resolver problemas complexos. Quando há incerteza, as opiniões e os julgamentos das pessoas diferirão, mesmo baseadas na melhor evidência. A incerteza e a informação incompleta é o fundamento sugerido por Alchian para permitir vários objetivos conflitantes, que motivam e racionalizam um tipo de comportamento imitativo adaptativo.

Alchian discute as inovações que ocorrem sob incerteza, principalmente nos casos de imitação e de tentativa e erro. Mesmo nos esforços imperfeitos de imitar o concorrente, há a possibilidade de inovações não intencionais que podem levar ao sucesso. As tentativas, que poderão resultar em sucesso ou fracasso, devem ser avaliadas em comparação com os resultados de outras ações potenciais. Geralmente, a incerteza fornece uma razão excelente para imitação de sucessos observados. A uniformidade observada entre os sobreviventes no mercado está relacionada a aspectos evolucionários, que podem operar independentemente de motivações individuais. Imitadores imperfeitos proporcionam oportunidade para inovação, e o critério de sobrevivência econômica determina seu sucesso ou fracasso (ALCHIAN, 1958). Dosi (1982) também destaca a natureza intrinsecamente incerta da atividade de inovação.

Milliken (1987), ao considerar a incerteza como uma questão multidimensional, desenvolveu uma tipologia de dimensões da incerteza ambiental, conforme segue:

- a) incerteza de estado: refere-se à incapacidade de assegurar probabilidades para o estado do ambiente;
- b) incerteza de efeito: falta de conhecimento sobre as relações de causa-e-efeito, em particular sobre como o ambiente afetará as organizações;
- c) incerteza de resposta: incapacidade de previsão dos resultados das decisões tomadas.

Outra tipologia considera a incerteza do ponto de vista do ambiente das transações (SUTCLIFFE; ZAHEER, 1998), conforme segue:

- a) incerteza primária: incerteza de origem exógena, como eventos naturais, mudança nas preferências dos clientes e mudanças no marco regulatório, envolvendo padrões e tarifas;
- b) incerteza competitiva: refere-se à incerteza quanto às ações dos atuais ou potenciais competidores;
- c) incerteza quanto aos fornecedores: incerteza que surge das ações (estratégicas) de troca de parceiros. Relaciona-se à possibilidade de oportunismo *ex-post* ou *ex-ante* à troca de parceiros.

De forma sintética, Gerloff (1991) afirma que os trabalhos sobre incerteza ambiental podem ser classificados de acordo com duas visões: visão contingencial e visão perceptual. A visão contingencial se refere à análise do ambiente e ajustamento da organização a esta realidade. Na visão perceptual, as incertezas ambientais são encaradas sob a perspectiva dos processos orientados à busca pela descrição dos estágios envolvidos na observação, interpretação ou aprendizagem sobre o ambiente. Para o autor, Duncan (1972) foi um dos primeiros a explorar esta visão que, mais recentemente, vem buscando ligar a incerteza ambiental com estratégia, estrutura e desempenho.

Such, Key e Munchus (2004) afirmam que diversos estudos têm adotado medida de construtos que ignoram a interação entre a variabilidade e complexidade e sugerem a adoção de novas medidas que misturam estas duas dimensões. Outros autores,

dentre eles Kreiser e Marino (2002), também reconhecem a importância do conceito de incerteza ambiental na literatura de gestão estratégica e de teoria organizacional e alertam para as dificuldades e inconsistências na contextualização e operacionalização da incerteza nos estudos quantitativos.

Embora haja dificuldades em se analisar e criar modelos para análise das decisões sob incerteza, na seção seguinte busca-se entender como a incerteza afeta especialmente as decisões de investimento em P&D.

#### **2.4.2 AS DECISÕES SOB RISCO E INCERTEZA**

Apesar da importância dos investimentos para o crescimento econômico, os estudos sobre o comportamento dos investimentos das firmas ainda precisam ser mais bem entendidos. Diversos modelos existentes ignoram a irreversibilidade e o custo de oportunidade da espera por informações (BELLALAH, 2001). Neste sentido, o autor propõe um *framework* que inclui a irreversibilidade dos investimentos e a oportunidade de investimentos sob informações incompletas.

A irreversibilidade e a incerteza aumentam o custo de capital e tendem a reduzir sua acumulação (ABEL; EBERLY, 1999). No entanto, quando se considera a acumulação de capital de longo prazo, observa-se uma certa ambigüidade, podendo esta acumulação aumentar ou diminuir. Em seus estudos, Böhm e Funke (1999) também confirmam a ambigüidade nas relações entre a incerteza e os investimentos.

De forma mais específica, há na literatura autores que tratam das influências sobre as decisões de investimentos em P&D. No entanto, muitas vezes os estudos não consideram apropriadamente as diferenças entre risco e incerteza. Valeriano (1998), por exemplo, cita o problema da incerteza, mas desenvolve exclusivamente os aspectos relacionados ao risco. Certamente, a preferência por se trabalhar apenas o problema do risco se deve principalmente pela possibilidade de se utilizar ferramentas mais bem delineadas e consagradas, notadamente as quantitativas, como as apresentadas por Kahneman e Tversky (1979).

Fox e Tversky (1998), apesar de se referirem às decisões sob incerteza, suas análises se aproximam mais de risco que incerteza, já que realizam uma avaliação em termos de probabilidade de eventos (como indicadores econômicos, por exemplo). Os próprios autores afirmam que seus estudos estão consistentes com a *belief-based account*, mas violam a divisão da teoria clássica de decisão sob incerteza. De qualquer forma, os autores fazem um esforço de julgamento de probabilidades para prever decisões sob incerteza.

Livros-texto consagrados de microeconomia, como Pindyck e Rubinfeld (1999), apesar de inicialmente apresentarem as diferenças entre risco e incerteza, passam a usar estes termos indistintamente ao longo do texto. Embora um dos capítulos de Pindyck e Rubinfeld (1999) seja intitulado “escolha sob incerteza”, na verdade seu foco repousa sobre o conceito de risco. A probabilidade, o valor esperado, preferências em relação ao risco, mecanismos de redução de risco (como diversificação e informação) e retorno sobre ativos, são as temáticas principais abordadas no referido capítulo.

Diversos estudos, tais como Paula (2003) e Lee e Dibner (2005), apontam a importância do mercado de *private equity* e *venture capital* para empresas nascentes de alta tecnologia. Para Paula (2003), o segmento de *venture capital* é especializado e dirigido para investidores de maior porte, cujos recursos constituem uma fonte de financiamento de empreendimentos (em geral de pequeno porte) com grande potencial de crescimento, em geral apoiada em novas tecnologias. Estes financiamentos são de longo prazo e realizados sob a forma de *equity* (ações, debêntures conversíveis, etc.).

No Brasil o mercado de capital de risco ainda é recente e o volume de recursos que movimenta é pequeno, apesar do grande crescimento apresentado, passando de 100 empresas investidas em 1999 para 315 em 2004 (FUNDAÇÃO GETÚLIO VARGAS - FGV, 2005). Mesmo nos EUA e Europa, o volume de recursos aplicados nesta modalidade ainda é pequeno. No caso específico da biotecnologia, Lee e Dibner (2005) verificaram que após o *boom* de investimentos em 2000, houve retração em anos subsequentes e uma retomada a partir de 2004. Segundo os autores, os investimentos em *venture capital* em biotecnologia nos EUA e Europa atingiram um total de US\$ 3,7 bilhões em 2004.

Em um estudo, que utilizou dados coletados em 1999 pelo Banco da França, realizado com 1.578 pequenas e médias empresas industriais, Sauner-Leroy (2004) examinou as ligações entre incerteza, atitudes dos gerentes em relação ao risco e ao nível de investimentos. Usando modelos de regressão múltipla o autor testou o impacto da incerteza e aversão ao risco sobre as decisões de investimentos e concluiu que os investimentos produtivos estão correlacionados negativamente com a aversão dos gerentes aos riscos e também negativamente correlacionados com a incerteza.

Chorn (2000), analisando o setor de fármacos, observou que as medidas financeiras nem sempre servem como parâmetro principal para a tomada de decisões acerca de investimentos em P&D. No caso do setor analisado, observou-se que, mesmo com valores presentes líquidos negativos, muitos projetos são levados adiante mediante o instinto e a experiência dos decisores naquela indústria. O ciclo investimento-aprendizagem-avaliação-decisão segue ao longo das fases do desenvolvimento dos projetos. Desta forma, os resultados de uma etapa do projeto afetam as demais. Chorn (2000) também não faz uma clara distinção entre risco e incerteza, já que propõe a quantificação da incerteza não só na etapa inicial do desenvolvimento do projeto de P&D, mas em todas elas.

Sem se preocupar também em fazer uma clara distinção entre risco e incerteza, Schmid (2004) observa que empresas privadas, avessas ao risco, podem fazer menos investimentos em pesquisa que os consumidores desejariam. Esta aceção é muito usada para justificar subsídios e outros benefícios públicos para a pesquisa privada (ver quadro 6). Para o autor, investidores demandam extraordinários retornos esperados porque eles podem não conhecer tão bem o panorama para novas descobertas quanto os pesquisadores. Desta forma, a assimetria informacional cria a possibilidade de risco moral. As firmas podem hesitar em revelar totalmente suas boas idéias para os investidores públicos por medo de perdê-las para seus competidores.

O Quadro 6 mostra como a remuneração incerta, advinda de investimentos em pesquisa, pode impactar na empresa. Pode-se dizer que investimentos públicos no setor privado podem ter um benefício social importante, principalmente se direcionados a pequenas e novas empresas.

**Quadro 6:** Incerteza: situação, estrutura e desempenho

Situação	Estrutura	Desempenho
Remuneração incerta	1. Doações públicas e subsídios via taxas. 2. Mercado de capitais privado. 3. Procedimentos de operações padrão em grandes empresas.	1. Algumas pesquisas que, de outra forma, não existiriam. 2. Menos pesquisa 3. Orçamentos de P&D estáveis no ciclo dos negócios.

**Fonte:** Schimid (2004)

Apesar das dificuldades de se trabalhar com a incerteza em seu sentido mais amplo, observa-se que estudos, tais como Sendin *et al.* (1996), Jou e Lee (2001) e Darku (2000), tratam da influência da incerteza sobre decisões de investimentos.

De modo geral, pode-se dizer que o empresário tende a preferir opções de investimentos que oferecem menor incerteza, o que limita o interesse pela aplicação de recursos no processo de inovação tecnológica (SENDIN *et al.* 1996). Neste sentido, muitas vezes o governo tem que assumir papéis para estimular a P&D em áreas que a iniciativa privada não tem interesse.

A participação do governo no estímulo do desenvolvimento econômico foi um dos aspectos centrais tratados por Keynes. Keynes (1973) teve um importante papel de explicar e defender o rumo de ação que o presidente Roosevelt (presidente dos EUA entre os anos de 1933 e 1945), havia tomado no sentido de intervir fortemente na economia para tirá-la da crise que havia se iniciado com a quebra da bolsa de Nova York em 1929. Para Keynes, uma economia pode permanecer em depressão se não houver algum tipo de intervenção e a prosperidade depende de investimentos, caso contrário a economia pode se contrair. Em sua análise, os Estados Unidos viveu a crise porque houve uma falta de investimentos por parte dos empresários, ficando clara a necessidade do governo assumir esta responsabilidade já que, em crise, as empresas não podiam se expandir.

A combinação entre incerteza e a irreversibilidade dos investimentos leva o empresário a uma decisão mais prudente ao investir em P&D (JOU e LEE, 2001). No entanto, existem poucos estudos empíricos evidenciando os impactos da incerteza e da irreversibilidade em decisões de investimento (DARKU, 2000). Em seus estudos, Darku, em consonância com a literatura sobre assunto, constatou a existência da relação negativa entre incerteza e decisões de investimento. Observou também uma relação ainda mais forte quando a irreversibilidade dos investimentos foi considerada.

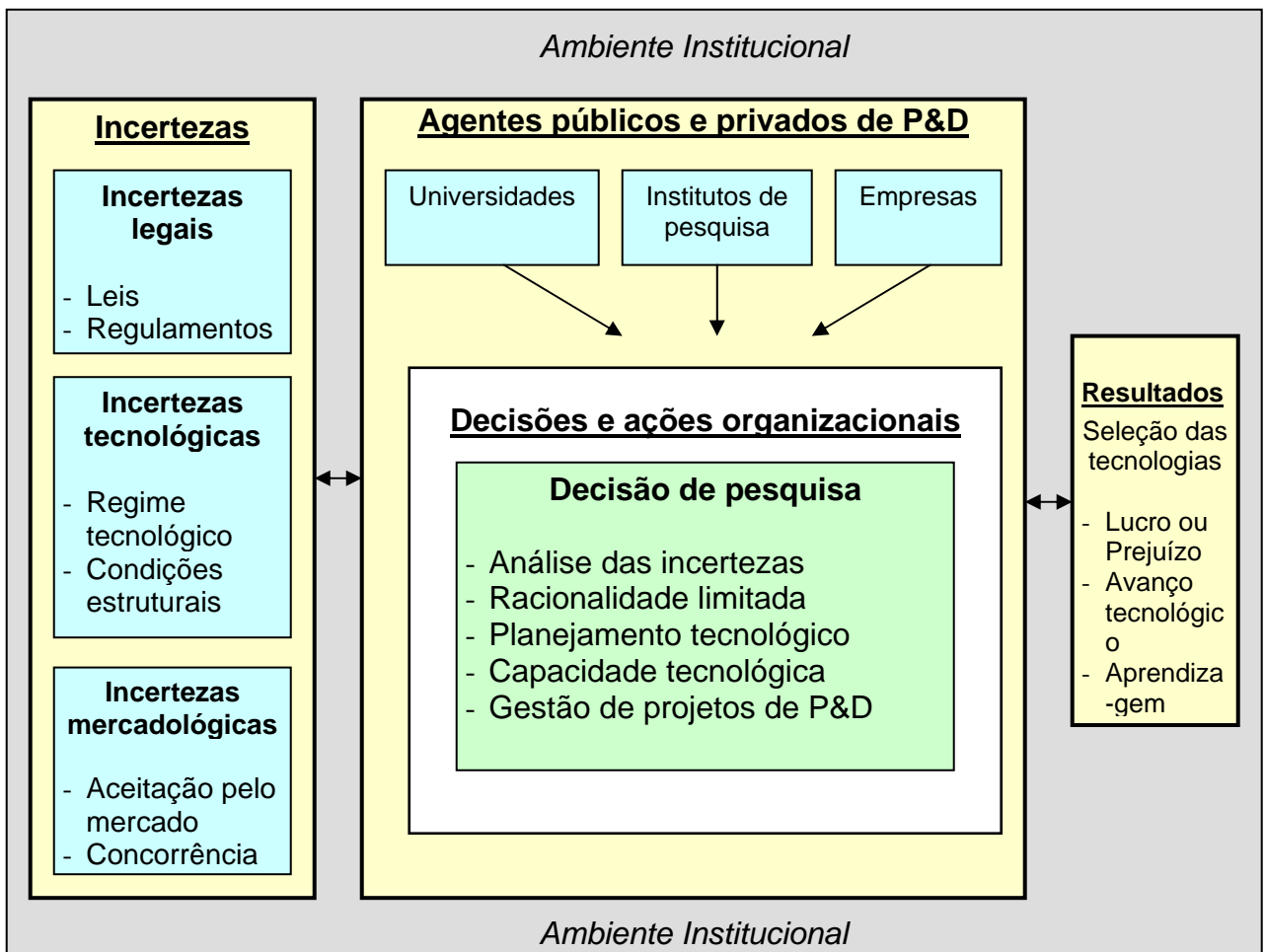
Darku (2000) concluiu que a implementação de políticas governamentais confiáveis e consistentes auxilia os investimentos futuros. Quando a incerteza sobre o ambiente econômico for alta, os incentivos aos investimentos terão impactos pequenos. Colocado de forma diferente, os incentivos terão que ser muito elevados para que possa ter um impacto significativo nos investimentos. No entanto, dependendo da importância estratégica para a firma, a percepção das incertezas do ambiente pode ter um efeito amenizado nas decisões executivas (BOYD, 1996).

Em seus trabalhos, Baker, Clarke e Weyant (2004) procuram entender como as decisões sobre os programas de P&D têm impactos na resposta ao aumento da incerteza. Embora trabalhando com as incertezas climáticas, os autores ressaltam o complicado problema do planejamento das atividades de P&D e, conseqüentemente do direcionamento dos recursos, pelo fato de existirem muitas possibilidades de programas de P&D. De qualquer forma, os autores concluem que programas de P&D servem como uma cerca ao aumento das incertezas.

De forma mais ampla, Myhr e Traavik (2002) discutem a incerteza científica e o papel da ética do pesquisador para com o ambiente e a sociedade. Os autores ressaltam a importância da comunicação da incerteza para o público e para os tomadores de decisão para que se estabeleça um processo de regulação do risco.

No caso dos OGMs, pode-se dizer que há uma situação de incerteza. Embora não tenham sido comprovados (cientificamente) danos decorrentes de seu uso, isto não significa que estes danos possam não existir. Como não se pode determinar uma probabilidade de ocorrência de danos, é mais adequado se falar em incerteza que risco (SHAYER, 2001).

A seguir (Figura 2) apresenta-se um esquema com os principais aspectos teóricos abordados na Seção 2, organizado de modo a permitir uma visualização das influências das incertezas sobre as ações dos agentes públicos e privados de P&D e os resultados advindos da seleção das tecnologias.



**Figura 2:** Esquema de análise das influências das incertezas sobre as decisões e ações dos agentes públicos e privados de P&D e seus resultados

**Fonte:** Desenvolvido pelo autor

Embora não tenha sido intenção manter a mesma organização das seções do referencial teórico, o esquema contém os principais aspectos teóricos desenvolvidos e que dão suporte à coleta e análise dos dados da pesquisa.



A Figura demonstra teoricamente como as incertezas legais, tecnológicas e mercadológicas influenciam as decisões e ações organizacionais dos agentes públicos e privados de P&D, essencialmente no desenvolvimento de pesquisas, levando ao processo de seleção de tecnologias. Todo este processo está sujeito a um conjunto de regras e convenções, componentes do ambiente institucional, que regulam o desenvolvimento das atividades de P&D.

A definição de se analisar as incertezas legais, mercadológicas e tecnológicas está baseada nas evidências apontadas pela literatura sobre OGMs e pelos rumos do debate acerca desta tecnologia no Brasil e no mundo.

O esquema teórico apresenta ainda a relação entre a decisão de pesquisa (influenciada pela análise de incertezas, pela racionalidade limitada, pelo planejamento tecnológico, pela capacidade tecnológica e pela gestão de projetos de P&D) e as decisões e ações organizacionais.

Conforme os agentes públicos e privados de P&D (universidades, institutos de pesquisa e empresas) percebem às incertezas, determinadas tecnologias serão selecionadas internamente e submetidas à seleção do mercado, que poderá aceitá-la (gerando lucro, avanço tecnológico e/ou aprendizagem) ou rejeitá-la (gerando prejuízo e/ou aprendizagem).

A seguir discute-se o método e os procedimentos que balizaram o desenvolvimento do presente estudo.

### **3 MÉTODO E PROCEDIMENTOS**

Conforme destacado por Arbnor e Bjerke (1996), metodologia é o entendimento de como os métodos são construídos ou como o paradigma operativo (procedimento metodológico e método) é desenvolvido. A missão mais importante para a metodologia é esclarecer como as diferentes formulações de problemas, planos de estudo, métodos, técnicas e áreas de estudo fazem parte de um todo integrado.

Nesta seção apresenta-se a perspectiva metodológica adotada, o método e os planos de coleta e análise dos dados.

#### **3.1 PERSPECTIVA METODOLÓGICA**

O presente estudo foi desenvolvido com base na perspectiva da pesquisa qualitativa. A pesquisa qualitativa não tem a preocupação de enumerar ou medir os eventos estudados, nem mesmo de utilizar instrumental estatístico na análise de dados. A pesquisa qualitativa parte de questões e focos de interesse amplos, que vão se delineando a medida que o estudo vai se desenvolvendo (GODOY, 1995).

As principais características da pesquisa qualitativa são (BOGDAN; BILKEN, 1982):

- a) a pesquisa qualitativa tem o ambiente natural como fonte direta dos dados e o pesquisador como instrumento-chave. Considera-se como ambiente a totalidade da realidade social, ao qual o pesquisador deve ter visão ampla e complexa do real social;
- b) a pesquisa qualitativa é descritiva e as interpretações dos resultados surgem como a totalidade de uma especulação que tem como base a percepção de um

fenômeno num contexto. Por meio da descrição busca-se as causas da existência do fenômeno, procurando explicar sua origem, suas relações, suas mudanças e se esforça por intuir as conseqüências que terão para a vida humana;

- c) os pesquisadores qualitativos estão preocupados com o processo e não simplesmente com os resultados e o produto;
- d) os pesquisadores qualitativos tendem a analisar seus dados indutivamente. A interpretação surge da percepção do fenômeno num contexto;
- e) o significado é a preocupação essencial na abordagem qualitativa. Uma das grandes postulações da pesquisa qualitativa é a de sua atenção preferencial pelos pressupostos que servem de fundamento à vida das pessoas.

Na pesquisa qualitativa o pesquisador pode usar tanto recursos aleatórios para fixar amostra ou o caso a ser analisado, quanto decidir intencionalmente considerando uma série de condições, tais como: importância dos sujeitos para o foco da pesquisa, facilidade para encontrar as pessoas, dentre outros.

A perspectiva qualitativa deste estudo está em sintonia com os pressupostos da pesquisa exploratória. “O objetivo da pesquisa exploratória é explorar um problema ou uma situação para prover critérios e compreensão” (MALHOTRA, 2001, p.106). Neste tipo de pesquisa o processo de coleta de dados é flexível e não-estruturado, a amostra é pequena e não-representativa, a análise dos dados primários é qualitativa e as constatações são experimentais.

Estudos exploratórios podem ajudar o pesquisador a estabelecer as prioridades do estudo, mostrando aspectos ao longo da pesquisa que possam ser mais promissores que outros (MATTAR, 1996). Para Mattar, os métodos empregados na pesquisa exploratória são bastante amplos e versáteis e podem ser classificados da seguinte forma: levantamentos em fontes de dados secundários, estudos de casos selecionados, observação informal e levantamento de experiências.

De acordo com as características da pesquisa qualitativa e da abordagem exploratória, analisou-se a influência da incerteza no desenvolvimento de pesquisa tecnológica com OGMs voltados para a agricultura no Brasil. Neste caso, privilegiou-se a análise dos elementos legais, mercadológicos e tecnológicos que condicionam a incerteza e considerou-se que estes elementos têm influências diferentes sobre os atores econômicos.

A seguir, destaca-se o método do estudo de caso que foi utilizado no processo desta pesquisa.

### **3.2 MÉTODO DE PESQUISA: ESTUDO DE CASOS**

Dentre os tipos de pesquisa qualitativa, o estudo de casos é um dos mais importantes e foi o escolhido para o desenvolvimento da parte empírica do presente estudo.

Historicamente, o termo “Estudo de Caso” foi utilizado por médicos e psicólogos que, para conhecer a dinâmica e a patologia de uma doença, faziam uma análise detalhada de um caso individual. Este termo, posteriormente, foi adaptado e está sendo muito utilizado em ciências sociais (BECKER, 1993).

A estratégia de pesquisa denominada “estudo de caso” é utilizada por pesquisadores que procuram responder as questões “como” e “por quê” certos fenômenos acontecem, quando os limites entre o fenômeno e o contexto não estão claramente definidos, quando se deseja foco sobre um evento contemporâneo e quando não se requer controle sobre o comportamento dos eventos (YIN, 1994).

O pesquisador deve sempre estar atento às novas descobertas que possam surgir no decorrer do trabalho e também mostrar a multiplicidade de dimensões presentes na realidade, que é sempre complexa (GODOY, 1995).

“O importante é lembrar que no estudo de caso qualitativo, onde nem as hipóteses nem os esquemas de inquirição estão historicamente estabelecidos, a complexidade do exame aumenta à medida que se aprofunda no assunto” (TRIVIÑOS, 1987, p.134). Apesar de não permitir generalizações, ele pode dar informações importantes sobre o tema objeto do estudo.

Para o aumento da qualidade do estudo de caso exploratório, Yin (1994) destaca o papel dos seguintes testes:

- a) validade do construto: desenvolvimento de medidas operacionais corretas com uso de fontes de evidências e encadeamento de evidências;
- b) validade externa: possibilidade de generalização. Apesar de não trabalhar com generalizações estatísticas, há a possibilidade de reconhecer generalizações analíticas, onde se busca relacionar as evidências encontradas com alguma teoria;
- c) confiabilidade: busca minimizar os erros e as visões tendenciosas sobre o caso. Uma das formas de proporcionar melhor confiabilidade é um protocolo de estudo de caso e um banco de dados de cada caso. Os estudos multicaseos também são uma forma de lidar com a confiabilidade.

Conforme destaca Yin (1994), os estudos de casos múltiplos possuem a vantagem de serem mais convincentes e serem vistos como mais robustos. Até mesmo a confiabilidade pode ser ampliada por meio da replicação do estudo de caso para uma maior quantidade de casos. É importante destacar que o estudo de uma quantidade maior de casos não implica na lógica da amostragem, onde se busca representar estatisticamente o universo inteiro. Para Yin, a escolha dos casos deve ser discricionária e depende do grau de certeza que se quer ter sobre os resultados. De qualquer forma, a validade externa, assim como a confiabilidade, podem ser ampliadas por meio da replicação do estudo de caso e da composição dos estudos de casos múltiplos.

Apesar da impossibilidade de se fazer generalizações estatísticas, o estudo de caso pode permitir a construção de teorias por meio do método indutivo (EISENHARDT, 1989; LAW *et al.*, 1998).

Outros autores, dentre os quais Glaser e Strauss (1967) e Douglas (2004), discutem diversos aspectos do estudo de caso e sua adequação na abordagem de determinados fenômenos. Glaser e Strauss (1967) têm sido amplamente citados na literatura por abordarem processos de construção de teorias a partir de dados empíricos obtidos por meio da pesquisa qualitativa. Estudos sobre a ação gerencial e a inovação também são alguns dos relatados por Douglas (2004), que se adaptam ao estudo de casos.

A construção de teorias a partir da pesquisa de estudo de caso tem importantes pontos fortes como a testabilidade e a validade empírica que surgem da ligação íntima com as evidências empíricas (EISENHARDT, 1989). Para Eisenhardt, o estudo de caso é particularmente útil para pesquisadores que desejam conduzir seus estudos na direção menos comum que é dos dados para a teoria.

Embora não seja intenção do presente estudo construir propriamente uma teoria, *insights* teóricos podem emergir da análise dos dados obtidos ou mesmo estimular novas visões sobre os fenômenos pesquisados.

Baseado nas pressuposições metodológicas da pesquisa qualitativa, buscou-se, por meio do estudo multicase, analisar a influência das incertezas no desenvolvimento de pesquisas com OGMs no Brasil.

### **3.3 PLANO DE COLETA DOS DADOS**

Para o entendimento das incertezas legais, mercadológicas e tecnológicas no desenvolvimento de pesquisas com OGMs, foram identificadas fontes de dados secundários sobre a estrutura de mercado para os OGMs e os principais aspectos legais, mercadológicos e tecnológicos envolvidos. Dados primários também foram

coletados para dar suporte às análises sobre a influência das incertezas no processo de desenvolvimento de pesquisas com OGMs no Brasil. Desta forma, foram selecionadas organizações públicas e privadas que são referências neste tipo de pesquisa.

Os dados de fonte secundária foram obtidos junto a diversas instituições relacionadas aos OGMs (além das organizações pesquisadas), dentre as quais: *Food and Agriculture Organization (FAO)*, *International Service for the Acquisition of Agri-Biotech Applications (ISAAA)*, Comissão Técnica Nacional de Biossegurança (CTNBio), Conselho de Informações sobre Biotecnologia (CIB), dentre outros.

Os dados de fonte primária foram coletados a partir de entrevistas com os responsáveis pela área de P&D em biotecnologia em cada uma das organizações selecionadas para o estudo multicase, conforme o Quadro 7. No caso das empresas privadas, foram adotados nomes de fantasia (letras do alfabeto grego) para se evitar a identificação e possíveis constrangimentos comerciais. No caso das empresas públicas optou-se por manter a identificação, já que os possíveis constrangimentos supostamente são menores.

**Quadro 7:** Casos selecionados para o estudo

<b>Tipo de Organização</b>	<b>Casos Selecionados</b>	<b>Localização</b>
Privada	1 – Empresa ALPHA	São Paulo
	2 – Empresa BETA	Paraná
	3 – Empresa GAMMA	Mato Grosso
	4 – Empresa DELTA	São Paulo
Pública	1 – Embrapa Soja	Paraná
	2 – Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia	Distrito Federal
	3 – Instituto Agrônômico do Paraná - IAPAR	Paraná
	4 – Centro de Biotecnologia – UFRGS	Rio Grande do Sul

**Fonte:** Dados da pesquisa

Para cada um dos casos foram buscados dados primários e secundários que contribuíram para o atendimento dos objetivos do estudo.

As entrevistas foram conduzidas de forma não estruturada, tendo como base um protocolo de pesquisa de estudo de caso (Apêndice). Este protocolo de pesquisa foi construído com base no referencial teórico e revisado após a primeira entrevista.

A partir do primeiro estudo de caso realizado no Instituto Agrônomo do Paraná (IAPAR), realizou-se algumas pequenas alterações no protocolo de pesquisa de estudo de caso inicial com o objetivo de reduzir o tempo de aplicação e viabilizar a realização das demais entrevistas, já que a primeira se tornou excessivamente longa. Os demais estudos de caso seguiram o protocolo de pesquisa ajustado.

As entrevistas foram agendadas previamente (por telefone ou e-mail) e realizadas pessoalmente pelo pesquisador no período de agosto a outubro de 2005. Estas entrevistas foram realizadas na cidade sede de cada uma das organizações selecionadas para o estudo, com exceção das entrevistas com a empresa ALPHA e com a empresa DELTA, que foram realizadas em Porto Alegre por ocasião do IV Congresso Brasileiro de Biossegurança e o IV Simpósio Latino-Americano de Produtos Transgênicos.

Um resumo do processo de coleta de dados, de acordo com os objetivos específicos, pode ser observado no Quadro 8.

De acordo com as escolhas metodológicas realizadas neste estudo buscou-se manter boas condições de validade e confiabilidade. Estas condições foram: aplicação do protocolo de estudo de casos em oito centros de P&D públicos e privados (4 em cada tipo destes) e coleta de uma série de dados de fontes secundárias (com suas devidas relações com a teoria e encadeamento de evidências) antes da coleta de dados primários a campo. Estas condições foram fundamentais para manter a validade e a confiabilidade do estudo.



**Quadro 8:** Quadro resumo da relação entre os objetivos específicos do estudo e os métodos e técnicas de pesquisa

<b>Objetivos Específicos</b>	<b>Métodos / Técnicas</b>
a) Caracterizar a estrutura de mercado para a produção e pesquisa com OGMs no Brasil e no mundo	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Pesquisa em fontes secundárias:</b> ISAA, FAO, CTNBio, ETC Group, MIT, ABRASEM, dentre outros.</li> </ul>
b) Identificar e analisar os principais aspectos legais, mercadológicos e tecnológicos relacionados aos OGMs	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Pesquisa em fontes secundárias:</b> UPOV, Guerrante (2003), WTO, <i>Codex Alimentarius</i>, leis brasileiras, Hallman <i>et al.</i> (2004), Eurobarometer, IBOPE, IPTS, dentre outros.</li> </ul>
c) Identificar as incertezas legais, mercadológicas e tecnológicas percebidas por instituições de pesquisa	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Pesquisa de campo:</b> Aplicação de protocolo de estudo de casos em oito centros de P&amp;D</li> </ul>
d) Analisar a influência dos aspectos legais, mercadológicos e tecnológicos nas decisões de pesquisa dos centros de P&D	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Pesquisa de campo:</b> Aplicação de protocolo de estudo de casos em oito centros de P&amp;D</li> </ul>

**Fonte:** Dados da pesquisa

Conforme se observa no Quadro 8, o atendimento dos dois primeiros objetivos específicos será por meio de pesquisa em fontes secundárias e o atendimento dos dois objetivos específicos restantes será por meio da pesquisa de campo (estudo multicasos).

### 3.4 PLANO DE ANÁLISE DOS DADOS

A análise dos dados secundários foi realizada por meio de quadros, tabelas e gráficos, buscando destacar o atendimento aos objetivos definidos para o estudo. No caso dos dados primários, coletados por meio de entrevista em profundidade, foi realizada uma análise para cada um dos casos.

A análise foi organizada em 5 etapas principais, quais sejam:

- a) análise dos dados coletados sobre a estrutura de mercado para a produção e pesquisa com OGMs no Brasil e no mundo;
- b) análise das informações sobre os principais aspectos legais, mercadológicos e tecnológicos referentes aos OGMs no Brasil;
- c) apresentação de cada uma das instituições que fizeram parte do estudo de casos;
- d) análise das decisões de desenvolvimento de projetos de P&D para cada um dos casos, com destaque para a estrutura de pesquisa, projetos e acesso a recursos;
- e) análise da influência das incertezas legais, mercadológicas e tecnológicas no desenvolvimento de pesquisas com OGMs em cada uma das instituições que fizeram parte do estudo de casos.

Neste estudo buscou-se fazer, propositalmente, tanto uma análise dos casos de forma particularizada, como também de forma agregada de forma a dar um sentido e um alcance mais amplo, apesar de não intencionar fazer generalizações ou inferências estatísticas.

## **4 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS DADOS**

Nesta seção apresenta-se os principais resultados obtidos ao longo do desenvolvimento do estudo, atendendo aos objetivos e respondendo à questão central de pesquisa. Os dados apresentados nos itens 4.1 a 4.3 se baseiam em dados de fontes secundárias e os itens 4.4 a 4.6 em dados de fontes primárias.

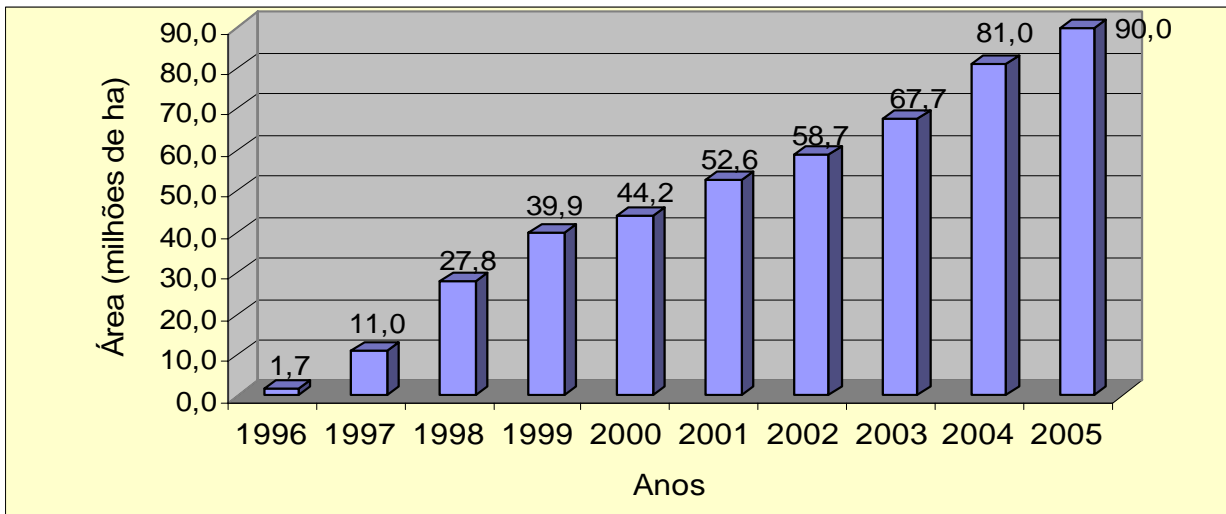
### **4.1 DINÂMICA DE MERCADO PARA A PRODUÇÃO E PESQUISA DE OGMs**

Na década de 1980 foram obtidas e liberadas a campo as primeiras plantas GM. Contudo, a efetiva comercialização de OGMs começou nos anos 1990, com o tabaco resistente a vírus, produzido na China, o tomate de maturação lenta, produzido pela empresa Calgene, e com a soja *Round-Up Ready* produzida pela Monsanto. A partir daí houve uma grande expansão da produção de OGMs no mundo, conforme se observa por meio dos dados apresentados na seção 4.1.1. Após a análise dos dados globais de produção de OGMs, apresenta-se, na seção 4.1.2 e 4.1.3, um panorama internacional e nacional da pesquisa com OGMs e na seção 4.1.4 analisa-se o movimento de mercado, principalmente os processos de fusão e aquisição no setor de biotecnologia.

#### **4.1.1 EVOLUÇÃO DA PRODUÇÃO COMERCIAL DE OGMs**

Em termos mundiais, o ano de 1996 representou o início, de forma mais significativa, da produção e comercialização de OGMs. Desta forma, nesta subseção busca-se analisar a evolução do plantio de OGMs autorizados no mundo a partir de

1996, com destaque para o período de 2001 a 2005. Na Figura 3 pode-se observar que entre os anos de 2001 e 2005 houve um crescimento de 71% na área plantada, o que corresponde a uma área de 37,4 milhões de hectares. Somente entre os anos de 2004 e 2005 o crescimento foi de 11%.

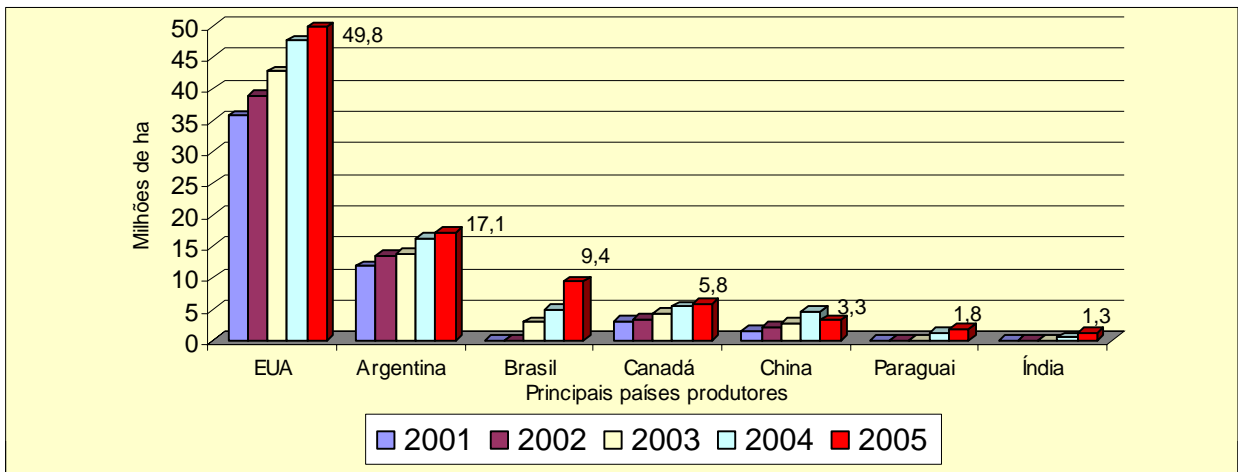


**Figura 3:** Evolução da área plantada com OGMs no mundo de 1996 a 2005 (em milhões de ha)

**Fonte:** James (2002, 2004, 2005)

Os países com as maiores áreas plantadas com OGMs autorizados em 2005, em milhões de hectares, foram os Estados Unidos (49,8), Argentina (17,1), Brasil (9,4), Canadá (5,8), China (3,3), Paraguai (1,8) e Índia (1,3), conforme pode ser observado na Figura 4. A participação destes países na área plantada com OGMs foi, respectivamente, 55,3%, 19%, 10,4%, 6,4%, 3,7%, 2,0%, 1,4%. Juntos, estes países responderam por 98,2% dos 90 milhões de ha plantados com OGMs.

É importante destacar que o número de países que cultivam lavouras GM passou de 17 em 2004 para 21 em 2005, com a incorporação de 3 países da União Europeia (Portugal, França e República Tcheca) e o Irã.



**Figura 4:** Área plantada com OGMs por país no período de 2001 a 2005 (em milhões de ha)

**Fonte:** James (2002, 2004, 2005)

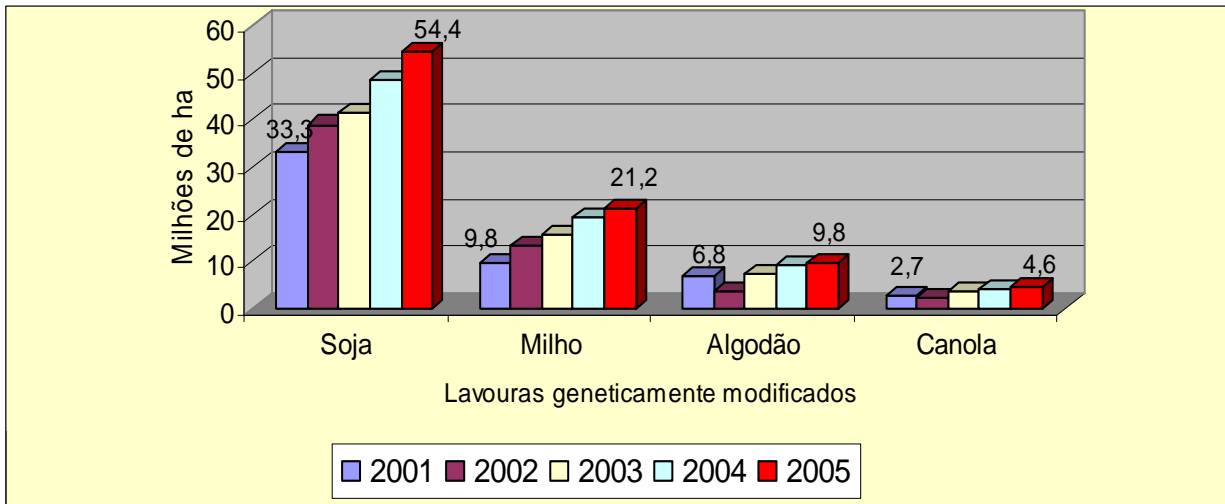
Os países que plantaram menos de um milhão de hectares de lavouras GM em 2005 foram: África do Sul (0,5), Uruguai (0,3), Austrália (0,3), México (0,1), Romênia (0,1), Filipinas (0,1), Espanha (0,1) e Colômbia, Irã, Honduras, Portugal, Alemanha, França e República Tcheca (com menos de 0,1 milhão de ha plantados cada um).

Os dados apresentados se referem ao cultivo autorizado de produtos GM, não sendo computados os cultivos ilegais. Na prática, isto significa que estes números poderiam ser maiores se fossem computados os dados de toda a área plantada.

No caso do Brasil, há uma expectativa que sua participação em 2006 aumente consideravelmente em função da aprovação da nova lei de biossegurança e sua regulamentação em 2005.

Os principais cultivos GM em 2005 no mundo foram: soja (54,4 milhões de ha), milho (21,2 milhões de ha), algodão (9,8 milhões de ha) e Canola (4,6 milhões de ha). Em 2005, a área cultivada com cada um destes produtos corresponderam, respectivamente, a 60%, 24%, 11% e 5% da área total plantada com OGMs (JAMES, 2005).

O crescimento da área cultivada com cada uma das principais lavouras GM de 2001 a 2005 pode ser observado na Figura 5.



**Figura 5:** Área cultivada com os principais OGMs no mundo no período de 2001 a 2005 (em milhões de ha)

**Fonte:** James (2002, 2004, 2005)

A tolerância a herbicidas, a resistência a insetos e a combinação tolerância a herbicidas e resistência a insetos foram as características mais presentes nos OGMs cultivados no mundo em 2005, correspondendo a 71%, 18% e 11%, respectivamente.

James (2005), baseado em uma estimativa da empresa Cropnosis, aponta o valor do mercado global de lavouras GM em US\$ 5,25 bilhões em 2005, equivalentes a aproximadamente 15% dos US\$ 34,02 bilhões do mercado mundial de proteção de plantas e 18% do mercado mundial de sementes, avaliado em US\$ 30 bilhões.

Em 2005, segundo estimativas de James (2005), um total de 8,5 milhões de agricultores realizaram cultivos GM, número superior aos 8,25 milhões de agricultores em 2004.

Na subseção seguinte busca-se analisar a pesquisa com OGMs no mundo com base em dados secundários.

#### 4.1.2 PESQUISA COM OGMs NO MUNDO

Nesta seção busca-se abordar o desenvolvimento de pesquisas com OGMs em países em desenvolvimento, na Europa e nos Estados Unidos com base em dados secundários de diferentes fontes nacionais e internacionais.

Em 2004 havia 63 países que realizavam pesquisas ou possuíam produção biotecnológica relacionadas a produtos agrícolas, assim distribuídos: 6 na África, 12 na Ásia/Pacífico, 15 na América Latina, 15 na Europa Ocidental, 13 na Europa Oriental e 2 na América do Norte (RUNGE; RYAN, 2004).

Considerando que o planeta tem 249 países (nações), havia pouco mais de 25% dos países com atividade de pesquisa ou produção de plantas geneticamente modificadas em 2004. Em 2004 foram realizadas pesquisas com 57 tipos de plantas, demonstrando uma grande variedade de produtos que vêm merecendo o trabalho de pesquisadores ao redor do planeta.

É importante destacar que a produção comercial de OGMs é a etapa final de um processo que se inicia em laboratórios públicos e privados de pesquisa. Este processo, que vai da pesquisa em laboratório até a produção em escala comercial, pode ser caracterizado em 4 estágios:

- a) Estágio 1: investigação das características (*traits*) biotecnológicas potenciais e estratégias genéticas – realizado por cientistas em laboratórios públicos e privados e em estufas;
- b) Estágio 2: experimento a campo - cultivo e teste após resultados satisfatórios no estágio anterior;
- c) Estágio 3: aprovação para comercialização em cada país onde será cultivado e consumido (por seres humanos ou animais) o produto de origem biotecnológica;
- d) Estágio 4: aceitação e produção em escala comercial dos OGMs.

A construção de um OGM em laboratório passa pela identificação do gene desejado, seu isolamento e inserção ou supressão em testes *in vitro*, antes de ir para as estufas (casas de vegetação). A partir da fase de laboratório é necessário de 5 a 6 anos de experimentação em campo para que uma variedade esteja pronta para a comercialização. Este período é importante para avaliar a estabilidade do gene inserido e seus efeitos sobre o ambiente e saúde humana (LHEUREUX *et al.*, 2003).

No Quadro 9, pode-se observar o estágio mais avançado da pesquisa com OGMs em plantas no mundo em 2004, de acordo com os estágios acima mencionados. É importante destacar que o fato de um produto estar no estágio de produção em escala comercial, com regulamentação aprovada ou em fase de experimentação a campo, não significa que não existam pesquisas em laboratórios para outras características genéticas do mesmo produto.

Em alguns casos, a regulamentação aprovada para o plantio em escala comercial de certo produto pode se referir apenas para a importação ou apenas para exportação, conforme nota ao final do Quadro 9.

Percebe-se que enquanto existem diversos países que possuem produção em escala comercial, vários outros ainda estão em fase de pesquisas em laboratório. Há uma grande quantidade de produtos em fase de experimentação (teste) em campo, o que demonstra o grande potencial para a melhoria nos processos produtivos e nas características dos produtos. Percebe-se também que a soja, o milho e o algodão são os produtos que, em média, estão nos estágios mais avançados do processo pesquisa/produção comercial.



**Quadro 9:** Estágio mais avançado da pesquisa com OGMs em plantas no mundo em 2004 (*continua...*)

<b>Países</b>	<b>Estágio 1: Pesquisa em laboratório</b>	<b>Estágio 2: Teste de campo</b>	<b>Estágio 3: Regulamentação aprovada</b>	<b>Estágio 4: Produção comercial</b>
Canadá	-	trigo, cevada, alfafa, girassol, trevo, açafrão, uva, amendoim, café e mostarda	algodão, beterraba, arroz, linhaça, batata, tomate, abóbora, mamão e chicória	soja, milho, canola e tabaco
EUA	-	trigo, cana-de-açúcar, cevada, alfafa, açafrão, ervilha, alface, pepino, cebola, banana, maçã, ameixa e melancia.	beterraba, arroz, linhaça, batata, tomate e melão	soja, algodão, milho, canola, abóbora e mamão
Austrália	-	trigo, cana-de-açúcar, cevada, trevo, tomate, ervilha, alface, mamão, abacaxi, maçã, uva, mostarda, tremoço e papoula	soja*, milho*, canola*, beterraba* e batata*	algodão
Europa Ocidental	-	algodão, beterraba, arroz, trigo, cevada, alfafa, girassol, batata, tomate, abóbora, ervilha, alface, repolho, cenoura, beringela, couve-flor, brócolis, espinafre, melão, maçã, uva, ameixa, morango, melancia, citros, cereja, melão, kiwi, framboesa, mostarda e oliva	soja*, canola, tabaco* e chicória	milho
Argentina	cana-de-açúcar, cevada e tabaco	beterraba, trigo, alfafa, girassol, batata e tomate	-	soja, algodão e milho
México	-	milho, canola, arroz, linhaça, trigo, batata, abóbora, pimenta, mamão, melão, banana, abacaxi e tabaco	soja e tomate	algodão
China	canola, beterraba, trigo, cevada, sorgo e cenoura	soja, milho, arroz, batata, repolho, mamão, melão, tabaco e amendoim	-	Algodão, tomate e pimenta

**Quadro 9:** Estágio mais avançado da pesquisa com OGMs em plantas no mundo em 2004 (...continuação)

<b>Países</b>	<b>Estágio 1: Pesquisa em laboratório</b>	<b>Estágio 2: Teste de campo</b>	<b>Estágio 3: Regulamentação aprovada</b>	<b>Estágio 4: Produção comercial</b>
Japão	trigo, alface, mamão, morango e tabaco	arroz, ervilha, pepino, couve-flor, brócolis e melão	soja*, algodão*, milho*, canola*, beterraba*, batata* e tomate*	-
África do Sul	-	canola, cana-de-açúcar, batata e morango	-	soja, algodão e milho
Brasil	cevada, alface e cacau	algodão, milho, arroz, cana-de-açúcar, batata, tomate, ervilha, cenoura, mamão e tabaco	-	soja
Europa Oriental	beterraba, linhaça, cevada, tomate e uva	canola, trigo, alfafa, girassol, batata, ervilha, ameixa e tabaco	milho	soja
Indonésia	arroz, cana-de-açúcar, mandioca, batata, tomate, pimenta, tabaco, amendoim, café, palma e cacau	soja, milho	algodão*	-
Uruguai				soja e milho
Egito	cevada, ervilha e banana	milho, trigo, cana-de-açúcar, batata, tomate, abóbora, pepino e melão	algodão e canola	-
Índia	arroz, batata, tomate e pepino	canola, cenoura e tabaco	-	algodão
Colômbia	mandioca, batata, tomate e banana	-	-	algodão
Filipinas	arroz, tomate, mamão, manga, côco e tabaco	banana	-	milho
Paraguai		-	-	soja
Chile	batata, tomate, melão, maçã, uva, ameixa, tabaco e alho	-	-	soja** e milho**
Coréia do Sul	-	pimenta e tabaco	soja* e milho*	-

**Quadro 9:** Estágio mais avançado da pesquisa com OGMs em plantas no mundo em 2004 (...continuação)

<b>Países</b>	<b>Estágio 1: Pesquisa em laboratório</b>	<b>Estágio 2: Teste de campo</b>	<b>Estágio 3: Regulamentação aprovada</b>	<b>Estágio 4: Produção comercial</b>
Honduras	-	-	milho	-
Belize	-	soja, algodão, milho	-	-
Cuba	milho, arroz, tomate, banana, abacaxi, citrus e café	cana-de-açúcar, batata e mamão	-	-
Tailândia	mandioca e mamão	algodão e arroz	-	-
Venezuela	arroz, cana-de-açúcar, ervilha, mamão, banana, manga e café	mandioca, tomate e pimenta	-	-
Zimbabwe	-	algodão, mandioca e batata	-	-
Bolívia	-	soja, algodão e batata	-	-
Costa Rica	milho e banana	arroz	-	-
Nova Zelândia	-	canola e cebola	-	-
Malásia	arroz, pimenta, ervilha, beringela, mamão, melão, banana, abacaxi, tabaco e palma	-	-	-
Paquistão	algodão e arroz	-	-	-
Marrocos	trigo	-	-	-
Bangladesh	arroz, ervilha, mamão, tabaco e amendoim	-	-	-
Kênia	milho	batata	-	-
Peru	-	batata	-	-
Guatemala	-	tomate	-	-
Tunísia	batata	-	-	-

**Fonte:** Runge e Ryan (2004)

\* Aprovado apenas para importação

\*\* Aprovado apenas para exportação

No Quadro 10 apresenta-se uma análise mais detalhada do processo de desenvolvimento da pesquisa em países em desenvolvimento, por meio do número de iniciativas para desenvolver OGMs, de acordo com a base de dados da FAO, denominado *FAO Biotechnology in Developing Countries Database (FAO-BioDeC)* de 31 de agosto de 2004 e que estão presentes em FAO (2005).

Ao somar o total das colunas A, B, C e D, chega-se a 479 iniciativas de desenvolvimento de OGMs nos países em desenvolvimento. Deste total, a América Latina responde por 45% do total de iniciativas com OGMs e a Ásia com 40%. Assim, apenas estas duas regiões são responsáveis por 85% das iniciativas de desenvolvimento de plantas GM nos países em desenvolvimento.

As três características que vêm sendo alvo do maior número de pesquisas, em ordem decrescente, são: a resistência a patógenos, a resistência a insetos e a qualidade melhorada. Em seguida estão a tolerância a herbicidas, a resistência a *stresses* e as múltiplas resistências.

Observa-se que a América Latina se destaca, liderando o *ranking* das pesquisas em laboratório (98 do total de 227 iniciativas – 43%) e do número de variedades experimentadas a campo (110 variedades do total de 192, o que corresponde a 57%). A Europa Oriental é que possui o pior desempenho em termos de experimentação a campo, com a realização de apenas uma experimentação. Mesmo as pesquisas realizadas em laboratório (18) nesta região, estão bem abaixo das regiões líderes dos países em desenvolvimento.

Pelos dados apresentados, percebe-se que há um grande potencial de desenvolvimento de OGMs que podem beneficiar os países em desenvolvimento. OGMs como soja com alto teor de óleo, milho com alto teor de lisina, mamão, mandioca e batata-doce resistentes a vírus, arroz tolerante a *stress* abiótico (como salinidade e seca) são alguns destes exemplos. Desta forma, estes países vão gerando e diversificando seus OGMs, que até então (a exemplo da soja tolerante ao glifosate e o milho resistente a insetos) eram adquiridos de países desenvolvidos. Conforme a FAO (2005), os programas de pesquisa que vêm sendo desenvolvidos nos países em desenvolvimento poderão combater perdas e melhorar a qualidade dos alimentos.

**Quadro 10:** Número de iniciativas para desenvolver determinadas características em OGMs (*continua ...*)

Modificação Genética		África					Ásia					Europa Oriental					América Latina					Near East					TOTAL				
		A	B	C	D	E	A	B	C	D	E	A	B	C	D	E	A	B	C	D	E	A	B	C	D	E	A	B	C	D	E
OGMs resistentes a patógenos	Vírus	-	2	3	-	2	2	17	14	9	9	-	-	-	-	-	-	16	26	-	9	-	9	2	-	3	2	44	45	9	23
	Bactéria	-	-	-	-	-	-	1	3	5	5	-	-	-	-	-	-	-	1	-	1	-	-	-	-	-	-	1	4	5	6
	Fungo	-	1	1	-	1	-	1	6	-	5	-	-	3	-	1	-	6	16	-	8	-	-	-	-	-	-	8	26	-	15
	Outros	-	-	-	-	-	-	-	7	-	4	-	-	1	-	1	-	3	8	-	4	-	-	-	-	-	-	3	15	-	8
	<b>Sub total</b>	-	3	4	-	3	2	19	35	14	9	-	-	4	-	1	-	25	51	-	9	-	9	2	-	6	2	56	96	14	25
OGMs resistentes a insetos	Coleóptera	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Lepidóptera	2	1	1	-	3	3	15	11	6	7	-	-	-	-	-	1	17	5	-	6	-	2	2	-	2	6	35	19	6	18
	Outras	-	-	2	-	2	-	1	6	8	5	-	-	-	-	-	-	3	10	-	5	-	-	1	-	1	-	4	19	8	13
	<b>Sub total</b>	2	1	3	-	3	3	16	17	14	7	-	-	-	-	-	1	20	15	-	10	-	2	3	-	2	6	39	38	14	22
OGMs tolerantes a herbicidas	Glifosate	-	3	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	1	-	1	1	14	5	-	4	-	-	-	-	-	1	17	6	-	6
	Glifosinato	-	4	-	-	1	-	4	-	-	2	-	1	-	-	1	3	14	-	-	4	-	-	1	-	1	3	23	1	-	6
	Phosphint.	-	2	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	1
	Outros	-	2	1	-	1	-	1	-	6	3	1	-	-	-	1	-	6	6	-	4	-	-	-	-	-	1	9	7	6	8
	<b>Sub total</b>	-	11	1	-	1	-	5	-	6	4	1	1	1	-	2	4	34	11	-	7	-	-	1	-	1	5	51	14	6	15
OGMs resistentes a stress abiótico	Frio	-	-	-	-	-	-	1	-	1	2	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	2	-	1	3
	Sal	-	-	-	-	-	-	1	4	2	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	1	1	-	1	-	2	7	2	8
	Calor	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	1	-	1	-	-	-	-	-	2	-	1	-	-	4	-	2
	Seca	-	-	1	-	1	-	2	1	2	3	-	-	1	-	1	-	1	-	-	-	-	-	1	-	1	-	2	4	2	6
	Outros	-	-	1	-	1	-	1	2	1	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7	-	-	2	-	1	-	1	12	1	9
	<b>Sub total</b>	-	-	2	-	2	-	5	7	6	6	-	-	3	-	1	-	1	-	1	9	-	1	6	-	1	-	7	27	6	15

**Quadro 10:** Número de iniciativas para desenvolver determinadas características em OGMs (...continuação)

Modificação Genética		África					Ásia					Europa Oriental					América Latina					Near East					TOTAL				
		A	B	C	D	E	A	B	C	D	E	A	B	C	D	E	A	B	C	D	E	A	B	C	D	E	A	B	C	D	E
OGMs com qualidade melhorada	Vitaminas	-	-	-	-	-	-	-	-	2	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	2
	Óleo	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	-	-	3	-	-	-	-	-	-	3	-	-	3
	Proteína	-	-	-	-	-	-	-	1	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	-	2
	AA compôs.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	-	-	3	-	-	-	-	-	-	3	-	-	3
	Starch com	-	-	-	-	-	-	1	-	-	2	-	-	1	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	-	3
	Cresc. alter.	-	-	-	-	-	1	2	5	-	4	-	-	-	-	-	-	6	1	-	2	-	-	1	-	1	1	8	7	-	6
	Outros	-	-	-	-	-	1	-	19	2	6	-	-	9	-	5	-	7	11	-	7	-	-	-	-	-	1	7	39	2	18
<b>Sub total</b>	-	-	-	-	-	2	3	27	4	8	-	-	10	-	5	-	19	12	-	8	-	-	1	-	1	2	22	50	4	22	
OGMs com múltipla resistência	Herb./ inset	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	8	-	-	3	-	-	-	-	-	1	10	-	-	4
	Herb./patóg.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	2	-	-	-	-	-	-	2	-	-	2
	Patóg/stress	-	-	-	-	-	-	-	1	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	1
	Patóg/patóg	-	-	-	-	-	-	2	1	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	1	-	2
	Outros	-	1	-	-	1	-	1	2	-	3	-	-	-	-	-	-	1	-	-	1	-	-	-	-	-	-	3	-	-	5
<b>Sub total</b>	-	3	-	-	1	-	3	2	-	3	-	-	-	-	-	1	11	-	-	3	-	-	-	-	-	1	17	2	-	7	
<b>TOTAL</b>		2	18	10	-	3	7	51	88	44	10	1	1	18	-	7	6	110	98	-	11	-	12	13	-	4	16	192	227	44	35

**Fonte:** Food and Agriculture Organization - FAO (2005)

**Legenda:** A - Número de variedades GM liberadas comercialmente

B - Número de variedades GM em testes de campo

C - Número de atividades de experimentação em laboratórios ou estufas

D - Número de variedades GM cujo status é desconhecido

E - Número de países envolvidos (o sub total desta coluna contabiliza o país apenas uma vez)

Considerando o valor da produção anual de alimentos de US\$ 1,3 trilhões, a perda causada por insetos, doenças e ervas-daninhas fica em torno de US\$ 500 milhões (entre 31 e 42% da produção), com uma perda adicional de US\$ 120 milhões (6 a 20% da produção) na pós-colheita, causada por insetos, fungos e bactérias. No caso dos cereais, a perda por causa de patógenos chega a 6% da produção em países desenvolvidos e a 22% em países em desenvolvimento. As perdas por causas abióticas (seca, inundação, frio, deficiência de nutrientes, variedade de solos e toxinas do ar) ficam em torno de 6 a 20%, o que corresponde a US\$ 120 milhões (FAO, 2005).

O uso de outras biotecnologias, como a micropropagação de plantas, marcadores moleculares, diagnósticos e técnicas microbiológicas prevalecem nos países em desenvolvimento, com 1.351 atividades, bem acima das 479 iniciativas de desenvolvimento de OGMs. As técnicas de propagação de plantas, que é usada por 59% dos biotecnólogos é assim distribuída entre as regiões: América Latina – 30%, Ásia – 28%, África – 20%, Europa Oriental – 18% e Leste Europeu – 4% (FAO, 2005).

Segundo estudo realizado em 2002 na Europa, baseado em resultados da aplicação de 165 questionários para empresas privadas (pequenas, médias e grandes) e instituições públicas (universidades e institutos públicos de pesquisa), indicou que 39% delas já haviam cancelado pelo menos um projeto de P&D com OGMs nos últimos 4 anos (ano base: 2002). A Tabela 1 apresenta alguns resultados desta pesquisa, categorizados por tipo de instituição.

**Tabela 1:** Respondentes europeus que cancelaram projetos de P&D com OGMs nos últimos 4 anos (ano base: 2002)

Tipo de instituição	Número de respondentes	Número de instituições que cancelaram projetos de P&D	
		Absoluto	Relativo
Pequenas e médias empresas	33	18	54,5
Grandes empresas	28	19	67,8
Universidades públicas	44	11	25,0
Institutos públicos de pesquisa	37*	8	21,6

**Fonte:** Lheureux *et al.* (2003)

\* um respondente disse que não sabia

Observa-se que empresas privadas são as que apresentaram maior frequência de cancelamento de projetos de P&D com OGMs. Enquanto no setor público esta frequência foi, em média, de 23%, no setor privado alcançou os 61%.

Na Tabela 2, pode-se observar as principais razões que levaram as instituições pesquisadas a cancelarem os projetos de P&D com OGMs.

**Tabela 2:** Razões para o cancelamento de projetos de P&D com OGMs na Europa nos últimos 4 anos (ano base: 2002)

Razão para o cancelamento	Pequenas e Médias Empresas	Grandes Empresas	Universidades	Institutos Públicos de Pesquisa
Inviabilidade do ponto de vista técnico/científico	5,0%	9,4%	13,8%	8,0%
O alvo poderia não ser alcançado dentro da programação do projeto	2,5%	3,5%	3,4%	8,0%
Altos custos do projeto	10,0%	8,2%	3,4%	4,0%
Modificação da estratégia da instituição	5,0%	5,9%	3,4%	4,0%
Recursos financeiros limitados	6,3%	2,4%	24,1%	24,0%
Falta de experiência da equipe	1,3%	0,0%	0,0%	4,0%
Falta de parceria apropriada	2,5%	1,2%	3,4%	8,0%
Problemas com propriedade intelectual	7,5%	2,4%	3,4%	4,0%
Falta de clareza ou alta exigência para teste de segurança dos produtos	10,0%	11,8%	13,8%	4,0%
Duração do processo de notificação	7,5%	9,4%	0,0%	0,0%
Falta de clareza da situação legal na União Européia	17,5%	12,9%	13,8%	4,0%
Baixa aceitação de usuários/ consumidores de produtos GM	11,3%	12,9%	6,9%	12,0%
Incertezas sobre a situação futura do mercado	10,0%	14,1%	6,9%	8,0%
Outras razões	3,8%	5,9%	3,4%	8,0%
Total	100%	100%	100%	100%

**Fonte:** Lheureux *et al.* (2003)

Obs.: Os 56 respondentes puderam apresentar mais de uma razão para o cancelamento de projetos.



Conforme se observa, os motivos principais (com freqüência igual ou superior a 10%) para o cancelamento de projetos nas pequenas e médias empresas foram, em ordem decrescente: falta de clareza da situação legal na União Européia, baixa aceitação de usuários/ consumidores de produtos GM, incertezas sobre a situação futura do mercado, falta de clareza ou alta exigência para teste de segurança dos produtos e altos custos dos projetos. Para as grandes empresas, as principais razões foram: incertezas sobre a situação futura do mercado, falta de clareza da situação legal na União Européia, baixa aceitação de usuários/ consumidores de produtos GM, falta de clareza ou alta exigência para teste de segurança dos produtos e duração do processo de notificação.

De acordo com o estudo, as pequenas e médias empresas apresentaram em média 4,4 motivos para o cancelamento dos projetos de P&D com OGMs e as grandes empresas apresentaram em média 4,5 motivos. No caso das universidades, foram citados 2,6 motivos e os institutos públicos de pesquisa apresentaram, em média, 3,1 razões para o cancelamento de projetos.

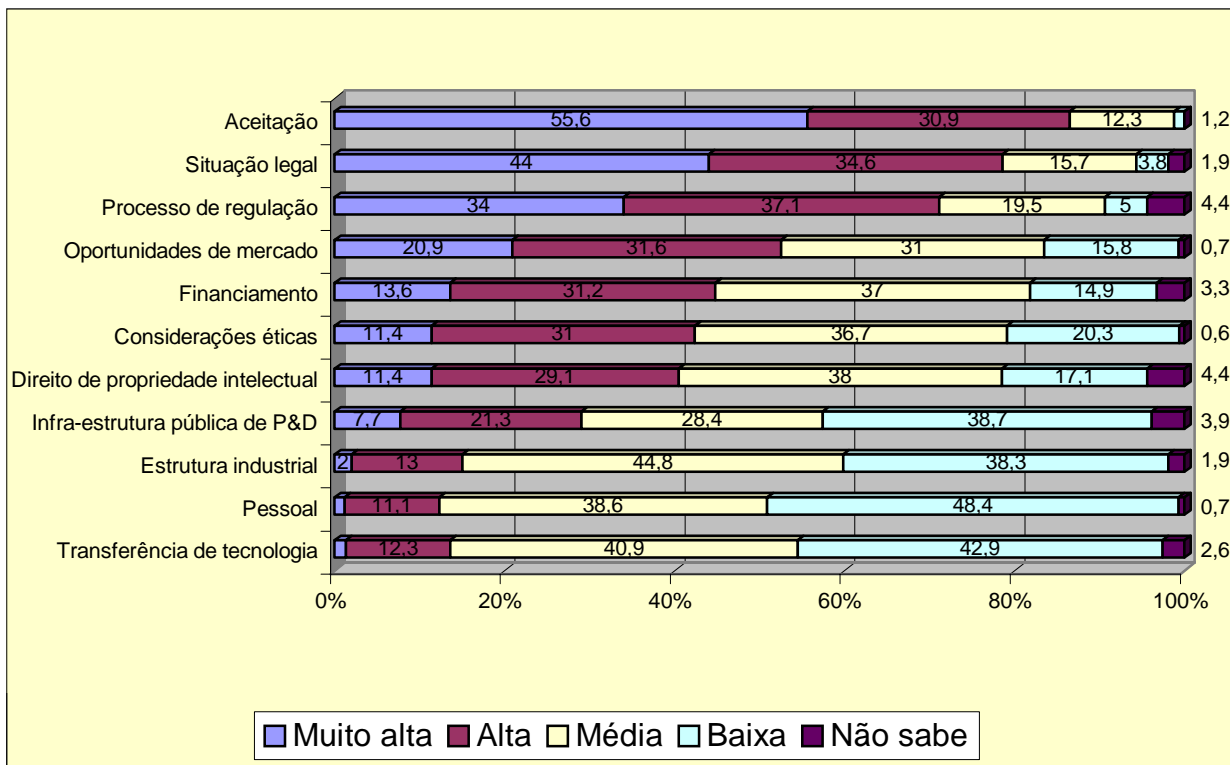
Para as Universidades, os motivos principais (com freqüência igual ou superior a 10%) para o cancelamento de projetos com OGMs foram: recursos financeiros limitados, falta de clareza da situação legal na União Européia, falta de clareza ou alta exigência para teste de segurança dos produtos e inviabilidade do ponto de vista técnico/científico. Para os institutos públicos de pesquisa, houve grande destaque para os recursos financeiros limitados e para a baixa aceitação de usuários/ consumidores de produtos GM.

Percebe-se que, enquanto as empresas privadas européias apontaram para as razões de falta de clareza legal, baixa aceitação dos consumidores e incertezas sobre a situação futura do mercado, as instituições públicas européias deram grande destaque para os recursos financeiros limitados.

Conforme apresenta Dalpe (2004), a busca de recursos por parte das universidades pode ser feita por meio da comercialização de patentes, especialmente no setor de biotecnologia. Citando o caso dos EUA, o autor destaca que importantes universidades (tais como *University of California*, *Massachusetts Institute of Technology*,

*University of Texas e Stanford University*) têm grande potencial de obtenção de recursos por meio do licenciamento de tecnologias. Somente a *University of California* obteve em 2000, um total de 434 patentes. Apesar do número de patentes das universidades norte-americanas ser relativamente elevado, os recursos obtidos a partir do licenciamento destas respondem por apenas 4% de seus gastos totais com P&D. Baseado em uma *survey* com 62 grandes universidades, o autor constatou que, em média, 76% dos rendimentos com o licenciamento tecnológico vinham de suas 5 principais invenções.

Na pesquisa realizada na União Européia, questionados sobre as principais restrições para a comercialização de OGMs nos próximos 10 anos, os entrevistados destacaram a aceitação por parte dos consumidores, a situação legal e o processo de regulação, conforme se observa na Figura 6.



**Figura 6:** Restrições para a comercialização de OGMs nos próximos 10 anos na Europa (ano base: 2002)

**Fonte:** Leureux *et al.* (2003)

Conforme se observa, as oportunidades de mercado, o financiamento, as considerações éticas e os direitos de propriedade intelectual também tiveram uma importante ênfase por parte dos entrevistados com restrições para a comercialização de OGMs, o que também pode estar afetando as pesquisas.

A seguir busca-se traçar um panorama das pesquisas com OGMs no Brasil, destacando os dados da CTNBio e da FAO.

#### 4.1.3 PESQUISA COM OGMs NO BRASIL

A mensuração exata da infra-estrutura de pesquisa com OGMs no Brasil é dificultada pela falta de informações atualizadas. No entanto, uma idéia geral sobre o potencial de pesquisa nacional pode ser obtida por meio de alguns dados, como os apresentados na Tabela 3, onde se apresenta a expansão do número de doutores no Brasil do ano de 2000 ao ano de 2004.

**Tabela 3:** Número de doutores por habitantes segundo região – 2000, 2002 e 2004.

Região	Doutores			Doutores por 100 mil habitantes		
	2000	2002	2004	2000	2002	2004
Sudeste	17.354	20.540	28.837	23,8	27,3	37,3
Sul	5.034	7.165	10.312	19,9	27,6	38,7
Nordeste	3.705	5.168	7.294	7,7	10,5	14,5
Centro-Oeste	1.873	2.404	3.636	15,9	19,6	28,4
Norte	705	1.152	1.721	5,4	8,4	12,0
<b>Total (*)</b>	<b>27.662</b>	<b>34.349</b>	<b>47.971</b>	<b>16,2</b>	<b>19,5</b>	<b>26,4</b>

**Fonte:** Diretório de Grupos de Pesquisa no Brasil (CONSELHO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO CIENTÍFICO E TECNOLÓGICO - CNPq, 2005)

\* O total é menor que a soma das regiões pelo fator de terem sido excluídas as duplicidades na contagem dos doutores que participam de grupos multi-estaduais.

Com base na Tabela, pode-se observar que do ano de 2000 para o ano de 2004 houve um crescimento no número total de doutores de mais de 73%. Este aumento, aliado a outras condições de suporte à pesquisa, poderá alavancar o desenvolvimento científico e tecnológico no Brasil. Embora os dados apresentados possam não refletir exatamente o crescimento do número de doutores que trabalham especificamente na área de biotecnologia, certamente algum aumento significativo houve também nesta área. Salles Filho *et al.* (2002), por exemplo, relatavam o grande impulso da pesquisa na área de biotecnologia em 2000, com o surgimento de 310 novos grupos de pesquisa em biotecnologia.

Em 2002, do total de 15.158 grupos de pesquisa existentes no Brasil, 6.292 grupos (quase 42%) estavam relacionados às ciências da vida, distribuídos da seguinte forma: ciências da saúde – 2.513, ciências biológicas – 2.126 e ciências agrárias – 1.653. O número de linhas de pesquisa relacionado às ciências da vida chegou em 2002 a 23.156 do total geral de 50.473 linhas de pesquisa, o que corresponde a quase 46% do total. As linhas de pesquisa em ciências da saúde, biológicas e agrárias foram 8.107, 7.727 e 7.322, respectivamente.

O Programa de Biotecnologia e Recursos Genéticos foi criado pelo governo brasileiro em 2000, coordenado pelo Ministério de Ciência e Tecnologia, em parceria com o CNPq e FINEP e com a participação da Embrapa e da Fiocruz. Este programa enfatiza a conservação dos recursos genéticos e o desenvolvimento de produtos e processos biotecnológicos com aplicações na produção industrial, na agropecuária e na saúde humana. Posteriormente, em 2001, foi instituído o Fundo Setorial de Biotecnologia, cujo objetivo foi incentivar o desenvolvimento científico e tecnológico brasileiro na área de biotecnologia e recursos genéticos. A fonte dos recursos é a parcela de 7,5% da CID - Contribuição de Intervenção e Domínio Econômico (SILVEIRA *et al.*, 2004).

No Brasil ocorreram liberações oficiais de teste com OGMs a partir de 1996, já que a legislação de biossegurança só foi aprovada em 1995. A Comissão Técnica Nacional de Biossegurança (CTNBio), criada a partir de 1995, concedeu pela primeira vez, em setembro de 1998, parecer favorável ao cultivo em escala comercial da soja

*Roundup Ready*. Mas, logo em seguida houve um grande número de recursos e liminares suspendendo o plantio em escala comercial. Mesmo assim, Oda e Soares (2001) já afirmavam que progressivamente estavam sendo criadas as condições para o desenvolvimento da biotecnologia no país. Segundo estudo da FAO (2005), o Brasil é um dos líderes em pesquisa biotecnológica em países em desenvolvimento.

A aprovação da Lei de Biossegurança, em 24 de março de 2005, criou novas perspectivas para a pesquisa e comercialização de OGMs. Desde a legislação anterior, qualquer entidade que deseja desenvolver atividades com OGMs e derivados, ou utilizar técnicas e métodos de engenharia genética, deve instituir uma Comissão Interna de Biossegurança (CIBio) e possuir o Certificado de Qualidade em Biossegurança (CQB).

Em 18 de junho de 2005 existiam 199 CQBs ativos no Brasil, com uma nítida concentração para os estados da região sudeste (56%) e sul (23%), o que aponta para uma atividade de pesquisa mais intensa nestas regiões. As regiões nordeste, centro-oeste e norte possuíam as participações de 11%, 8% e 2%, respectivamente. Conforme dados da CTNBio, as universidades brasileiras possuíam 86 CQBs, o que equivale a aproximadamente 43% do total existente no país nesta época. As instituições públicas detinham 125 CQBs, contra 74 de instituições privadas. Isto significa que aproximadamente 63% dos CQBs estavam de posse das instituições públicas, demonstrando a importância do financiamento público no desenvolvimento de pesquisas com OGMs no país.

O estágio de desenvolvimento de plantas GM no Brasil em 2004 pode ser observado no Quadro 11. Neste quadro, observa-se uma predominância das características de resistência a insetos, fungos e vírus e tolerância a herbicidas (glifosato e glufosinato). Embora haja pesquisas relacionadas ao *stress* abiótico (como a salinidade), estas ainda são muito escassas e ainda estão em fase de laboratório.

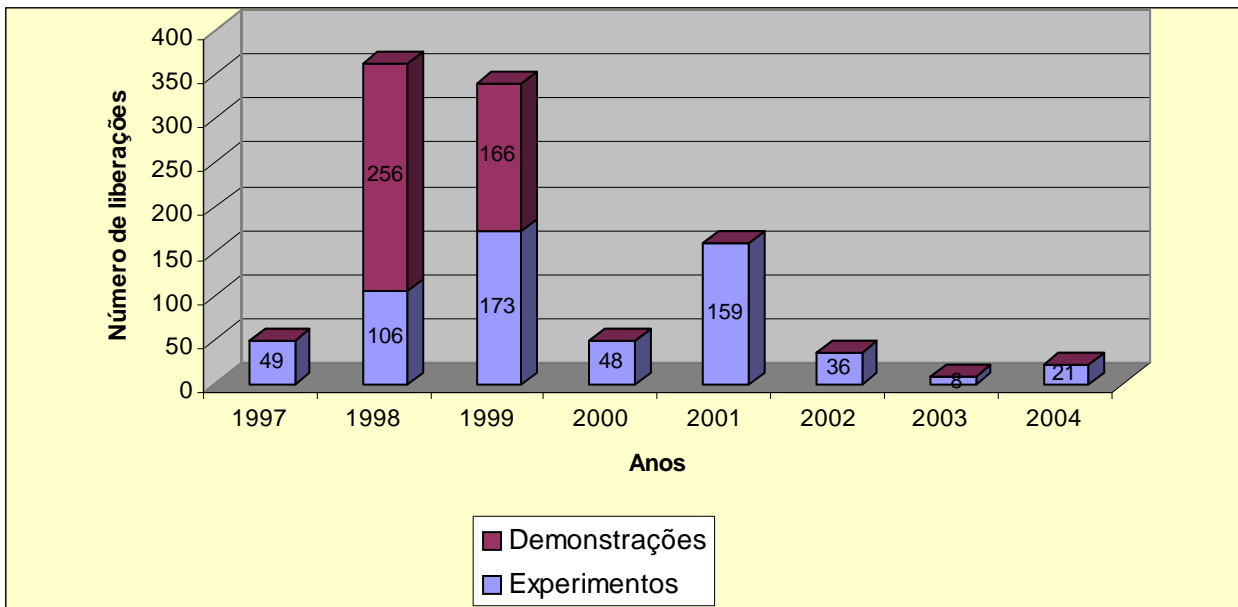
**Quadro 11:** Estágio do desenvolvimento de plantas GM no Brasil em 2004

<b>Estágio</b>	<b>Cultura</b>	<b>Característica</b>
Pesquisa em laboratório	Cevada	Resistência a fungo
	Cacau	Resistência a fungo
	Alface	Não-especificado
	Milho	Deficiência de alumínio e fósforo
	Arroz	Tolerância a salinidade e resistência a fungo
	Soja	Resistência a inseto
	Cana-de-açúcar	Resistência a insetos (perfurador ou lepidóptero)
Teste de campo	Feijão	Tolerância ao glufosinato e resistência ao vírus mosaico
	Cenoura	Gene carotenóide isolado
	Algodão	Tolerância ao glifosato
	Milho	Tolerância a herbicida, resistência a lepidópteros e múltipla resistência
	Mamão	Resistência ao vírus PRSV
	Batata	Resistência aos vírus PVY e PLRV
	Arroz	Tolerância ao glufosinato
	Soja	Resistência ao glufosinato, “imidazoline” e lepdópteros
	Cana-de-açúcar	Resistência a herbicida, lepdópteros e ao vírus SCMV (amarelo)
	Tabaco	Resistência aos vírus TSWV e PVY
Tomate	Resistência ao Gemini e Tospovirus	
Liberação comercial	Soja	Tolerância ao herbicida glifosato

**Fonte:** FAO (2005)

Analisando os desenvolvimentos ao longo do tempo no Brasil, percebe-se que no período de 1997 a 2004 foram realizadas 1022 liberações planejadas no meio ambiente, deliberadas pela CTNBio. Estas liberações incluem os experimentos e demonstrações com vegetais geneticamente modificados (Figura 7).

Conforme a Figura 7, houve um forte aumento no número deliberações de experimentos de 1997 para 1998 e uma posterior queda significativa em 2000. Em 2001 houve uma recuperação e posterior queda nos dois anos seguintes, chegando a 21 deliberações em 2004. Observa-se, desta forma, uma grande irregularidade no processo de pesquisa explicado pelo número de deliberações de experimentos com vegetais geneticamente modificados.



**Figura 7:** Liberações planejadas no meio ambiente deliberadas pela CTNBio entre os anos de 1997 e 2004

**Fonte:** Comissão Técnica Nacional de Biossegurança - CTNBio (2005)

No ano de 2004, o milho foi responsável por 52% das deliberações, seguido pela soja e eucalipto (14% cada um), algodão (10%) e pelo arroz e feijão (5% cada um). É importante ressaltar que das 21 deliberações, apenas 2 pedidos foram indeferidos.

Embora possa ter havido uma retomada em 2004, houve uma desaceleração em 2005 em função da suspensão das atividades da CTNBio por falta de regulamentação da lei de biossegurança aprovada em março de 2005. Esta regulamentação somente foi aprovada em novembro de 2005. Esta suspensão afetou todo o processo de emissão de pareceres técnicos e análises de pleitos relacionados com atividades envolvendo OGMs e/ou derivados. No entanto, há uma expectativa que a nova lei consolide as atribuições da CTNBio e favoreça a retomada das pesquisas com OGMs no Brasil.

Em 2005 diversas pesquisas foram anunciadas pelas mais diversas entidades de pesquisa, nas mais diversas áreas. Alguns exemplos podem ser citados como:

- a) projeto “genoma da aranha” da Embrapa Recursos Genéticos, que busca obter tecidos mais resistentes com o uso do gene responsável pela produção da teia (BRASIL Transgênico, 2005);

- b) projeto “mamona transgênica” da UFRGS, que busca obter plantas com alta capacidade de absorver metais do solo (como cadmio, chumbo e cobre), para utilizá-la como agente de descontaminação em área degradadas (UFRGS quer..., 2005);
- c) a Embrapa Soja, em parceria com o Instituto Japonês de Pesquisa Agropecuária (Jircas), desenvolve uma variedade de soja tolerante à estiagem que deve chegar ao mercado até 2012 (EMBRAPA estuda..., 2005);
- d) a Monsanto anunciou 4 novos projetos de sementes transgênicas (1 de milho e 3 de soja) que serão resistentes ao *stress* hídrico, a lagartas e à ferrugem e devem chegar ao mercado mundial até 2015 (NOVOS transgênicos, 2005).

Outras pesquisas com OGMs no país são desenvolvidas em culturas como algodão, trigo, cana-de-açúcar, eucalipto, arroz, feijão, mamão, dentre outras culturas. Em alguns casos, determinadas instituições brasileiras de pesquisa vêm trabalhando apenas no sentido de inserir genes de empresas multinacionais em variedades de plantas desenvolvidas e adaptadas às condições edafoclimáticas do país, como é o caso do gene da soja *Roundup Ready* da Monsanto.

#### **4.1.4 DINÂMICA DO MERCADO DE BIOTECNOLOGIA**

Segundo estudo realizado pela Fundação Biominas (2001), por solicitação do Ministério da Ciência e Tecnologia, o Parque Nacional de Empresas de Biotecnologia era composto em 2001 por 304 empresas. Este número pode ser considerado pequeno se comparado com a Alemanha (que é a segundo maior país em exportação de tecnologia, depois dos EUA), que possui 600 empresas no setor de biotecnologia (FIFTY facts..., 2005).

Pelo levantamento da Fundação Biominas foram consideradas empresas produtoras e usuárias que desenvolvem e/ou utilizam a biotecnologia para a produção de bens e serviços; empresas potencialmente usuárias que estão na fronteira de



utilização de técnicas mais avançadas em biotecnologia; bio-indústria em sinergia – empresas com produtos de interface na área de tecnologia de informação, interseções biomédicas, químicas e empresas que realizam P&D sem produção propriamente dita e empresas fornecedoras de equipamentos e insumos.

As empresas de biotecnologia estão fortemente concentradas nas regiões sudeste e sul do Brasil, chegando a 90% do total de empresas. Somente os Estado de São Paulo, Minas Gerais e Rio de Janeiro respondem por 81% das empresas de biotecnologia. Os estados da região norte e nordeste possuem uma pequena participação, alcançando 9% das 304 empresas cadastradas.

A distribuição das empresas por segmento e a participação por segmentos em estados de maior concentração podem ser observados na Tabela 4.

**Tabela 4:** Participação das empresas de biotecnologia por segmentos de mercado e percentuais gerais de participação por segmentos em estados de maior concentração

Segmentos de Mercado	Empresas (N=304)			Diretório de Empresas – Estados de maior concentração n=272 (90% de N)				
	Qtde Total	% Total	% (SP + MG)	Percentual sobre o total do Brasil				
				SP (n=129)	MG (n=89)	RJ (n=28)	PR (n=16)	DF (n=10)
Saúde humana	74	24	72	27	45	16	5	-
Saúde humana, animal e vegetal	14	4	79	36	43	-	-	14
Saúde animal	14	4	64	21	43	-	7	-
Agronegócio	37	12	57	35	22	8	13,5	13,5
Meio ambiente	14	4	78	14	64	14	-	7
Instrumental complementar	11	3	63	45	18	-	9	9
Química fina/enzima	18	6	63	28	5,5	-	5,5	-
Em sinergia	15	5	73	13	60	7	-	-
Fornecedores	51	17	92	76	16	2	2	-
MNCs, Públicas, Fármacos e Genéricos	66	22	64	53	11	14	4	1,5
<b>TOTAL</b>	<b>304</b>	<b>100</b>	<b>71</b>	<b>42</b>	<b>29</b>	<b>9</b>	<b>5</b>	<b>3</b>

**Fonte:** Fundação Biominas (2001)

Pela Tabela 4, percebe-se que os Estados de São Paulo e Minas Gerais juntos responderam por percentuais acima de 57% de participação em todos os segmentos de mercado, atingindo uma média geral de 71%. No caso das empresas do agronegócio, que incluem os produtos transgênicos, os Estados de São Paulo, Minas Gerais, Paraná, Rio de Janeiro e o Distrito Federal responderam por 92% do total de empresas deste segmento.

Do total de 304 empresas de biotecnologia, 58 empresas eram incubadas (cerca de 19%). A Tabela 5 apresenta a distribuição regional/estadual das empresas incubadas (FUNDAÇÃO BIOMINAS, 2001).

**Tabela 5:** Distribuição estadual / regional das empresas incubadas no setor de biotecnologia

<b>Estado / região</b>	<b>Número de Empresas incubadas</b>	<b>% sobre o total de empresas incubadas</b>	<b>% sobre o total de empresas por estado/região</b>
Minas Gerais (n=89)	26	45	29
São Paulo (n=129)	8	14	6
Rio de Janeiro (n=28)	8	14	29
Distrito Federal (n=10)	8	14	80
Norte e Nordeste (n=9)	4	7	40
Sul (n=27)	4	7	15
<b>TOTAL</b>	<b>58</b>	<b>100</b>	

**Fonte:** Fundação Biominas (2001)

Pode-se observar que o Estado de Minas Gerais se desponta com a maior concentração de empresas incubadas, chegando a 45% do total de empresas incubadas no país.

Considerando que o Brasil ocupa o quarto lugar em número de incubadoras no mundo e que 70% destas empresas mantêm vínculos com universidades e centros de pesquisa, percebe-se aí um grande potencial para inovação. Além disso, há um crescimento da ordem de 30% ao ano no número de empresas incubadas, o que confirma a vitalidade deste tipo de empreendimento (CAMARGO, 2002).

Um estudo mais recente (FUNDAÇÃO BIOMINAS, 2005) aponta para a existência de 75 empresas atuantes no Estado de Minas Gerais na área de biotecnologia e mais 8 empresas em estado de pré-incubação, chegando a um total de 83 empresas. O estudo constatou um decréscimo de 89 empresas em 2001 para um total de 83 empresas em 2004. Observou-se a retirada de 34 empresas da base de dados de 2001 e a entrada de 28 empresas no setor de biotecnologia. A saída das empresas se deu por reclassificação - tendo em vista parâmetros internacionais de comparação (11 empresas), mortalidade (8 empresas), mudança de setor (7 empresas), fusões e aquisições (4 empresas), “hibernação” (3 empresas que entraram em estado de espera por um cenário econômico mais favorável) ou mudança de cidade (1 empresa). De qualquer forma, o estudo aponta para a existência de um Arranjo Produtivo Local (APL) ou *cluster* de empresas de biotecnologia no Estado, mais especificamente na região metropolitana de Belo Horizonte.

O setor de biotecnologia de Minas Gerais apontou para um faturamento de R\$ 550 milhões e 3.300 empregos em 2004. Do ano de 2000 ao ano de 2003, o setor apresentou uma taxa 32% de crescimento no faturamento. Observou-se também que 32% das empresas de biotecnologia do Estado são incubadas ou passaram por processo de incubação. O estudo indicou também uma maior sofisticação tecnológica e inovação nas empresas de biotecnologia em Minas Gerais. Segundo os dados apresentados para 42 empresas estudadas com maiores detalhes, observou-se que haviam 53 patentes associadas, sendo 20 concedidas e 33 solicitadas. A média que era de 0,94 patentes por empresa em 2001, chegou a 1,3 patentes/empresa (FUNDAÇÃO BIOMINAS, 2005).

A seguir apresenta-se uma breve análise do intenso processo de fusão e aquisição que ocorreu no setor de biotecnologia, principalmente entre as grandes empresas multinacionais que atuam no setor como a Syngenta, a Monsanto, a Bayer, a DuPont e a Dow AgroSciences, provocando repercussões importantes no Brasil.

A Syngenta surgiu da fusão das divisões agrícolas da Novartis e a divisão química da AstraZêneca em 2000. A Novartis também já havia sido criada em 1996 com a união entre a Sandoz e a Ciba-Geigy, ambas de capital suíço. Segundo Santini

(2002), a Syngenta gasta entre 9 e 10% do faturamento em P&D na área de sementes. No Brasil a empresa possui 2 usinas de sementes (Uberlândia – MG e Cascavel – PR) e mantém parceria com a Cooperativa Agrícola do Alto Parnaíba e com a Universidade Federal de Viçosa.

A Monsanto, de capital norte-americano, atua no Brasil nas áreas química e agrícola, inclusive com pesquisa em biotecnologia. A Monsanto chegou ao Brasil através da aquisição da Agrocerec (capital nacional) em 1997 e em seguida adquiriu a Braskalb e a divisão de sementes da Cargill. Os gastos com P&D passou de 6% em 1996 para 10% em 2001 (SANTINI, 2002). Na fase inicial de pesquisa de OGMs, a Monsanto depende totalmente de sua matriz, que possui fontes diferenciadas de germoplasma. Com a indicação dos genes a serem utilizados, os testes são realizados em diversas regiões do Brasil.

A Bayer CropScience foi criada em 2002 por meio da incorporação da Aventis CropScience (capital franco-alemão) pela Bayer AG (Alemã). É importante destacar que a Aventis já havia sido o resultado da fusão entre a AgrEvo (também resultado de fusão entre a Hoesch e a Schering) e a Rhône-Poulenc (WILKINSON; CASTELLI, 2000; SANTINI, 2002; ZANATTA, 2003).

A Du Pont adquiriu em 1999 a Pioneer Hi-Bred e vem se destacando na produção de sementes de milho. Segundo dados de Santini (2002), a Pioneer investia de 3 a 4% de seu faturamento em P&D. Atualmente a empresa possui parceria tecnológica com a Monsanto para o desenvolvimento do Milho Bt, com resistência a insetos. A empresa possui 3 estações de pesquisa (Toledo – PR, Itumbiara – GO e Balsas - MA) e estava construindo outra unidade em Passo Fundo (RS).

A Dow AgroSciences é de capital norte-americano e investe na área de biotecnologia por meio da Mycogen e Cargill para o desenvolvimento do milho Bt. Possui 2 usinas de sementes (em Cravinos – SP e Orlândia – SP) e uma fábrica de agroquímicos (Franco da Rocha – MG). A Dow AgroScience fez a aquisição de diversas empresas de sementes, como: Dinamilho, Híbridos Colorado, FT Biogenética de Milho e Sementes Hatã. Em 1989 adquiriu a parte de sementes de milho da Zêneca. Segundo

Santini (2002), a empresa vem investindo 13% de seu faturamento em P&D desde o ano de sua criação (1997).

Devido ao desenvolvimento cada vez mais intenso de novos OGMs, pode-se falar numa espécie de revolução genética. Há uma grande diferença entre a “revolução verde” e a “revolução genética”. Enquanto a primeira se baseou em programas públicos de P&D que promoveram uma transferência internacional de tecnologia como bem público, a segunda foi liderada por grandes empresas multinacionais que buscam o lucro a partir da comercialização de suas tecnologias (PINGALI; RANEY, 2005).

As grandes empresas multinacionais do setor de biotecnologia, tipicamente, atuam tanto no setor de agroquímicos, quanto no setor de sementes. O *ranking* das 10 principais empresas que atuam no setor de agroquímicos no mundo pode ser observado na Tabela 6.

**Tabela 6:** *Ranking* das 10 empresas de maior faturamento em vendas de agroquímicos no mundo em 2003.

<b>Posição no ranking</b>	<b>Empresa</b>	<b>Nacionalidade</b>	<b>Vendas de agroquímicos (milhões de dólares)</b>
1	Syngenta	Suíça	5.507
2	Bayer	Alemanha	5.394
3	Basf	Alemanha	3.569
4	Monsanto	EUA	3.031
5	Dow	EUA	3.008
6	DuPont	EUA	2.024
7	Sumitomo Chemical	Japão	1.141
8	MAI	Israel	1.035
9	Nufarm	Austrália	801
10	Arysta	Japão	711
<b>Total do faturamento das 10 maiores empresas</b>			<b>26.221</b>

**Fonte:** *Agrow World Crop Protection News* (ETC GROUP, 2005)

Observa-se que as três maiores empresas do *ranking* são responsáveis por mais de 55% do faturamento do total das 10 maiores. No setor de sementes a situação não é

muito diferente em termos mundiais, já que a concentração também é bastante acentuada, conforme mostra a Tabela 7.

**Tabela 7:** *Ranking* das 10 empresas de maior faturamento em vendas de sementes no mundo em 2003 e 2002

<b>Posição no ranking</b>	<b>Empresa</b>	<b>Nacionalidade</b>	<b>Vendas em 2003 (milhões de dólares)</b>	<b>Vendas em 2002 (milhões de dólares)</b>
1	DuPont (Pionner)	EUA	2.240	2.000
2	Monsanto	EUA	1.879	1.600
3	Syngenta	Suíça	1.071	937
4	KWS AG	Alemanha	529	391
5	Seminis	EUA	477	453
-	Advanta	Holanda	Vendida para a Syngenta	435
6	Groupe Limagrain	França	497	433
7	Sakata	Japão	395	376
8	Delta & Pine Land	EUA	315	258
9	Bayer Crop Science	Alemanha	311	250
10	Dow	EUA	204	200
<b>Total do faturamento das 10 maiores empresas</b>			<b>7.918</b>	<b>6.898</b>

**Fonte:** ETC Group (2005)

Conforme apresenta a Tabela 7, todas as 10 empresas apresentaram crescimento importante do ano de 2002 para 2003. Exceto a empresa Advanta, que foi vendida em 2003, observa-se que as empresas apresentadas obtiveram uma média aproximada de 15% de crescimento no faturamento neste período.

De acordo com dados mais recentes e gerais (UFRGS quer..., 2005), somente a empresa Monsanto faturou 5,027 bilhões de dólares em suas vendas líquidas globais nos primeiros nove meses do exercício de 2005. Isto significou um aumento de 19,7% em relação ao mesmo período do ano fiscal anterior. Em relação ao lucro líquido, a

Monsanto reportou um aumento de 23% na mesma comparação, alcançando 380 milhões de dólares. A empresa informou também que 14% do incremento das vendas veio de seus negócios principais, e o restante de aquisições realizadas nos primeiros nove meses do exercício de 2005.

Para se ter uma idéia do tamanho das empresas do setor, apenas as três maiores empresas (DuPont, Monsanto e Syngenta) foram responsáveis por mais de 65% do faturamento do total das 10 empresas de sementes presentes no *ranking* mundial em 2003.

Na Tabela 8 apresenta-se o dispêndio com P&D de algumas das maiores empresas que atuam na área de biotecnologia e de produtos químicos no ano fiscal de 2003 (findo em maio de 2004).

**Tabela 8:** Dispêndio com P&D de algumas das maiores empresas de biotecnologia e de produtos químicos no ano fiscal de 2003

Empresa	Foco de Pesquisa	Dispêndios com P&D			
		Valor em US\$ Milhões	Dispêndio por empregado	% sobre vendas	% de mudança (2002-2003)
DuPont	Materiais, química e biologia	1.349	16.654	5%	7%
Monsanto	Defensivos, genoma, genética e química	510	38.636	10%	-3%
Syngenta	Defensivos, genoma, genética e química	727	33.882	11%	4%
Bayer	Defensivos, saúde, materiais e Tecnologia da informação	2.898	25.116	8%	-5%
Dow	Defensivos, plásticos, química e energia	981	21.155	3%	-8%
Basf	Biotecnologia, engenharia genética, química e nanotecnol.	1.326	15.218	3%	-3%
<b>Média</b>		<b>1.298,50</b>	<b>25.110</b>	<b>6,67%</b>	<b>-1,33%</b>

**Fonte:** Massachusetts Institute of Technology - MIT (2004)

Conforme se observa, estas empresas investem, em média, 6,67% de seu faturamento em vendas com atividades de P&D. A Syngenta e a Monsanto são as que mais investem em P&D em termos percentuais. Mas, em termos absolutos, a Bayer é a

que mais investiu em P&D (quase 2,9 bilhões de dólares), das empresas analisadas. Comparando os investimentos destas empresas em 2003 em comparação com 2002, percebe-se que há um decréscimo no valor investido em P&D, com exceção da DuPont e da Syngenta que ampliaram seus investimentos em 7% e 4%, respectivamente.

Como sugerem diversos estudos econométricos, discutidos por Dalpe (2004), o número de patentes tende a estar correlacionado a altos orçamentos em P&D. Desta forma, apresenta-se na Tabela 9 o número de patentes na área de genética de plantas das principais empresas.

De acordo com a Tabela 9, se forem somadas as patentes pertencentes a cada um dos grupos de empresas (independente do período que foram fundidas ou adquiridas), teria-se: DuPont – 452 patentes; Monsanto – 207 patentes; Syngenta – 146 patentes; Dow Agrosiences – 23 patentes; Aventis – 37 patentes. Isto significa que estes cinco grupos são responsáveis por mais de 31% do total de patentes das empresas presentes no *ranking*. Há também uma importante participação das cinco universidades norte-americanas, sendo responsáveis por 6,34% do total de patentes na área de genética de plantas.

No caso do Brasil, além da atuação das empresas multinacionais, é perceptível a importante atuação de empresas públicas e privadas que pesquisam e comercializam sementes, como é o caso da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) e a Cooperativa Central de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (Coodetec), ambas de capital nacional, que também vêm atuando na área de OGMs.

Na área de OGMs, a Embrapa vem realizando pesquisas, já há algum tempo, sobre soja, mamão, feijão e batata; através de suas unidades de pesquisa em soja, trigo, recursos genéticos e biotecnologia, arroz e feijão, mandioca e fruticultura tropical, cerrados e hortaliças (CTNBio, 2003).



**Tabela 9:** Organizações líderes em patentes relacionadas à genética de plantas de 1998 a 2001

<b>Organização</b>	<b>Patentes</b>
Pionner Hi-Bred Int. <b>(A)</b>	296
Du Pont, EUA <b>(A)</b>	156
Monsanto <b>(B)</b>	83
Novartis <b>(C)</b>	83
Dekalb Genetics <b>(B)</b>	74
University of California	62
Calgene <b>(B)</b>	50
Zeneca <b>(C)</b>	45
Stine Seed Farm	42
Basf	38
Cornell Research Foundation	38
Rutgers, University of New Jersey State	30
CSIRO	29
Max Planck Society	29
Japan Tobacco	27
Minister Agriculture, Forest and Fish – Japan	24
University of Washington State Research Foundation	24
Agr. Agri-Food – Canadá	23
USDA	23
Mycogen <b>(D)</b>	23
Plant-Bioscience	21
Wisconsin Alumni Research Foundation	20
Aventis <b>(E)</b>	19
Rhone Poulenc Agro <b>(E)</b>	18
Mogen <b>(C)</b>	18
<b>Total</b>	<b>2.744</b>

**Fonte:** Derwent Biotechnology Abstracts (DALPE, 2004)

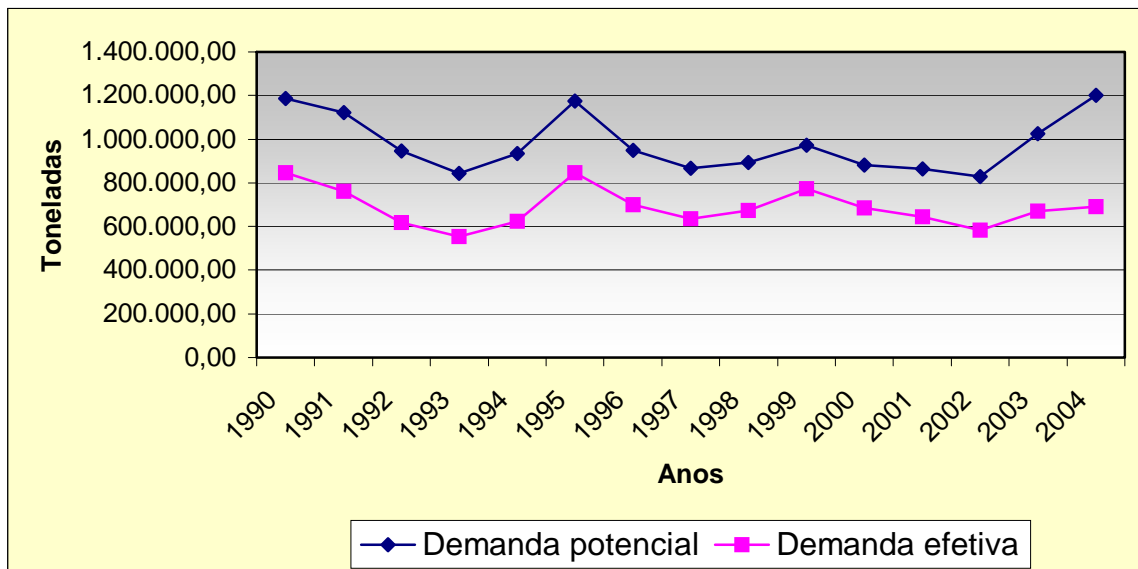
Obs.: Diversas empresas passaram por processos de fusão e aquisição. As letras em negrito representam o grupo ao qual pertencem, conforme segue: (A) DuPont; (B) Monsanto; (C) Syngenta; (D) Dow Agrosience; (E) Aventis

A Coodetec, outra empresa que pesquisa OGMs, é formada com o capital de 31 cooperativas que atuam na agricultura e biotecnologia e mantém parcerias com a Monsanto, Aventis, Syngenta e Universidade Federal de Viçosa, inclusive com licenciamento de genes.

Há também duas empresas brasileiras com importante participação no mercado nacional de agroquímicos, o que é o caso da Milênia e da Hokko, com participações de 8,3% e 3,7%.

O grau de concentração na produção de sementes de soja é bastante elevado, com as 3 principais empresas (Embrapa, Monsanto e Coodetec) sendo responsáveis por 85% do mercado, conforme Amis (2001 *apud* SANTINI, 2002). Comparando-se os dados de 2000/2001 com os apresentados por Wilkinson e Castelli (2000) a respeito da safra 1996/1997, pode-se observar que a participação da Embrapa caiu de 70% do mercado para 55%, cedendo espaço para empresas de capital privado, notadamente transnacional.

De acordo com dados da ABRASEM, houve uma retração na demanda efetiva por sementes de soja após o ano de 1999, conforme se pode observar na Figura 8.

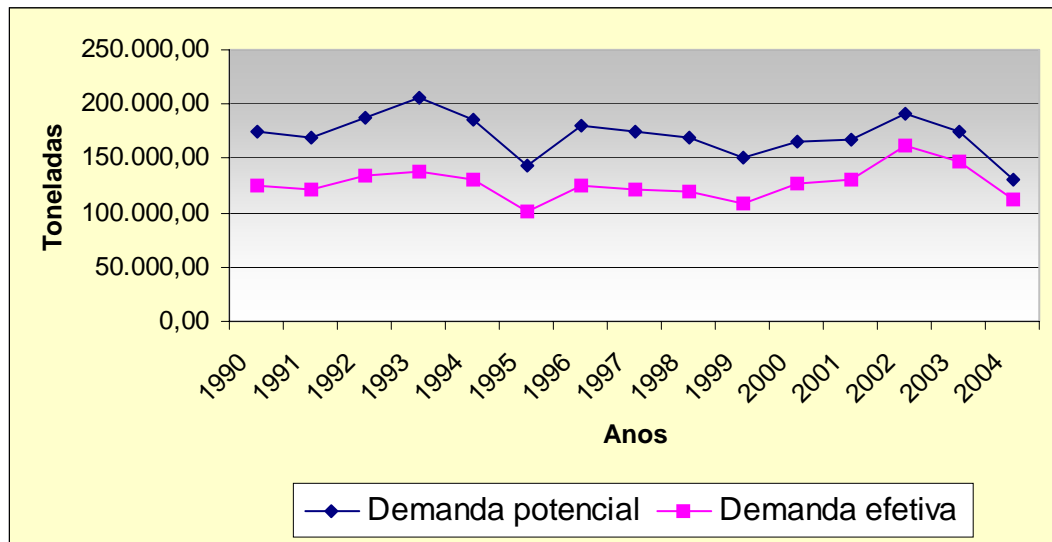


**Figura 8:** Demanda efetiva e potencial de sementes de soja em grandes estados produtores (PR, MT, RS, GO, MS, MG, SP e SC)

**Fonte:** Associação Brasileira de Produtores de Sementes e Mudanças - ABRASEM (2005)

A diferença entre a demanda potencial e a efetiva é o tamanho de mercado de sementes denominadas de “sementes salvas”, que significa a utilização de grãos como sementes pelo produtor de uma safra para outra. Pode existir também um mercado clandestino de sementes ilegais.

O caso das sementes de milho pode ser observado na Figura 9.

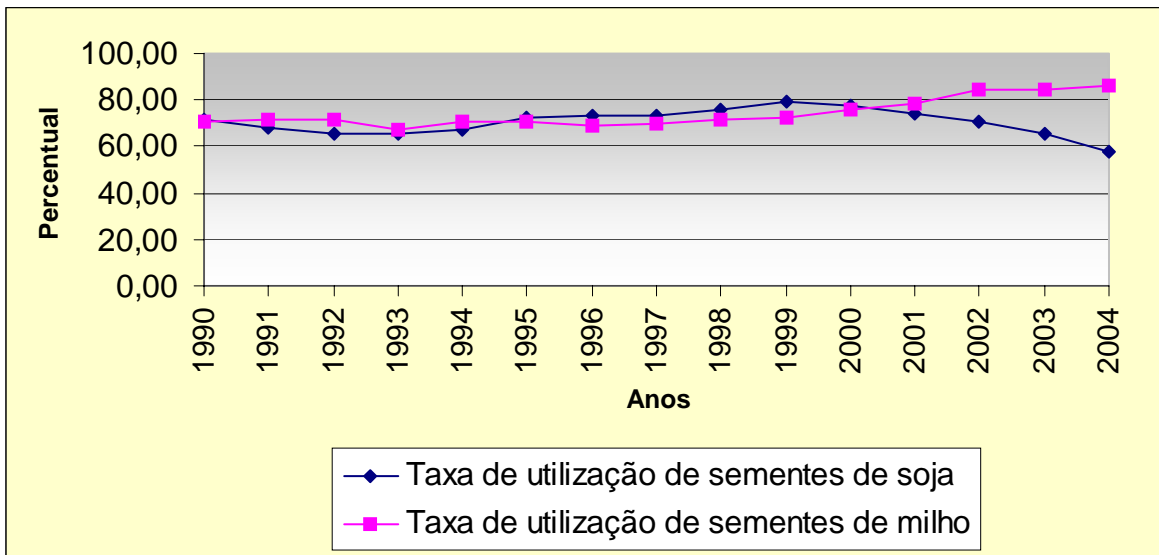


**Figura 9:** Demanda efetiva e potencial de sementes de milho em grandes estados produtores (PR, MT, RS, GO, MS, MG, SP e SC)

**Fonte:** ABRASEM (2005)

Obs.: Não foram computados os dados do Estado do Mato Grosso no ano de 1998 e nem do Paraná em 2004, devido a ausência destes dados na Abrasem.

Diferentemente do que ocorre com a semente de soja, a semente de milho teve um aumento em sua taxa de utilização e uma redução no percentual de uso de sementes “salvas”. Um comparativo entre as taxas de utilização de sementes de soja e milho por parte dos produtores rurais pode ser observado na Figura 10.



**Figura 10:** Taxa de utilização de sementes de soja e milho por produtores rurais em grandes estados produtores (PR, MT, RS, GO, MS, MG, SP e SC)

**Fonte:** ABRASEM (2005)

Obs.: Para o caso do milho, não foram computados os dados do Estado do Mato Grosso no ano de 1998 e nem do Paraná em 2004, devido a ausência destes dados na Abrasem.

Conforme se observa pela Figura 10, a partir do ano de 1996 há aumentos consistentes na taxa de utilização de sementes de milho, o que não ocorre com a semente de soja. Pelo contrário, a partir de 1999 se observa decréscimos importantes na taxa de utilização de sementes de soja. Isto pode ser explicado, em parte, pelo uso de sementes transgênicas contrabandeadas da Argentina e principalmente pelo uso de sementes transgênicas “salvas”, por parte dos produtores rurais.

Apesar do decréscimo na taxa de utilização de sementes de soja, há uma expectativa de reversão deste quadro, tendo em vista a aprovação da lei de Biossegurança em 2005, a liberação do plantio em escala comercial da soja transgênica e a disponibilização de variedades adaptadas às condições climáticas dos principais Estados produtores.

No caso da produção de sementes de milho, a situação é bastante distinta quanto a composição de capital das empresas líderes, já que a Monsanto, a DuPont / Pioneer e a Novartis (todas transnacionais) são responsáveis por 85% do mercado.

O fato da indústria de sementes de milho estar concentrada em empresas transnacionais se deve à presença de híbridos, que tem uma proteção “natural” (independente do aspecto legal) e, portanto, alta apropriabilidade dos resultados por parte das empresas. No caso da produção de variedades, há baixa apropriabilidade dos resultados de pesquisa, que depende dos mecanismos legais de proteção. No caso dos OGMs, há alta apropriabilidade, principalmente pelo patenteamento de genes ou processos biotecnológicos.

É importante destacar que a aprovação da Lei de Proteção de Cultivares (LPC) em 1997 estimulou a entrada das empresas privadas transnacionais. Como a competição na indústria de sementes se dá principalmente pela diferenciação, os investimentos em P&D são altamente significativos para explicar o sucesso das firmas.

É importante destacar que as principais empresas multinacionais que atuam no setor de sementes também possuem sólidas posições no mercado de defensivos e, com isto, se beneficiam das sinergias decorrentes. Este efeito é potencializado à medida que as empresas se apropriam das inovações, seja por meio de patentes ou de mecanismos tecnológicos que impedem a cópia, e assim estabelecem barreiras à concorrência e passam a acumular competências e recursos ao longo do tempo, habilitando-as à manutenção e/ou ampliação de seus mercados.

Analisando a estrutura do mercado brasileiro em que atuam as empresas que pesquisam os OGMs, bem como suas estratégias, pode-se chegar a algumas conclusões prévias, apresentadas a seguir.

Em relação ao paradigma estrutura-conduta-desempenho, algumas características podem ser destacadas, conforme o Quadro 12.

**Quadro 12:** Caracterização geral das empresas que atuam no campo dos OGMs

<b>Aspectos</b>	<b>Características atuais</b>
<b>Estrutura</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Grandes empresas atuando no mercado</li> <li>- Alta concentração</li> <li>- Altas barreiras à entrada</li> <li>- Existência de produtos diferenciados</li> <li>- Economia de escala</li> <li>- Economia de escopo</li> </ul>
<b>Conduta</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Estratégia de diversificação: principalmente sementes e agroquímicos</li> <li>- Alto índice de fusões e aquisições</li> <li>- Empresas públicas trabalhando com genes licenciados</li> <li>- Expansão da capacidade produtiva</li> <li>- Altos investimentos em P&amp;D</li> </ul>
<b>Desempenho</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Progresso tecnológico</li> <li>- Redução de custos</li> <li>- Aparente eficiência alocativa</li> </ul>

**Fonte:** Dados da pesquisa

Conforme se observa no Quadro 12, não é possível estabelecer uma única relação de causa e efeito entre estrutura-conduta-desempenho. Assim, a concentração de mercado tanto induz as empresas estabelecidas a investirem em P&D para tomar uma fatia de mercado de outra grande concorrente, quanto os investimentos em P&D contribuem para esta concentração. O alto índice de fusões e aquisições tanto levam a concentração de mercado quanto é condicionado pelos imperativos da economia de escopo e escala. Da mesma forma, o desempenho tanto explica quanto é explicado pela estrutura e conduta de mercado.

Considerando que as fusões e aquisições têm sido uma das principais estratégias das empresas de biotecnologia do setor agrícola, é importante destacar os principais efeitos positivos e negativos para a indústria e para o produtor rural, conforme Quadro 13.

**Quadro 13:** Efeitos possíveis das fusões e aquisições no setor de sementes e agroquímicos

	<b>Efeitos positivos</b>	<b>Efeitos negativos</b>
<b>Indústria</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Economia de escala</li> <li>- Economia de escopo</li> <li>- Redução dos custos de transação</li> <li>- Aumento das barreiras de entrada</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Concentração dos bancos de germoplasma</li> <li>- Baixa cooperação entre empresas</li> </ul>
<b>Produtor rural</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tecnologias mais produtivas</li> <li>- Redução de custos de produção</li> <li>- Tecnologias mais simples</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Redução da competição</li> <li>- Dependência comercial</li> <li>- Possibilidade de elevação de preços</li> </ul>

**Fonte:** Dados da pesquisa

Os benefícios do intenso processo de fusão e aquisição, ocorrido nos últimos 7 anos, trouxe importantes benefícios para as empresas do setor, principalmente por elevar as barreiras à entrada de novos concorrentes e buscar o aproveitamento das economias de escala e escopo, além da redução dos custos de transação, pelas sinergias geradas entre os setores de sementes e agroquímicos e por outros processos de verticalização e diversificação. O produtor, apesar de poder contar com tecnologias mais produtivas, sente sempre a ameaça da redução da competição e aumento da dependência comercial, o que poderá se expressar através de preços mais elevados dos insumos.

A seguir apresenta-se os principais aspectos legais, mercadológicos e tecnológicos relacionados aos OGMs no Brasil.

## **4.2 PRINCIPAIS ASPECTOS LEGAIS, MERCADOLÓGICOS E TECNOLÓGICOS RELACIONADOS AOS OGMs NO BRASIL**

A partir de dados secundários, busca-se, nesta seção, identificar e analisar os principais aspectos legais, mercadológicos e tecnológicos que se relacionam e potencialmente influenciam o desenvolvimento da tecnologia dos OGMs no Brasil.

### **4.2.1 ASPECTOS LEGAIS RELACIONADOS AOS OGMs**

Há duas grandes dimensões de fatores legais que influenciam potencialmente o desenvolvimento da tecnologia dos OGMs e que são abordados nesta seção: a dimensão internacional e a dimensão nacional. Embora não seja objetivo esgotar as possibilidades de interpretação dos aspectos legais, busca-se contemplar aqueles mais relevantes e que interferem na pesquisa, produção ou comercialização de produtos advindos desta tecnologia no Brasil. Os aspectos internacionais da legislação são abordados a seguir por influenciar, em algum grau, os aspectos legais no Brasil.

#### **4.2.1.1 A dimensão internacional dos aspectos legais**

Embora haja alguns princípios gerais relacionados ao direito internacional, nesta subseção serão apresentados apenas os aspectos internacionais das negociações multilaterais mais relevantes e que têm uma ligação com os OGMs. Desta forma, engloba-se aspectos de direito de propriedade intelectual, rotulagem, meio-ambiente e biodiversidade. Segue abaixo a apresentação dos acordos, leis e convenções internacionais de forma individualizada e uma posterior análise geral.



## A – CONVENÇÃO INTERNACIONAL PARA A PROTEÇÃO DE NOVAS VARIEDADES VEGETAIS – UPOV

A UPOV (INTERNATIONAL UNION FOR THE PROTECTION OF NEW VARIETIES OF PLANTS, 2005a, 2005b) é uma organização intergovernamental criada na *International Convention for the Protection of New Varieties of Plants* em 2 de dezembro de 1961 em Paris. Atualmente sua sede está estabelecida em Genebra (Suíça).

A convenção da UPOV estabelece um acordo multilateral para a proteção das novas variedades vegetais e dos direitos de propriedade intelectual. Desde seu surgimento, a convenção da UPOV vem aumentando o número de signatários, passando dos originários 6 países membros (todos europeus) em 1961, para 59 países membros (inclusive o Brasil) em julho de 2005, além da Comunidade Européia (CE) – que foi a primeira organização intergovernamental a se juntar à UPOV, fato que aconteceu em 29 de junho de 2005 (UPOV, 2005a).

A convenção de 1961 foi revisada em 10 de novembro de 1972, em 23 de outubro de 1978 e em 19 de março de 1991 (UPOV, 2005b). Atualmente os países membros são signatários da convenção de 1978 ou de 1991. Os países que não aderiram a convenção de 1978 até abril de 1997 (quando passou a vigor a convenção de 1991) só podem aderir a versão atual da convenção.

Um aspecto importante da convenção de 1978 é a permissão ao agricultor de estocar sementes da sua própria colheita para plantar na safra seguinte. Desta forma, o direito do melhorista fica restrito ao processo de multiplicação e comercialização do material propagativo (sementes e mudas).

A convenção de 1991 da UPOV já foi mais rigorosa na garantia dos direitos de propriedade intelectual, com base em critérios de novidade, distinguibilidade, uniformidade e estabilidade (UPOV, 2005b). Os direitos dos melhoristas foram estendidos de 15 para 20 anos para o caso das variedades de culturas e de 25 anos para o caso de árvores e vinhas. A versão de 1991 da UPOV passou também a incluir (GUERRANTE, 2003; UPOV, 2005b):

- a) a produção, reprodução, venda, acondicionamento com propósito de propagação, importação, exportação e armazenagem;
- b) a planta no todo ou em parte advinda da colheita;
- c) os produtos elaborados diretamente da colheita das variedades protegidas (ex.: óleos e farinhas).

Com esta ampliação dos direitos de propriedade intelectual, o melhorista passa a ter o controle comercial absoluto do material reprodutivo de sua variedade e o agricultor fica impossibilitado de comercializar sua colheita sem pagar *royalties* ou de cultivar sementes sem a devida autorização. A convenção de 1991 também abriu a possibilidade de “dupla proteção” sob os regimes de direitos do melhorista e do patenteamento.

No caso do Brasil houve a adesão à versão de 1978, o que significa, dentre outros aspectos, que o pagamento de *royalties* deve ser feito sobre o preço do material de reprodução desenvolvido (sementes e mudas) e não sobre o valor resultante da nova cultivar, apesar de outras leis nacionais incorporarem aspectos presentes na versão de 1991.

## B – A CONVENÇÃO DA UNIÃO DE PARIS E A REVISÃO DE ESTOCOLMO

A convenção de Paris, que ocorreu em 1883 e foi revisada em Estocolmo em 1975, deu origem ao sistema internacional de propriedade industrial, que inclui o sistema internacional de patentes e o sistema internacional de marcas.

Os princípios básicos desta convenção foram (GUERRANTE, 2003):

- a) prioridade – estabelece a autorização para que o requerente da patente, com base no primeiro pedido depositado num dos países membros, possa depositar, em 12 meses, um pedido de patente em qualquer outro país signatário, como se estivesse depositado a patente no mesmo dia do primeiro;

- b) independência – determina que as patentes requeridas durante o prazo de prioridade devam ser independentes em relação aos aspectos de nulidade e caducidade e vigência;
- c) igualdade – institui que o tratamento para o requerimento da patente seja igual para patentes originárias dentro do país ou de países membros.

Esta convenção foi superada a partir das discussões realizadas no âmbito do Acordo Geral das Tarifas e Comércio (GATT) e o estabelecimento do acordo sobre os direitos de propriedade intelectual relacionados ao comércio, apresentado a seguir.

#### C – ACORDO SOBRE OS DIREITOS DE PROPRIEDADE INTELECTUAL RELACIONADO AO COMÉRCIO - TRIPS

O TRIPS (*Trade Related Intellectual Property Rights*) surgiu a partir da última rodada do GATT (*General Agreement on Tariffs and Trade*) no Uruguai, em 1994 (rodada que teve início em 1986). Desde que o GATT foi criado em 1947, os aspectos de direito de propriedade intelectual não haviam sido tratados. Até então, o foco era predominantemente sobre o encorajamento do livre comércio entre os países membros por meio do estabelecimento de regulação geral e redução de tarifas sobre bens comercializados (WORLD TRADE ORGANIZATION - WTO, 2005).

Foi a partir da rodada do Uruguai que se criou a Organização Mundial do Comércio (OMC), órgão ligado a Organização das Nações Unidas (ONU), e se estabeleceu um acordo multilateral sobre os direitos de propriedade intelectual, denominado de TRIPS.

O TRIPS foi posto em vigor em 1995 (já com a OMC), estabelecendo “os parâmetros mínimos para a coibição do comércio de mercadorias falsificadas que devem ser adotados pelos países membros em suas legislações nacionais” (GUERRANTE, 2003, P. 77). Por este acordo, os países signatários se obrigam a proteger as variedades de plantas, podendo ser por meio de patentes ou de algum outro sistema *sui generis* que seja eficaz. Foi estabelecido o prazo de implementação

do TRIPS até 2000 para os países desenvolvidos e até 2005 para os países em desenvolvimento.

Conforme destaca Guerrante (2003), uma das formas sugeridas de proteção alternativa ao de patentes é a PVT (*Plant Variety Protection*), que foi estabelecida na Europa no final da década de 1950, com o objetivo de conceder aos melhoristas direitos semelhantes ao das patentes. O objetivo é que os países concedam proteção para produtos e procedimentos em qualquer campo da tecnologia, desde que atendam a três requisitos básicos: novidade, atividade inventiva e aplicação industrial.

Um dos aspectos polêmicos desta regulamentação é o que pode ser considerado como novidade. A legislação brasileira, por exemplo, não considera como novo os materiais encontrados na natureza que vierem a ser usados industrialmente no estado natural.

#### D – CONVENÇÃO SOBRE A DIVERSIDADE BIOLÓGICA - CDB

A Convenção sobre a Diversidade Biológica (CDB) foi estabelecida durante a Conferência das Nações Unidas para o Meio Ambiente e o Desenvolvimento (ECO – 92) em 1992 no Rio de Janeiro. Esta convenção foi assinada na época por 150 países e ratificada, posteriormente, por mais países.

O objetivo central da CDB foi a adoção de medidas para conservação da diversidade biológica, utilização sustentável de seus componentes, repartição equitativa dos benefícios derivados da utilização dos recursos genéticos e a transferência de tecnologias mediante financiamento adequado (WILKINSON; GERMAN, 2000). A convenção buscou manter um equilíbrio entre o acesso aos recursos naturais dos países em desenvolvimento e o acesso à tecnologia dos países desenvolvidos, devendo ser estabelecidos acordos entre as partes.

A CDB foi o primeiro acordo internacional a reconhecer o direito de soberania de um país em relação aos seus recursos genéticos e a responsabilidade deste em facilitar o acesso a esses recursos (GUERRANTE, 2003). Na 8ª Convenção das Partes da CDB, realizada em março de 2006 em Curitiba (PR), alguns dos pontos mais polêmicos

em discussão foi a repartição de benefícios pelo uso de recursos genéticos e compensação de comunidades locais, além da redução da taxa de perda da biodiversidade.

Diversos autores, tais como Maljean-Dubois (2005), Guerrante (2003) e Wilkinson e German (2000), destacam o conflito existente entre o que estabelece o TRIPS (OMC) e a CDB. Enquanto o TRIPS aprofunda a noção de direito de propriedade intelectual, a CDB impõe determinados limites a este direito. Pela convenção, os países se comprometem a promulgar leis de acesso aos recursos genéticos, visando a criação de um marco regulatório para a implementação da convenção (PESSANHA; WILKINSON, 2005). Com esta convenção, buscou-se assegurar o acesso e a transferência de tecnologias protegidas por direitos de propriedade intelectual, além de facilitar o desenvolvimento conjunto de tecnologia.

Em outras palavras, a CDB flexibiliza o direito de propriedade intelectual em prol de maior equidade internacional na distribuição dos recursos, enquanto o TRIPS assegura que os recursos biotecnológicos têm que estar sujeitos a direitos privados de propriedade intelectual, sem contemplar mecanismos de compartilhamento de benefícios entre o titular da patente e o doador do material biológico (WILKINSON; GERMAN, 2000).

Enquanto a OMC (por meio do TRIPS) privilegia o direito particular de propriedade intelectual, a CDB reconhece os direitos coletivos sobre o uso da biodiversidade. Novas discussões estavam programadas para a 8ª Conferência da Partes da Convenção sobre Diversidade Biológica em março de 2006 em Curitiba (PR).

#### E – PROTOCOLO DE BIOSSEGURANÇA (CARTAGENA)

O Protocolo de Biossegurança foi assinado em Montreal no ano de 2000, passando a vigorar em setembro de 2003. Este protocolo situa-se na fronteira entre o direito internacional ambiental e o direito internacional econômico.

Basicamente o Protocolo de Cartagena sobre Biossegurança é um desdobramento da Convenção sobre a Diversidade Biológica do Rio de Janeiro. Esse

protocolo se configura como um acordo multilateral de controle transfronteiriço de OGMs, cuja principal exigência é a observância a procedimentos de segurança nos processos de estocagem, transferência e manuseio. Conforme destaca Mackenzie (2005), boa parte das negociações do Protocolo foi absorvido por debates sobre sua relação com as regras do comércio internacional incorporadas nos acordos da OMC.

O protocolo reafirma o princípio da precaução, o que significa que quando houver ameaça de danos sérios ou irreversíveis, a ausência de certeza científica não deve ser utilizada como razão para adiar medidas eficazes e economicamente viáveis para prevenir a degradação ambiental.

O protocolo é um dos mais expressivos exemplos da implementação de medidas preventivas em acordos multilaterais ambientais (LEONHARDT; CAMPOLI, 2004). O protocolo estabelece, por exemplo, a possibilidade de adoção do *Advance Informed Agreement* (AIA), que é um procedimento para obtenção de informações sobre o produto a ser importado. Por meio do instrumento *Biosafety Clearing-House*, o protocolo criou um sistema que busca promover e facilitar o intercâmbio de informações relevantes, principalmente sobre decisões de análise de riscos.

Pelo protocolo, o país importador pode decidir se autoriza ou não a entrada de determinado OGM no país ou mesmo se coloca determinadas restrições. Desta forma, abriu-se a possibilidade de exigência de análises de riscos para avaliar os potenciais efeitos adversos do OGM na conservação e uso sustentável da biodiversidade e para a saúde humana. Outro aspecto importante do protocolo é a exigência da indicação da possível presença de OGMs para os produtos destinados ao consumo humano, o que significa que a rotulagem passou a ser obrigatória.

Estas restrições ao comércio internacional fez com que alguns dos grandes países exportadores de OGMs, reunidos no Grupo de Miami (como Canadá, Austrália, Argentina, Chile e Uruguai), apresentassem resistências ao protocolo. Apesar do Canadá, Chile, Argentina e Uruguai terem assinado o protocolo, até 2004 não haviam feito sua ratificação. Os Estados Unidos participaram apenas como observadores, sem direito a voto, já que não haviam ratificado a CDB (MALJEAN-DUBOIS, 2005).

Na prática, os países podem usar este mecanismo para gerar barreira não-tarifária e com isto dificultar o livre comércio de OGMs, mesmo entre os países signatários deste protocolo, sob o pretexto de razões sanitárias, ambientais ou de riscos biotecnológicos de modo geral.

A discussão sobre as barreiras que poderiam ser criadas a partir deste acordo se acirrou por ocasião da 3ª Reunião das Partes Signatárias do Protocolo de Cartagena ocorrida em Curitiba (PR) em março de 2006. Uma das principais questões discutidas foi se o rótulo para os produtos GM em movimentação transfronteiriça deveria conter a expressão “pode conter Organismos Vivos Modificados (OVMs)” ou “contém Organismos Vivos Modificados (OVMs)”. O Brasil, que na reunião anterior havia defendido a expressão “pode conter OVMs”, mudou de posição, e passou a defender o uso da expressão “contém OVMs” na reunião de Curitiba. Na resolução final da reunião ficou aprovada a posição brasileira, mas com a previsão de um período de adaptação e com a possibilidade de revisão da regra, caso a experiência demonstre que a identificação é inviável do ponto de vista técnico e econômico. Na prática os países passam a ser obrigados a rotular, usando a expressão “contém OVMs”, somente a partir de 2012.

Com esta resolução, há uma expectativa por parte do segmento exportador de *commodities*, que haja um aumento de custos com os processos de segregação, análise e certificação dos produtos exportados.

## F – O CODEX ALIMENTARIUS

O *Codex Alimentarius* é um programa conjunto da FAO e da OMS. O *Codex Alimentarius* foi instituído em 1961-62, quando teve seu estatuto e regulamento de funcionamento aprovados pela FAO e pela OMS (COMISIÓN DEL CODEX ALIMENTARIUS, 2001). Em julho de 2005, faziam parte do *Codex* 173 países mais a Comunidade Européia (CODEX ALIMENTARIUS, 2005).

O principal objetivo do *Codex Alimentarius* é estabelecer normas de caráter mundial para proteção da saúde dos consumidores e assegurar práticas eqüitativas de comércio internacional de alimentos (COMISIÓN DEL CODEX ALIMENTARIUS, 2000).

Pela resolução do *Codex*, após a aprovação das normas pelos países membros, estas deveriam ser colocadas em prática por meio da atuação dos governos de cada país. Diferentemente da OMC, a ênfase do *Codex Alimentarius* é tipicamente técnica e, no caso dos OGMs, procura estabelecer normas de rotulagem.

O Brasil passou a ser membro mais atuante a partir de 1980, com a criação do Comitê *Codex Alimentarius* no Brasil (CCAB), por meio das resoluções 01/80 e 07/80 do Conselho de Metrologia, Normatização e Qualidade Industrial (CONMETRO).

Especificamente no Comitê *Codex* sobre Rotulagem dos Alimentos (CCFL – *Codex Committee On Food Labeling*) é que se concentra o debate internacional sobre a rotulagem dos alimentos. O objetivo do comitê é fixar padrões e harmonizar as regulações referentes à rotulagem de alimentos derivados da biotecnologia moderna, objetivando a minimização dos efeitos que eles possam ter no mercado internacional desses produtos.

Também como parte do *Codex*, o *Food Import and Export Inspection and Certification System* visa o estabelecimento de normas para o controle de importação e exportação de alimentos, julgamento de equivalência de medidas sanitárias, utilização de sistemas de garantia de qualidade e controle de situações de emergência (PESSANHA; WILKINSON, 2005).

Ao longo dos anos, o Comitê desenvolveu diversos projetos e diretrizes para a rotulagem de OGMs. No entanto, até a 33ª reunião (13 de maio de 2005) ainda não havia sido aprovado um regime consensual sobre a temática (COMISSION DEL CODEX ALIMENTARIUS, 2005). A controvérsia, conforme destaca Lapeña (2005), está particularmente intensa na atualidade no contexto da elaboração de um anteprojeto de diretrizes para a rotulagem de alimentos obtidos por meio de certas técnicas de modificação/engenharia genética (de acordo com a denominação do *Codex*).

Por trás desta polêmica, estão dois sistemas bastante distintos de rotulagem de alimentos e até mesmo duas histórias de segurança alimentar diferentes, que são a dos Estados Unidos e da Europa.



A Europa passou por um período turbulento na década de 1990 por ocasião do surgimento da doença da Encefalopatia Espongiforme Bovina – BSE (mais conhecida como Vaca Louca) que afetou grandes rebanhos, principalmente no Reino Unido. Com isto a população passou a ficar mais preocupada com a alimentação e desconfiada das agências reguladoras. Pressionada pela opinião pública, a União Européia (UE) impôs uma moratória na aprovação dos OGMs (mesmo não sendo estes os causadores da BSE), que foi substituída por uma regulação mais específica sobre a rotulagem e rastreabilidade de OGMs. Pela regulação, é obrigatória a rotulagem, desde abril de 2004, de todos os alimentos com ingredientes derivados de OGMs, passíveis ou não de serem identificados no produtos final. Para não ser rotulado, o produto poderá ter uma presença acidental de no máximo 0,9% de ingrediente GM. Pela legislação, não há distinção entre produtos voltados ao consumo humano ou animal (LAPEÑA, 2005).

No caso dos EUA, não há distinção no tratamento para OGMs e não-OGMs, ambos seguem a regulação da agência *Food and Drugs Administration* (FDA). Desta forma, todos os produtos GMs seguem as mesmas normas de rotulagem dos demais produtos. Conforme destaca Lapeña (2005), o mais importante nesta legislação é a segurança alimentar e não o processo de obtenção. Conseqüentemente, a rotulagem se dá por razões de alergia ou nutricionais, da mesma forma que um produto convencional. O princípio que está por trás destes procedimentos é o da equivalência substancial – que diz que um produto GM é substancialmente equivalente a um convencional em sua composição, qualidade nutricional ou segurança para o consumo.

Percebe-se que “[...] enquanto o FDA considera que o direito do público à informação não justifica a rotulagem baseada em processos, a União Européia reconhece o direito dos consumidores à informação e a rotulagem como uma ferramenta para tomar decisões fundamentais [...]” (LAPEÑA, 2005, P. 168)

Boa parte das controvérsias no âmbito do Codex se dá justamente por estas diferenças. Países, dentre eles os EUA, acreditam que as normas da UE elevam os custos do sistema e restringem o comércio internacional, ocasionando em perda de competitividade, principalmente para os países que exportam produtos GM.

## G – OUTRAS REGULAMENTAÇÕES INTERNACIONAIS

Além das convenções e regulamentações já apontadas, há outros aspectos legais internacionais que influenciam a atividade com os OGMs. Este é o caso do Acordo sobre Barreiras Técnicas ao Comércio (*The Agreement on Technical Barriers to Trade*) realizado no âmbito da OMC. Os objetivos deste acordo, também chamado de TBT são: proteção da segurança ou saúde das pessoas, proteção da saúde e da vida dos animais e vegetais, proteção ao meio-ambiente e prevenção de práticas que induzam a erro. Em relação aos OGMs, este acordo interfere por tratar de requisitos de envasamento, embalagem e rotulagem, buscando evitar discriminação arbitrária ou injustificada entre países ou restrições ao comércio internacional (WTO, 2005).

Enquanto o TBT é aplicado para produtos industriais ou agropecuários, os aspectos sanitários e fitossanitários são tratados no âmbito do Comitê de Medidas Sanitárias e Fitossanitárias - *SPS Committee*. O *Sanitary and Phytosanitary Measures Agreement*, também negociado no âmbito da OMC, se aplica aos produtos originários da biotecnologia.

No âmbito da UE existe a Convenção Européia de Patentes (EPC- *European Patent Convention*) firmada em 5 de outubro de 1973, com entrada em vigor em 7 de outubro de 1977. A EPC permite e regula o processo de concessão de patentes biotecnológicas, fármacos (patentes de produtos), os métodos para a produção de fármacos (patentes de processo) e proíbe a concessão de patentes sobre descobertas. Há também o Tratado de Cooperação de Patentes (PCT – *Patent Cooperation Treaty*) que permite ao requerente de uma patente fazer um único pedido de patente internacional, sem precisar efetuar pagamentos nacionais adicionais ou traduções (SIMON, 2005).

Ainda no âmbito da UE, há a Diretiva *Europe Concil – 98/44/EC* do Parlamento Europeu e o Conselho de 6 de julho de 1998 sobre a proteção de invenções biotecnológicas. O objetivo desta diretiva, válida em toda a UE, foi assegurar a proteção intelectual no campo das invenções biotecnológicas e eliminar as diferenças capazes de comprometer o livre comércio e colocar em risco o mercado interno. No entanto, esta

diretiva não é consenso entre os países, e vem gerando importante polêmica (SIMON, 2005; URANGA, 2005).

Em outro campo, a Diretiva 2001/18 trata dos processos de importação de OGMs pela UE, exigindo autorização prévia para tal (PESSANHA; WILKINSON, 2005). Pela diretiva aprovada pelo Parlamento Europeu, o nível de tolerância para a comercialização de produtos como convencional (não-GM) a partir de julho de 2002 é de 0,5%, metade do que foi aprovado originalmente em 2000.

Analisando-se todas as Convenções, Acordos, Protocolos e demais normatizações, observa-se algumas incongruências e conflitos. Os conflitos mais evidentes referem-se às diferenças entre os mecanismos da UPOV e da TRIPS de um lado e os resultados da CDB e seus desdobramentos no Protocolo de Cartagena por outro lado. Enquanto os primeiros aprofundam a garantia do direito de propriedade intelectual, os últimos criam restrições ao patenteamento de material biotecnológico. No âmbito do *Codex Alimentarius* também não existe consenso sobre os aspectos centrais das discussões sobre a rotulagem e garantia da segurança dos alimentos a partir da tecnologia dos OGMs. Por trás dos grandes impasses internacionais, pode-se observar dois grandes e influentes atores: os EUA e a UE. De modo geral, enquanto a UE busca uma legislação mais restritiva em relação ao comércio internacional de OGMs, os EUA optam por uma legislação que assegura de forma mais ampla o direito de propriedade intelectual e facilita o comércio internacional.

#### **4.2.1.2 A dimensão legal no Brasil**

Há no Brasil uma série de leis, regulamentos e instruções normativas que influenciam diretamente os mais diferentes aspectos relacionados aos OGMs como: rotulagem, proteção do direito intelectual e processo de aprovação de um OGM para a comercialização.

Nesta seção aborda-se inicialmente as principais leis que se relacionam aos OGMs e posteriormente se busca concluir com uma análise geral sobre as principais controvérsias.

## A – CONSTITUIÇÃO FEDERAL

Os principais aspectos da constituição federal que podem se relacionar com os OGMs são os artigos 225, 218 e 170 (BRASIL, 1988).

- a) artigo 225 (Meio Ambiente): assegura o direito de todos ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum, impondo-se ao poder público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para presentes e futuras gerações. Este artigo incumbe o poder público, dentre outros aspectos, a preservar a diversidade e a integridade do patrimônio genético do país, fiscalizar as entidades dedicadas à pesquisa e manipulação de material genético e exigir, na forma da lei, um estudo prévio de impacto ambiental (EIA) para atividades potencialmente danosas ao meio ambiente (princípio da precaução);
- b) artigo 218 (Ciência e Tecnologia): atribui ao Estado o papel de promover e incentivar o desenvolvimento científico, a pesquisa e a capacitação tecnológica. Este artigo define que a lei apoiará e estimulará as empresas que invistam em pesquisa, criação de tecnologia adequada ao país e formação e aperfeiçoamento de seus recursos humanos, dentre outros aspectos;
- c) artigo 170 (Princípios Gerais da Atividade Econômica): assegura os princípios de soberania nacional, propriedade privada e livre concorrência, dentre outros aspectos.

Por causa do caráter generalista (como é de se esperar de uma constituição), surgem diferentes interpretações sobre a temática. Enquanto diversas ONGs ambientalistas buscam exigir, por exemplo, que seja solicitado o EIA para todas as solicitações de pesquisa com OGMs, diversas entidades científicas consideram como desnecessário, pois não há propriamente um potencial de causar dano ao meio

ambiente. Estas e outras questões se tornam mais específicas a partir da Lei de Biossegurança, tratada a seguir.

## B – LEI DE BIOSSEGURANÇA

A Lei de Biossegurança (lei nº 11.105) foi aprovada, em meio a uma grande polêmica, em 24 de março de 2005 e regulamentada em novembro do mesmo ano. Esta lei representa o principal marco regulatório brasileiro sobre os OGMs e seus derivados, vindo substituir a Lei nº 8.974 de janeiro de 1995 (BRASIL, 2005).

A lei da 1995 possibilitou a criação da CTNBio, que a partir de 1996 permitiu os primeiros testes com OGMs. A primeira concessão para o cultivo em escala comercial foi feita em 1998, com a soja resistente ao glifosato (*Roundup Ready*). Mas, logo em seguida houve um grande número de recursos e liminares suspendendo o plantio em escala comercial. A partir daí o plantio em escala comercial foi autorizado apenas temporariamente por meio de medidas provisórias (para plantio em 2003 e 2004), para os produtores que tivessem assinado o termo de ajuste de conduta. Apesar da regulamentação, havia um número expressivo de cultivos ilegais no país, principalmente no Rio Grande do Sul, utilizando sementes importadas ilegalmente da Argentina e reproduzidas em propriedades rurais brasileiras.

Apesar da existência da lei de 1995, o Brasil ficou quase 10 anos sem cultivar (de forma definitiva) OGMs em escala comercial, mesmo depois do parecer favorável da CTNBio em 1998 para o cultivo da soja GM. Até a aprovação da lei de 2005, havia um longo caminho para a obtenção da autorização para manipular OGMs. Com exceção de poucos dados, muitas vezes as mesmas informações eram apresentadas (AMÂNCIO, 2005): à CTNBio (para a emissão do CQB, parecer prévio conclusivo e autorização para comercialização); ao Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento – MAPA (para emissão de autorizações de pesquisa confinada, ATEC e RET/OGM); à ANVISA (para a emissão do RET/OGM) e ao IBAMA (para a emissão das licenças ambientais e do RET/OGM).

Com a Lei de Biossegurança de 2005, estabeleceu-se normas mais claras de segurança e mecanismos de fiscalização sobre a construção, o cultivo, a produção, a

manipulação, o transporte, a transferência, a importação, a exportação, o armazenamento, a pesquisa, a comercialização, o consumo, a liberação no meio ambiente e o descarte de OGMs e seus derivados, tendo como diretrizes o estímulo ao avanço científico na área de biossegurança e biotecnologia, a proteção à vida e à saúde humana, animal e vegetal, e a observância do princípio da precaução para a proteção do meio ambiente.

A Lei de Biossegurança reafirma o papel da CTNBio, criada inicialmente pela lei nº 8.974, e institui o Conselho Nacional de Biossegurança (CNBS). Desta forma, há duas importantes instâncias responsáveis pelo controle da atividade com OGMs, uma científica (a cargo da CTNBio) e outra política (de responsabilidade do CNBS).

A CTNBio passa ter uma composição mais ampla, com a participação de 27 pessoas com o título de doutor e com destacada atividade profissional nas áreas de biossegurança, biotecnologia, biologia, saúde humana e animal ou meio ambiente. Os membros, com mandato de 2 anos renovável por até mais 2 períodos consecutivos, são assim distribuídos:

- a) 12 especialistas de notório saber científico e técnico distribuídos igualmente entre as áreas de saúde humana (3), área animal (3), área vegetal (3) e área de meio ambiente (3);
- b) 9 representantes dos ministérios, sendo 1 para cada um dos seguintes ministérios: Ministério da Ciência e Tecnologia, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, Ministério da Saúde, Ministério do Meio Ambiente, Ministério do Desenvolvimento Agrário, Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior, Ministério da Defesa, Secretaria Especial de Aquicultura e Pesca da Presidência da República e Ministério das Relações Exteriores;
- c) um especialista em defesa do consumidor, indicado pelo Ministério da Justiça;
- d) um especialista na área de saúde, indicado pelo Ministério da Saúde;
- e) um especialista em meio ambiente, indicado pelo Ministério do Meio Ambiente;
- f) um especialista em biotecnologia, indicado pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento;

- g) um especialista em agricultura familiar, indicado pelo Ministério do Desenvolvimento Agrário;
- h) um especialista em saúde do trabalhador, indicado pelo Ministério do Trabalho e Emprego.

A CTNBio é a responsável, dentre outros aspectos, por estabelecer normas para as pesquisas com OGMs e derivados, criar critérios, proceder a avaliação e monitoramento de riscos, autorizar a importação de OGMs e derivados, classificar os OGMs de acordo com o risco e emitir parecer técnico sobre a biossegurança de OGMs e seus derivados. É também função da CTNBio estabelecer os mecanismos de funcionamento das CIBio e emitir os CQBs.

A criação de CIBio é obrigatória para todas as instituições que utilizam técnicas e métodos de engenharia genética ou realizam pesquisas com OGMs e seus derivados. Esta comissão fica sendo a responsável em estabelecer programas preventivos e de inspeção das atividades com OGMs e manter documentação e informação atualizadas perante a CTNBio. Com a lei houve a criação também de um Sistema de Informações em Biossegurança (SIB), destinado à gestão das informações decorrentes das atividades de análise, autorização, registro, monitoramento e acompanhamento das atividades que envolvam OGMs e seus derivados.

Após a aprovação da CTNBio, ou do CNBS, em caso de avocação de recursos, caberá aos ministérios o papel de fiscalização dos processo de pesquisa, liberação comercial e importação de OGMs e seus derivados, observada a decisão da CTNBio.

O CNBS é composto por representantes de 11 ministérios e está vinculado à Presidência da República. Como seu papel é eminentemente político, ele é responsável pela análise da conveniência e oportunidade socioeconômicas e de interesse nacional dos pedidos de liberação de OGMs e seus derivados para o uso comercial. Este conselho se constitui como a última instância de decisão sobre os OGMs no país.

Desde o início das discussões em torno da Lei de Biossegurança, despertou-se intensa polêmica e posturas contrárias, principalmente de órgãos e entidades

relacionadas ao meio ambiente, dentre eles o CONAMA. Um dos principais pontos de divergência está em relação a não obrigatoriedade de elaboração de EIA para liberação de OGMs e seus derivados no ambiente.

Outro aspecto controverso e não aprovado na lei foi o uso de tecnologias que restringem ou controlam características de expressão ou viabilização reprodutiva. Este tipo de tecnologia, também chamada de *terminator*, poderia auxiliar no controle do fluxo gênico e garantir maior proteção ao direito de propriedade intelectual, dentre outros aspectos.

Alimentando a polêmica, a Lei de Biossegurança tem sido alvo de diversas Ações Diretas de Inconstitucionalidade (ADIn): ADIn 3011 promovida pelo Partido Verde, ADIn 3041-1 promovida pela confederação Nacional dos Trabalhadores na Agricultura e a ADIn 3017-5 promovida pelo Procurador-Geral da República. Em relação aos OGMs, os principais pontos ressaltados se referem à aplicação do princípio da precaução e do EIA. No entanto, diversos autores, dentre eles Moraes (2005), Magalhães (2005) e Minaré (2005), criticam as ADIns e defendem a constitucionalidade da lei.

## C – LEI DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL

A Lei nº 9.279 de 14 de maio de 1996 regula direitos e obrigações relativos à propriedade industrial no país, considerando o interesse social e o desenvolvimento tecnológico e econômico do país (BRASIL, 1996). Dentre outros aspectos, a lei trata do processo de concessão de patentes de invenção pelo prazo máximo de 20 anos a partir da data do depósito no Instituto Nacional de Propriedade Industrial (INPI).

Segundo a lei, é patenteável a invenção que atenda os requisitos de novidade, atividade inventiva e aplicação industrial. Desta forma, tornam-se passíveis de patenteamento, os microorganismos e o todo ou parte de plantas ou animais, que expressem, mediante a intervenção humana direta em sua composição genética, uma característica normalmente não alcançável pela espécie em condições naturais.



A lei exclui do patenteamento o todo ou parte de seres vivos naturais e materiais biológicos encontrados na natureza, ou dela isolados, inclusive o genoma ou germoplasma de qualquer ser vivo natural e os processos biológicos naturais. Desta forma, há um impedimento claro de se patentear produtos ou seres extraídos diretamente da natureza.

Esta lei guarda consonância com os aspectos relacionados ao direito de propriedade intelectual da OMC e presentes no TRIPS.

#### D – LEI DE PROTEÇÃO DE CULTIVARES - LPC

A Lei 9.456 de 25 de abril de 1997, que estabelece o direito de proteção de cultivares foi regulamentada no dia 7 de novembro de 1997, através do decreto nº 2.366 do Presidente da República.

Na denominação da lei, cultivar é

“[...] a variedade de qualquer gênero ou espécie vegetal superior que seja claramente distinguível das outras cultivares conhecidas por margem mínima de descritores, por sua denominação própria, que seja homogênea e estável quanto aos descritores através de gerações sucessivas e seja espécie passível de uso pelo complexo agroflorestal, descrita em publicação especializada disponível e acessível ao público, bem como a linhagem componente de híbridos [...]” (BRASIL, 1997).

Cabe destacar que o teste de Distinguibilidade, Homogeneidade e Estabilidade (DHE) são fundamentais para a concessão do Certificado de Proteção de Cultivar.

Conforme destaca Garcia (2002, p.10), o Brasil optou por “[...] formatar sua lei de acordo com a convenção da UPOV de 1978, introduzindo, porém, no texto, algumas modificações que incorporam conceitos da versão de 1991[...]”. Entre os dois sistemas possíveis indicados pela OMC – patenteamento ou sistema *sui generis*, o Brasil optou pelo segundo, entendendo que a proteção via sistema de proteção de cultivares era o instrumento mais adequado naquele momento (GUERRANTE, 2003). Desta forma, a LPC fornece os mecanismos legais para que o obtentor tenha seu direito intelectual reconhecido.

A proteção recai sobre o material de reprodução das plantas (semente, tubérculo, estacas, etc.) e seu período de proteção é de 15 anos, excetuadas as videiras e as árvores frutíferas, florestais e ornamentais, para as quais a duração é de 18 anos. Findo o período de proteção, a cultivar entra em domínio público e nenhum outro direito poderá impedir sua livre utilização.

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

A regulamentação da LPC institui o Serviço Nacional de Proteção de Cultivares (SNPC), vinculado ao Ministério da Agricultura, que tem como objetivo administrar o sistema de proteção das inovações em plantas. O pedido de proteção, nos termos da lei, é feito no SNPC, que é o responsável pela emissão dos certificados de proteção de cultivares. A proteção da cultivar impede que ela seja vendida, reproduzida, importada ou exportada sem a autorização do titular.

No entanto, a LPC prevê que o agricultor não fere o direito de propriedade sobre a cultivar protegida se ele reserva e planta sementes em seu estabelecimento ou em estabelecimento de terceiros cuja posse detenha ou mesmo quando ele usa ou vende como alimento ou matéria-prima o produto obtido do seu plantio, exceto para fins reprodutivos (privilégio do agricultor). A lei prevê também a utilização de cultivar como fonte de variação no melhoramento genético ou na pesquisa científica (isenção do melhorista) e em algumas situações, os produtores não ferem a lei ao multiplicar sementes, como a doação ou troca, exclusivamente para outros pequenos produtores rurais e no âmbito de programas de financiamento ou de apoio a pequenos produtores.

A LPC estimula os investimentos em programas de melhoramento genético vegetal, possibilitando a geração de novas cultivares com maior valor agregado, mais produtivas e com melhores condições de adaptabilidade a diferentes condições edafoclimáticas.

## E – LEI DOS AGROTÓXICOS

A lei nº 7.802 de 11 de julho de 1989 faz parte do aparato legal relacionado aos OGMs por tratar não apenas dos agrotóxicos, mas também de produtos e processos afins. Como existem diversos OGMs que têm a característica de resistência a insetos (como o milho Bt, por exemplo), pode-se considerar que há uma intenção de alterar a composição da fauna, a fim de preservar os cultivos contra insetos predadores.

Este conceito está coerente com o que denomina o artigo 2º da lei (BRASIL, 1989). O artigo considera agrotóxicos e afins “os produtos e os agentes de processos físicos, químicos ou biológicos, destinados ao uso nos setores de produção, no armazenamento e beneficiamento de produtos agrícolas, nas pastagens, na proteção de florestas, nativas ou implantadas, e de outros ecossistemas e também de ambientes urbanos, hídricos e industriais, cuja finalidade seja alterar a composição da flora ou da fauna, a fim de preservá-las da ação danosa de seres vivos considerados nocivos”

Esta lei foi posteriormente regulamentada pelo Decreto 98.816, de 11 de janeiro de 1990. Pela regulamentação, passa-se a exigir o RET para novos agrotóxicos e afins, destinados a pesquisa e experimentação, quando ainda não registrados para fins de produção, comercialização e utilização. Conforme relatou o Jornal do Comércio (NOVA liminar..., 2001), já houve disputas na justiça exigindo que a CTNBio suspendesse as autorizações para cultivo de OGMs com características biopesticidas, até que fossem emitidos os RETs.

O RET deve ser emitido simultaneamente pela Secretaria de Defesa Agropecuária (do Ministério da Agricultura), pelo IBAMA e pela ANVISA. Este longo processo para liberação do RET é considerado lento. Para estes casos, o agente fiscalizador dos locais onde é efetuada a manipulação de OGMs com características biopesticidas é o IBAMA.

Há também a exigência de se observar as regras de controle de embalagens e rotulagens, naquilo que for compatível com os produtos e serviços que fazem uso de OGMs.

## F – DECRETO SOBRE ROTULAGEM

O Decreto 4.680 de 24 de abril de 2003 substituiu o Decreto nº 3.871 de 18 de julho de 2001, que havia entrado em vigor em janeiro de 2002 e tratava da rotulagem de alimentos embalados, destinados ao consumo humano, que continham ou fossem produzidos com OGMs.

O novo Decreto estipula que todos os ingredientes, aditivos e coadjuvantes elaborados a partir de plantas, animais ou microorganismos GM (como enzimas, ácidos orgânicos, corantes, etc.) que contiverem mais de 1% desses produtos em sua composição, deverão receber um rótulo com essa informação para conhecimento do consumidor. O artigo segundo do decreto abre um espaço para que a CTNBio possa reduzir ou não o percentual de 1% que obriga a rotulagem, mas não permite que haja revisões para o aumento deste percentual.

A redução do percentual de 1% parece ser improvável, apesar da pressão de entidades de defesa do consumidor. A redução aumentaria a exigência de aparelhagens mais modernas para se fazer a detecção de percentuais muito pequenos de OGMs (DIREITO à informação, 2003).

O Decreto 4.680 reduziu os limites estipulados de composição com OGMs para a dispensa de rotulagem que, pela lei anterior, era de 4%. Esta mudança gerou muitos conflitos, principalmente entre os órgãos de defesa do consumidor e as indústrias de alimentos.

Outra importante mudança foi a exigência de rotulagem também para alimentos destinados ao consumo animal e não só para os produtos destinados ao consumo humano. Pela nova legislação, há também a obrigação de rotulagem de produtos à granel, o que a lei anterior não exigia.

A lei exige que produtos produzidos a partir de animal que tenha se alimentado com ração contendo ingredientes GMs, também receba o rótulo com esta informação. Este é particularmente um ponto de bastante polêmica, já que cientistas afirmam ser improvável a possibilidade de transferência de genes vegetais modificados para células de animais. O decreto instituiu também a possibilidade (e não a obrigatoriedade) de rotulagem negativa, pelo qual os produtores ou distribuidores de alimentos e

ingredientes alimentares livres de OGMs possam rotular como produto livre de transgênicos.

A grande dificuldade para a implementação do decreto está no processo de capacitação de laboratórios para efetuar as análises de detecção de OGMs e na fiscalização

## G – OUTROS ASPECTOS LEGAIS NO BRASIL

Além da Constituição Brasileira e as leis e decretos citados anteriormente, a manipulação de OGMs pode sofrer influência da aplicação de outras regulamentações como as diversas Instruções Normativas da CTNBio (pelo menos 20), 3 Instruções Normativas que regulam a concessão do RET, Lei nº 9.782/99 (que se refere ao Sistema Nacional de Vigilância Sanitária), Lei nº 6.938/81 (que dispõe sobre a Política Nacional de Meio Ambiente), Lei nº 10.165 (Lei dos crimes ambientais), Resolução do CONAMA nº 305/02 (sobre licenciamento ambiental), Resolução nº 196/96 (que aborda a ética nas pesquisas) e principalmente o Código de Defesa do Consumidor (CDC).

O CDC, que entrou em vigor em 11 de setembro de 1990 (Lei nº 8.078), estabelece a garantia de acesso às informações por parte do consumidor e o direito de escolha. Como consequência, há uma cobrança por parte dos órgãos de defesa do consumidor, como o IDEC por exemplo, para que o poder público faça cumprir as leis e garantir o acesso às informações.

Conforme o artigo 9º do CDC “[...] o fornecedor de produtos e serviços potencialmente nocivos ou perigosos à saúde ou segurança deverá informar, de maneira ostensiva e adequada, a respeito da sua nocividade ou periculosidade, sem prejuízo da adoção de outras medidas cabíveis em cada caso concreto” (BRASIL, 1990). Embora a ciência ateste a segurança dos OGMs já liberados para o consumo, há diversos grupos de interesse que evocam este artigo, além do decreto específico, para exigir a rotulagem dos produtos.

De um modo geral, pode-se perceber que, com a aprovação da Lei de Biossegurança em março de 2005, o Brasil passou a ter uma lei que possibilita maior clareza no processo de pesquisa e produção de OGMs, principalmente se comparado com a lei de 1995 (que apresentava conflito de competências). Apesar das incursões para provar a inconstitucionalidade da Lei de Biossegurança, há uma tendência de que ela se firme como importante marco regulatório na área dos OGMs. O grande atraso em sua regulamentação, que ocorreu apenas em novembro de 2005, levou à paralização das atividades da CTNBio, órgão fundamental na implementação da lei.

Observa-se também que houve importantes avanços na legislação nacional sobre o direito de propriedade intelectual, principalmente após a entrada em vigor da Lei de Proteção da Propriedade Industrial de 1996 e a Lei de Proteção de Cultivares de 1997. Desta forma, parece haver um ambiente mais estimulante para as atividades de pesquisa e proteção das inovações na área de OGMs.

Apesar dos avanços na legislação brasileira sobre OGMs, observa-se que muitos aspectos ainda não são cumpridos. Neste contexto, a rotulagem exigida pelo CDC e pelo Decreto nº 4.680 (e até mesmo pelo Decreto anterior de nº 3.871), tem sido a mais burlada. Ao menos até final de 2005 não se tinha notícias da existência de produtos já com o rótulo indicando a existência de ingredientes GMs nas gôndolas dos supermercados, apesar de denúncias feitas por Organizações Não-Governamentais (ONGs), como as realizadas pelo Greenpeace (2002).

#### **4.2.2 ASPECTOS MERCADOLÓGICOS RELACIONADOS AOS OGMs**

Neste estudo, os aspectos mercadológicos se referem ao nível de aceitação da tecnologia dos OGMs por parte dos consumidores e que podem ter influência importante nas decisões empresariais, já que se relacionam com as perspectivas de dimensão do mercado consumidor.

Diversos estudos, tais como Yeung e Morris (2001) e Park e Lessig (1981), trataram da influência da percepção dos consumidores sobre o comportamento de compra. De forma mais específica, House *et al.* (2004) estabeleceram uma importante

diferença entre o conhecimento subjetivo (auto-avaliado, também chamado de conhecimento percebido) e o conhecimento objetivo (que é testado) relacionados à aceitação dos alimentos GMs. Os autores observaram que, dependendo da forma como é tratado o conhecimento nas pesquisas de opinião pública, há diferenças significativas nos resultados sobre a aceitação dos alimentos GMs. Embora não se busque aqui estabelecer e estudar estas diferenças, é importante entender que o tipo de questionamento pode interferir nos resultados.

Com a divulgação da discussão sobre os OGMs nos meios de comunicação em massa, o grande público vai aos poucos se informando da polêmica instaurada e construindo um conhecimento pessoal sobre o assunto. Isto não significa, contudo, que as posições tomadas sejam racionais ou não. O que é possível afirmar é que a posição das pessoas vai sendo formada a partir de suas crenças, valores, expectativas e nível de exposição às informações sobre o assunto.

Além das instituições que vêm se posicionando favoravelmente ao aprofundamento das pesquisas com OGMs e comercialização dos produtos já testados e aprovados legalmente (com é o caso dos institutos de pesquisa, universidades e entidades científicas), existem outras instituições que têm tratando esta questão de forma bastante crítica tanto no Brasil quanto no exterior.

Em nível internacional se destaca a forte atuação do Greenpeace, que mantém escritórios em 42 países, inclusive no Brasil. Além da atuação do Greenpeace no Brasil, outras Organizações Não-Governamentais (ONGs) também se destacam pelos posicionamentos contrários aos OGMs, como é o caso da AS-PTA (Assessoria e Serviços a Projetos em Agricultura Alternativa) e do IDEC (Instituto Brasileiro de Defesa do Consumidor). No processo de divulgação de posicionamentos contrários aos OGMs, existem também as campanhas, como a Campanha Brasil Livre de Transgênicos (envolvendo um total de 12 órgãos na coordenação, incluindo o Greenpeace, a AS-PTA e o IDEC), e os fóruns, como o Fórum Brasileiro de Segurança Alimentar e Nutricional.

Os principais motivos do posicionamento contrário aos OGMs podem ser observados por meio dos principais argumentos sobre os riscos para consumidores e

meio ambiente, divulgados pela Campanha Brasil Livre de Transgênicos (INSTITUTO BRASILEIRO DE DEFESA DO CONSUMIDOR - IDEC, 2002; SYNTONIA, 2002).

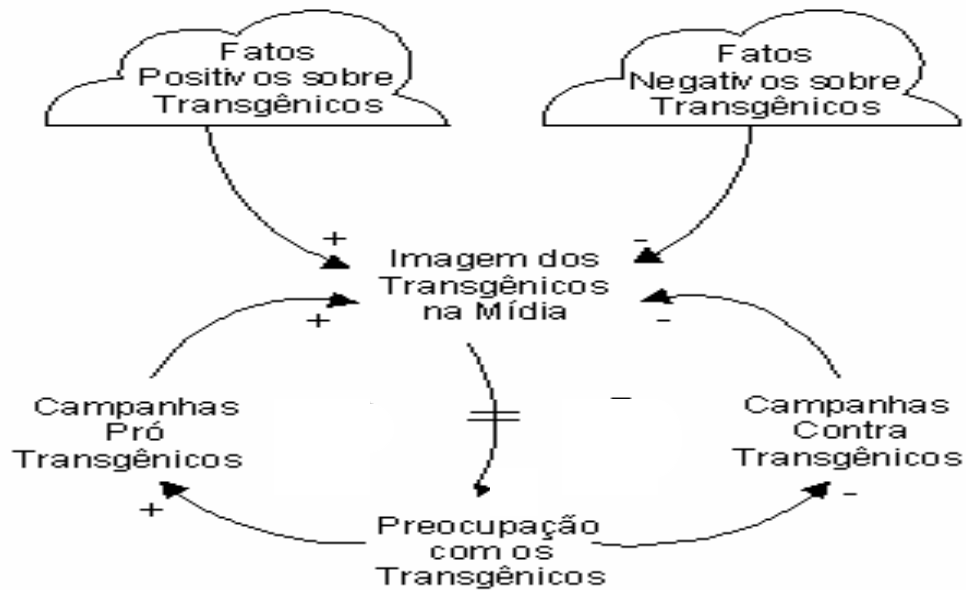
Outros argumentos também são expostos pela Campanha Brasil Livre de Transgênicos, como a não existência de regulamentos técnicos suficientes para a segurança e uso de transgênicos no Brasil e a existência de outras alternativas mais eficientes e que não implicam nos riscos dos transgênicos. Apesar destes argumentos serem passíveis de fortes questionamentos do ponto de vista científico, estes são levados ao grande público.

A ética, e a bioética em particular, tem se tornado um parâmetro importante para balizar as discussões sobre os OGMs. Ao invés de se pautar em proibições, vetos, limitações, normatizações e mandamentos, a bioética atua afirmativa e positivamente, tendo como essência a liberdade com compromisso e responsabilidade. A única saída para o grande conflito que se gerou em torno dos transgênicos é a tolerância, já que as pessoas possuem princípios morais diferentes e, portanto, há a impossibilidade de um consenso universal (GARRAFA, 1999).

É importante considerar que o sistema político também vai se moldando de acordo com as demandas da sociedade. Os partidos políticos e os políticos se situam no meio desta polêmica e, assim, estão longe de chegar a um consenso sobre a necessidade e viabilidade dos OGMs.

A preocupação com os transgênicos está diretamente relacionada com a imagem dos transgênicos na mídia, que representa a intensidade e o tom das mensagens na mídia relativo a este tipo de produto. Assim, uma imagem positiva alta significa que há uma alta intensidade de fatos favoráveis aos transgênicos na mídia, e uma imagem negativa significa que há mais fatos negativos do que positivos na mídia sobre os transgênicos, conforme mostrado na Figura 11.





**Figura 11:** Percepções dos consumidores sobre transgênicos

**Fonte:** Adaptado de Vilella e Schroeder (1999)

Se fosse possível ver o futuro, “saberíamos a influência destes fatos na preocupação com os transgênicos, e assim seria mais fácil tomar decisões hoje” (VILELLA; SCHROEDER, 1999, p.3). Como não se tem informações sobre todas os possíveis impactos dos transgênicos nem consenso entre cientistas e organizações não-governamentais, a percepção dos consumidores vai sendo influenciada pelas campanhas pró e contra os transgênicos que procuram destacar os benefícios e os malefícios desta tecnologia.

Conforme destacam Maturana e Varela (1997), toda mudança experimentada por um indivíduo é necessária e inevitavelmente determinada pela sua própria organização, e não simplesmente pela transmissão de uma informação. Assim, a construção do conhecimento individual e até mesmo coletivo, refletido nas opiniões sobre os OGMs, irá depender não apenas dos resultados científicos das pesquisas realizadas nos institutos e universidades, mas de um conjunto de processos de interação social e de arranjos institucionais, inclusive com a influência da mídia.

No intuito de se conhecer a opinião dos consumidores sobre os OGMs, a seguir serão abordados alguns estudos realizados nos Estados Unidos e na Europa em nível internacional e também no Brasil. É importante destacar que esta subseção está baseada exclusivamente em dados secundários, obtidos de institutos, relatórios ou artigos científicos.

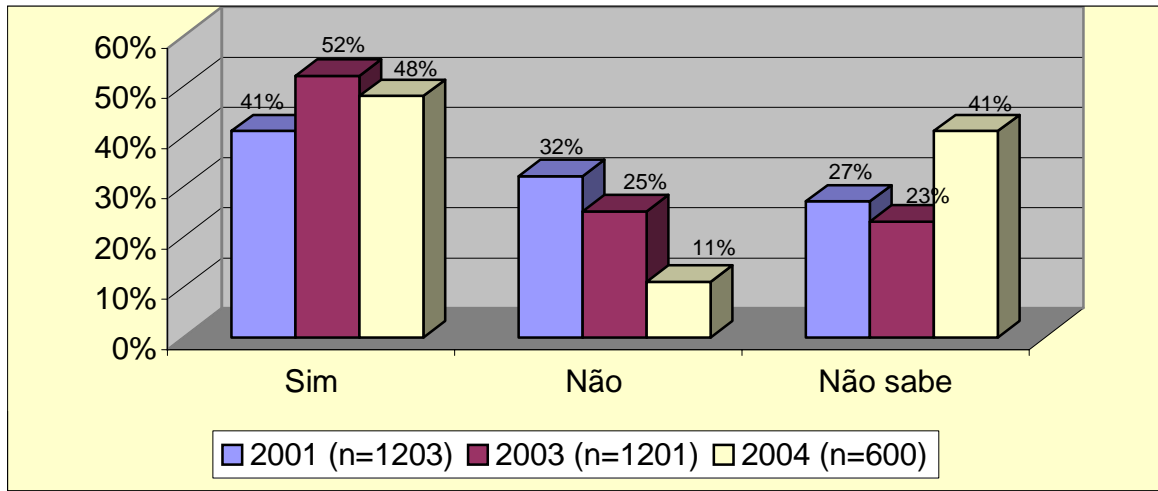
#### **4.2.2.1 Percepção pública nos EUA**

Os EUA é um dos países pioneiros na pesquisa e na liberação comercial de produtos originários da tecnologia dos OGMs. Apesar de serem comercializados desde 1996 nos EUA, os OGMs ainda não são de conhecimento generalizado da população e é motivo de muitas controvérsias, conforme estudo de Hallman *et al.* (2004) do *Food Policy Institute* (The State University of New Jersey).

Em uma *survey* realizada por Hallman *et al.* (2004) com 1.201 pessoas nos EUA em 2004, observou-se que 17% nunca leram ou ouviram falar dos alimentos GM, 69% leram ou ouviram falar alguma coisa, mas não muito e apenas 14% já ouviram falar bastante. Do total de entrevistados, 63% afirmaram nunca terem conversado sobre os alimentos GM, 16% conversaram uma ou duas vezes, 17% conversaram ocasionalmente e apenas 4% afirmaram conversar freqüentemente sobre o assunto.

Em uma comparação com estudos anteriores, os autores analisaram a evolução da consciência da existência de alimentos GM nos supermercados, conforme Figura 12.

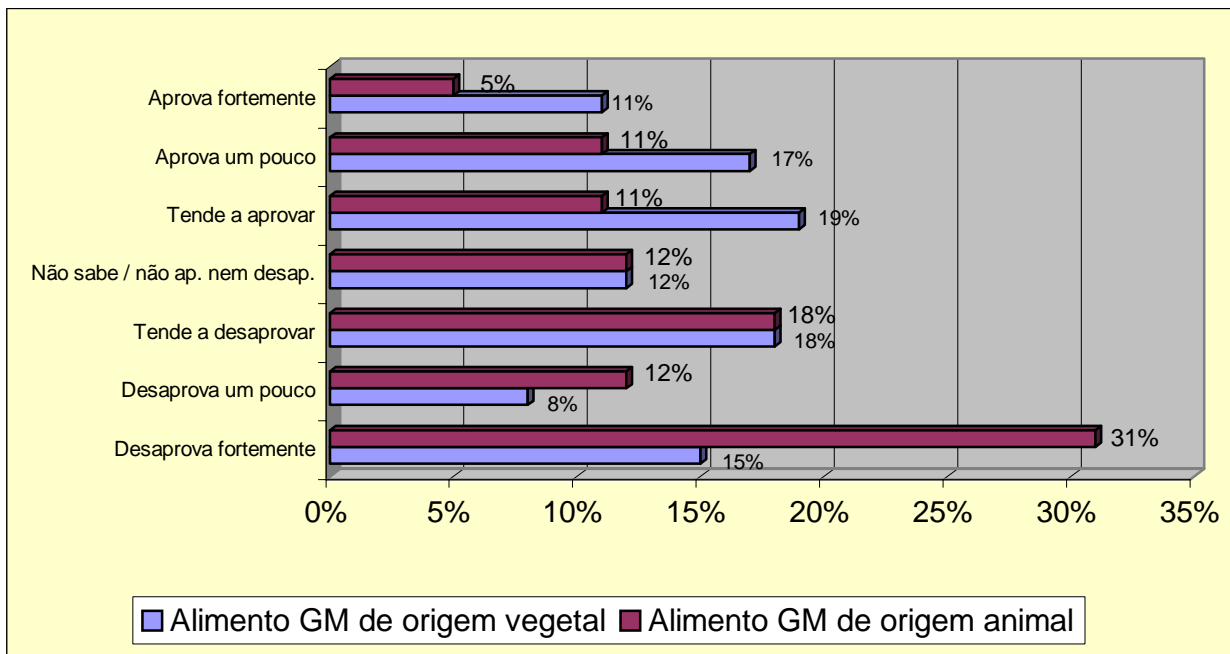
A Figura 12 mostra uma forte redução do percentual de pessoas que não acreditam na existência de alimentos GM nos supermercados e um expressivo aumento no percentual de pessoas que não sabem se existem ou não alimentos GM nos supermercados. Das pessoas que acreditam que existam alimentos GM nos supermercados, 79% citam a existência do tomate GM, 76% do milho GM, 64% da soja GM, 61% do frango GM e 45% do arroz GM.



**Figura 12:** Consciência da existência de alimentos GM nos supermercados dos EUA em 2004

**Fonte:** Hallman *et al.* (2004)

O estudo mostra que boa parte da população não tem uma posição bem definida sobre o consumo de alimentos GM. Conforme se percebe pela Figura 13, há um grande percentual de pessoas que responderam que não sabem / não aprovam nem desaprovam os alimentos GM. Também é significativo o percentual de pessoas que responderam que apenas tende a aprovar ou desaprovar este tipo de alimento. O percentual de pessoas que se posicionaram nestas três categorias intermediárias, chegou a 49% para os alimentos GM de origem vegetal e 41% para os de origem animal.



**Figura 13:** Aprovação da opinião pública nos EUA sobre alimentos GM (n=1201)

**Fonte:** Hallman *et al.* (2004)

Observa-se um percentual significativamente maior de pessoas que desaprovam os alimentos GM de origem animal, se comparado com os de origem vegetal. Uma das possíveis causas pode ser atribuída ao fato de existirem cultivos de plantas GM em grande escala há mais tempo que alimentos GM de origem animal.

Questionados (n=601) se os alimentos GM requeriam rotulagem nos EUA, 28% disseram que sim, 33% disseram que não e 40% disseram que não sabiam. Outra questão levantada na pesquisa foi relacionada à crença de que os cultivos GM eram testados para a segurança humana. Do total de 1.201 respondentes, 29% disseram que sim, 13% disseram que não e 59% disseram que não sabiam. Em relação ao meio ambiente, 23% acreditavam que os cultivos eram testados para a segurança ambiental, 14% acreditavam que não eram testados e 63% não sabiam. Nestas questões percebe-se a falta de informações por parte da população norte-americana sobre os alimentos GM, já que aproximadamente três quartos dos respondentes não sabiam que os cultivos GM eram testados para a segurança humana e ambiental.

Considerando os resultados da pesquisa apresentada, pode-se afirmar que de modo geral os norte-americanos não possuem grande conhecimento sobre os alimentos GM, o que os levam a não ter um posicionamento muito claro sobre sua aprovação ou desaprovação. Entre os anos de 2001 e 2004 não houve grandes mudanças na aprovação dos norte-americanos em relação aos produtos GM. Embora a população diga que tem interesse no assunto, ela ainda não tem sido suficientemente estimulada para a busca de informações sobre a tecnologia (HALLMAN *et al.*, 2004).

Em um estudo realizado em 2000 com cidadãos norte-americanos, apresentado por Priest (2000), observou-se que 52,8% dos 959 respondentes (via telefone) afirmaram que a engenharia genética poderia melhorar a qualidade de vida e 30,1% afirmaram que a engenharia genética poderia tornar as coisas piores nos 20 anos subsequentes. Comparando-se com outras tecnologias, observa-se que a tecnologia da informação, a energia solar, as telecomunicações e a internet poderiam melhorar a vida, atingindo 87,8%, 87,7%, 82,3% e 72,1% respectivamente.

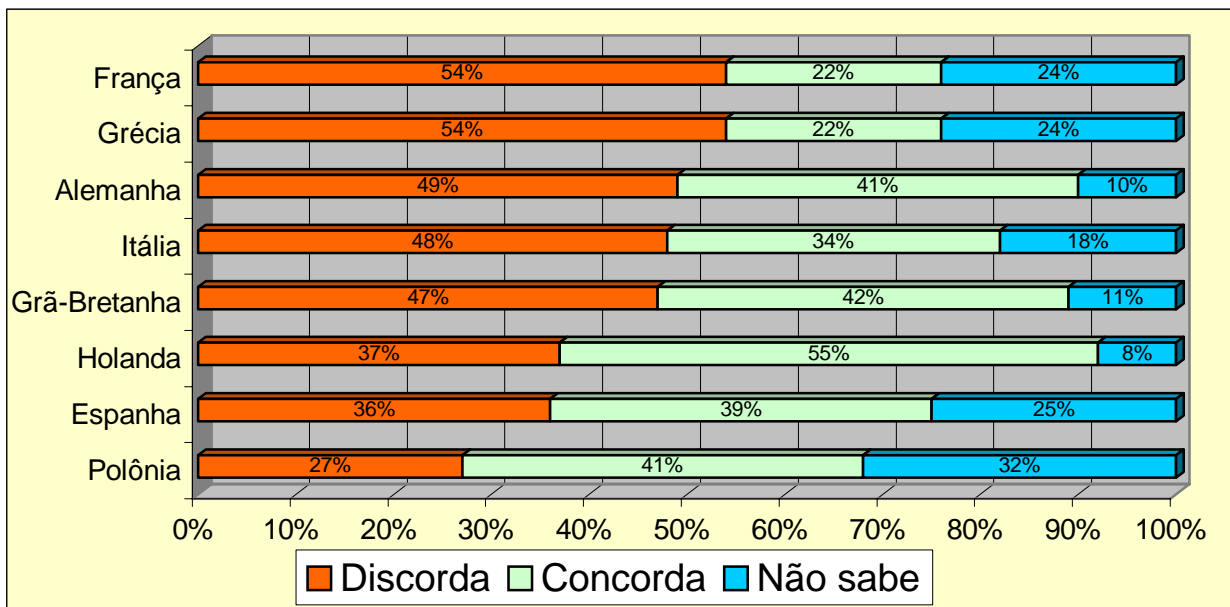
Outro estudo, realizado por telefone com 509 produtores de milho em 14 estados norte-americanos nos meses de junho e julho de 2001, indicou que 74% dos produtores concordavam que foi a rejeição ao milho e a soja GM pelos grandes clientes, é que contribuíam para a manutenção do baixo preço das *commodities*. Este estudo, conduzido pela *American Corn Growers Association* (2001), indicou também que 78% dos produtores plantariam variedades de milho não-GM se fosse preciso para satisfazer clientes e manter mercados internacionais, 16% não plantariam e 6% não sabiam.

Estas pesquisas realizadas nos EUA indicam que a população não possui um bom conhecimento sobre alimentos GM e que ainda há um importante percentual de pessoas que ainda desconfiam de seus benefícios para a melhoria da qualidade de vida das pessoas. Já os produtores, estes consideram a possibilidade de plantar variedades não-GM caso seja necessário para manter mercados.

#### 4.2.2.2 Percepção pública na Europa

Diversas pesquisas tem sido realizadas na Europa no intuito de identificar a opinião dos europeus sobre os avanços científicos de modo geral e dos OGMs em especial. A seguir busca-se apresentar os resultados de pesquisas sobre a aceitação dos OGMs e o nível de informação e interesse dos europeus em relação aos desenvolvimentos científicos.

Em uma pesquisa realizada em 2000 com 35.000 respondentes de diversos países apontou que, de modo geral, os europeus são resistentes à biotecnologia. A Figura 14, apresenta os percentuais dos entrevistados que concordaram, discordaram ou não sabiam se os benefícios da biotecnologia superavam os riscos.



**Figura 14:** Nível de concordância que os benefícios da biotecnologia superam os riscos

**Fonte:** Environics International (2000)

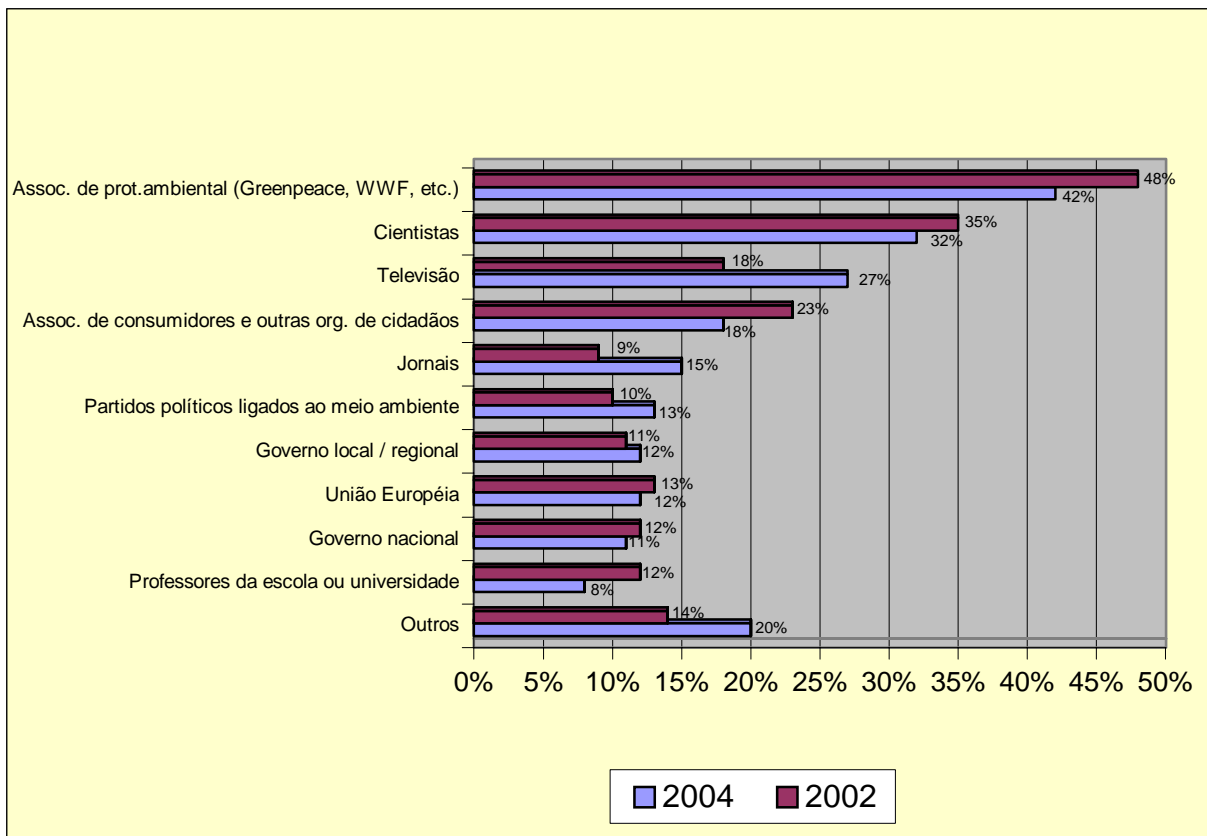
Pelos resultados da pesquisa, observa-se que a França e a Grécia são os países que mais discordam que os benefícios da biotecnologia superam seus riscos e os Holandeses são os que mais concordam. Chama a atenção também o alto percentual de Poloneses que não souberam responder.

Os benefícios da biotecnologia agrícola somente serão realizados de forma plena se os consumidores e empresas alimentícias considerarem sua segurança e benefícios (HOBAN, 2004). Pode se observar no estudo realizado por *Envionics International* (2001) atesta que há mais britânicos que não comprariam alimentos GM nutricionalmente melhorados que os que comprariam, com uma diferença de 7%.

Embora existam pesquisas apontando para a resistência dos europeus em relação à tecnologia dos OGMs, há autores, como Campbell e Townsend (2005) que contestam a forma como determinadas pesquisas são conduzidas, principalmente em relação a aleatoriedade. De qualquer forma, pode-se tomar estas pesquisas como um dos parâmetros para se avaliar a aceitação da tecnologia dos OGMs.

Em uma pesquisa realizada em novembro de 2004 com 25.000 pessoas dos 25 países da UE (EUROPEAN COMMISSION, 2005a) sobre as atitudes dos cidadãos europeus sobre o meio ambiente, observou-se que, de uma lista de 15 temas, “o uso de OGMs em cultivos” foi o segundo tema no qual os cidadãos se sentem menos informados (40% dos respondentes), quase empatando com o primeiro colocado - “o impacto sobre a saúde dos produtos químicos usados no dia-a-dia” (41% dos respondentes). Dos países pesquisados, a Finlândia é que demonstrou maior carência de informações sobre “o uso de OGMs em cultivos” (66%).

A pesquisa demonstrou também que a população européia confia mais nas associações de proteção ambiental que nos cientistas, no que se refere ao meio ambiente, conforme Figura 15.



**Figura 15:** Confiança dos europeus em relação ao meio ambiente

**Fonte:** European Commission (2005a)

Percebe-se também que a confiança nas associações de proteção ambiental, nos cientistas, nas associações de consumidores, na UE e nos professores caiu de 2002 para 2004. Por outro lado, a confiança dos europeus aumentou, neste período, na televisão, jornais, partidos políticos ligados ao meio ambiente e nos governo local / regional. Dos países pesquisados, a Dinamarca é a que mais confia nos cientistas (53%), Portugal é o que menos confia nos cientistas (apenas 17%) e a Suécia é a que mais confia nas associações de proteção ambiental (60%).

Em um estudo realizado em 1999 com cidadãos europeus observou-se que 46% dos 16.082 respondentes afirmaram que a biotecnologia poderia melhorar a qualidade de vida nos 20 anos subseqüentes, o que foi abaixo dos 50% e 53% dos respondentes



à uma pesquisa similar nos anos de 1996 e 1993, respectivamente (GASKELL *et al.*, 2000).

No caso do Reino Unido há iniciativas de fomentar o debate e ampliar o conhecimento da população sobre os OGMs, o que tem sido recomendado pela *Agriculture and Environment Biotechnology Commission* (AEBC). O *Department for Environment, Food and Rural Affairs* –DEFRA (2004), desde maio de 2002, vem estimulando o debate por meio de diversos encontros regionais.

Em outra pesquisa realizada nos meses de janeiro e fevereiro de 2005 (EUROPEAN COMMISSION, 2005b) em países europeus, indicou que o interesse em ciência e tecnologia vem diminuindo se comparado com pesquisas anteriores.

Na Tabela 10 pode-se observar o comparativo dos interesses dos cidadãos europeus em novos temas em 2005 (pesquisa realizada com 25 países membros da UE) e 1992 (pesquisa realizada com 12 países membros).

**Tabela 10:** Nível de interesse dos cidadãos europeus em novos temas em 2005 e 1992

Temas	Muito interessado			Moderadamente interessado			Não interessado		
	2005	1992	Difer.	2005	1992	Difer.	2005	1992	Difer.
Poluição ambiental	38%	56%	-18	49%	38%	+11	12%	6%	+6
Novas descobertas médicas	33%	45%	-12	50%	44%	+6	16%	10%	+6
Novas invenções e tecnologias	30%	35%	-5	48%	47%	+1	21%	18%	+3
Novas descobertas científicas	30%	38%	-8	48%	45%	+3	20%	16%	+4
Novidades esportivas	26%	29%	-3	42%	38%	+4	32%	33%	-1
Política	22%	28%	-6	49%	52%	-3	29%	20%	+9

**Fonte:** European Commission (1992, 2005b)

Pela tabela, pode-se observar que o número de pessoas muito interessadas caiu para todos os temas apresentados, comparando-se os dados de 1992 com 2005. Considerando os temas apresentados, pode-se inferir que o interesse por OGMs, que poderia se enquadrar principalmente em novas invenções e tecnologias e novas descobertas científicas, também vem caindo ao longo dos anos. Em 2005, observou-se, por exemplo, que a Lituânia é que apresentou o menor percentual de “muito interesse” em novas invenções e tecnologias e em novas descobertas científicas, apenas 14% e 11% respectivamente.

Por meio de outra pergunta, observou-se que os cidadãos europeus sentem-se pior informados na temática de novas descobertas científicas e em novas invenções e tecnologias. Neste caso, a Lituânia também se destaca com o maior percentual de pessoas que se declaram como mal informadas sobre estas questões (54%).

Perguntados sobre o motivo do desinteresse em ciência e tecnologia, os cidadãos dos 25 países da UE responderam que é pelo fato de não entenderem (32%), não se importarem (31%), não necessitarem disto (16%), nunca pensaram sobre isto (12%), nenhuma razão particular (12%), não tiveram tempo (11%) e outras respostas (4%).

Das novas invenções e tecnologias ou novas descobertas científicas, os temas que mereceram maior interesse foram medicina (61%), meio ambiente (47%), humanidades – história, literatura, teologia, etc. (30%), internet (29%), ciência econômica e social (24%), astronomia e espaço (23%), genética (23%), nanotecnologias (8%) e nenhuma destas (3%).

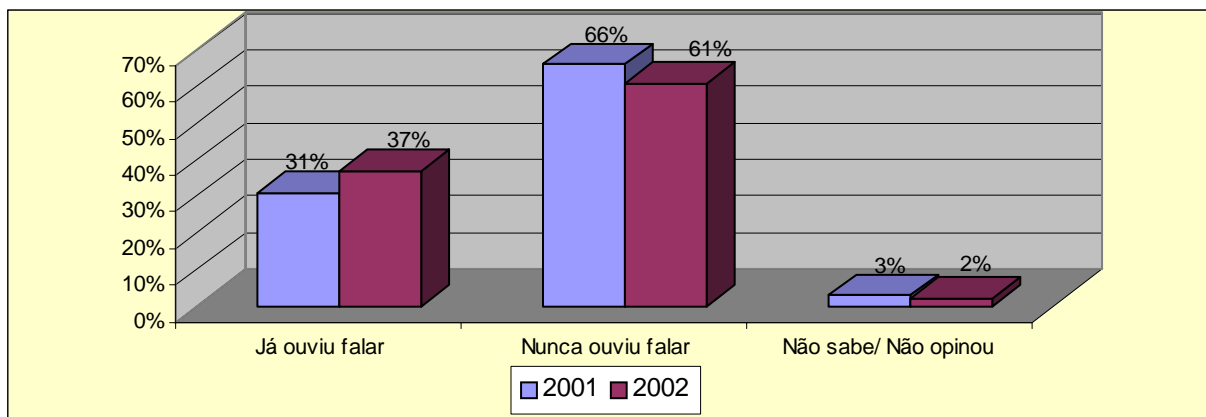
Baseado nas diversas pesquisas apresentadas, pode-se observar que, de modo geral, os europeus têm maior interesse em novidades que não as descobertas científicas na área da genética e que seu interesse em ciência e tecnologia vem caindo, cedendo lugar para outras questões. No caso dos alimentos GMs, observou-se uma resistência importante por parte dos consumidores europeus, o que, em parte, pode ser explicado pelo fato deles confiarem mais nas associações ambientalistas que nos cientistas em questões relacionadas ao meio ambiente.

#### 4.2.2.3 Percepção pública no Brasil

Nesta subseção, as principais pesquisas analisadas foram as realizadas pelo Instituto Brasileiro de Opinião Pública e Estatística (IBOPE), realizadas em julho de 2001 e dezembro de 2002. Posteriormente, buscou-se estabelecer comparativos entre a aceitação da opinião pública brasileira com a de outros países.

Nas duas pesquisas realizadas pelo IBOPE foram entrevistadas pessoalmente 2000 pessoas de todas as regiões do país, com uma margem de erro de 2,2 pontos percentuais e 95% de intervalo de confiança para ambas pesquisas.

Perguntados se já haviam ouvido falar em transgênicos<sup>3</sup>, observou-se que a grande maioria nunca ouviu falar, embora este percentual tenha caído na pesquisa mais recente, conforme se observa na Figura 16.



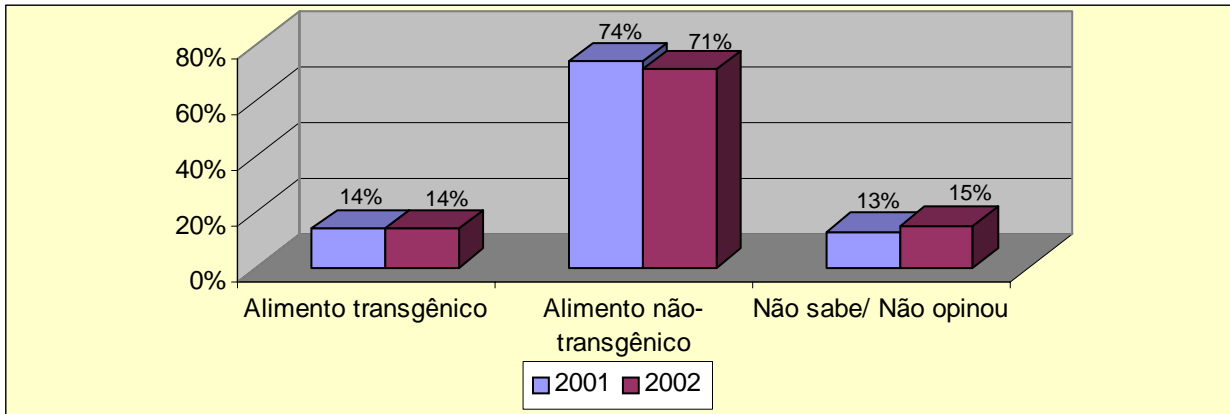
**Figura 16:** Nível de informação sobre transgênicos

**Fonte:** IBOPE (2001, 2002)

A pesquisa de 2002 do IBOPE indica que, daqueles que já ouviram falar em transgênicos, 58% pelo menos já ouviram falar da campanha chamada “Por um Brasil livre de transgênicos” (promovida pelo Greenpeace, IDEC e AS-PTA), o que demonstra a possibilidade de iniciativas desta natureza em influenciar a opinião pública.

<sup>3</sup> Em 2001 a pesquisa tratou com o organismo transgênico e em 2002 como produto transgênico.

Depois do entrevistador informar o que é um transgênico, observou-se que, se pudessem escolher, prefeririam um alimento não-transgênico. O percentual de pessoas que escolheriam alimento transgênico não sofreu alterações e os que escolheriam alimentos não-transgênicos recuou 3 pontos percentuais em 2002, conforme Figura 17.

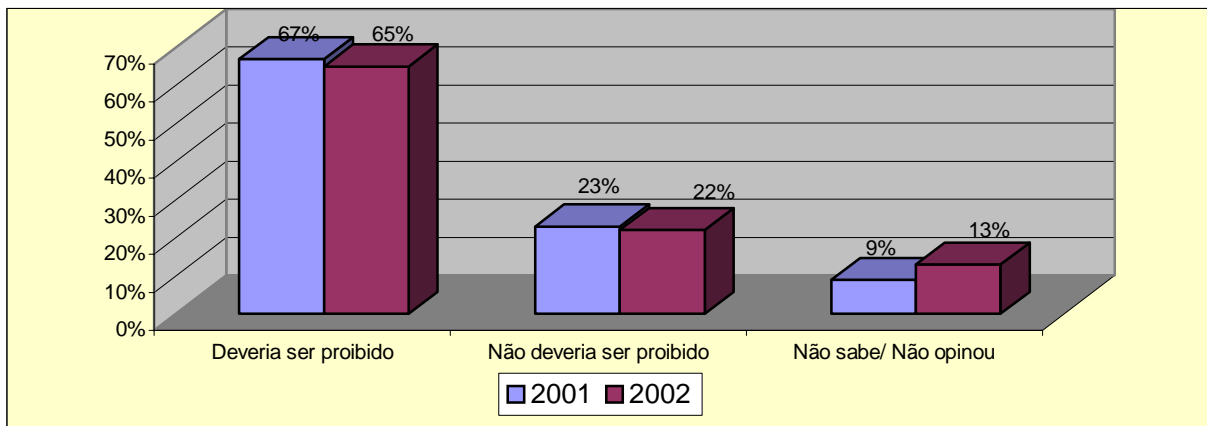


**Figura 17:** Tipo de alimento preferido pelos respondentes

**Fonte:** IBOPE (2001, 2002)

Do total de entrevistados, 92% consideraram em 2002 que os alimentos com ingredientes transgênicos deveriam trazer esta informação no rótulo, o que ficou um ponto percentual acima da pesquisa de 2001. Apenas 4% disseram em 2001 e 2% em 2002 que este tipo de alimento não deveria trazer esta informação no rótulo.

Considerando as divergências existentes entre formadores de opinião quanto aos potenciais prejuízos à saúde e ao meio ambiente, a maioria dos entrevistados considerou que estes organismos deveriam ser proibidos, enquanto as dúvidas não forem esclarecidas, conforme indica a pesquisa (Figura 18).



**Figura 18:** O que deveria ser feito enquanto as dúvidas sobre transgênicos não forem esclarecidas

**Fonte:** IBOPE (2001, 2002)

O Quadro 14 apresenta o nível de concordância dos entrevistados em relação a algumas afirmações sobre os OGMs.

**Quadro 14:** Nível de concordância dos entrevistados sobre afirmações sobre os OGMs

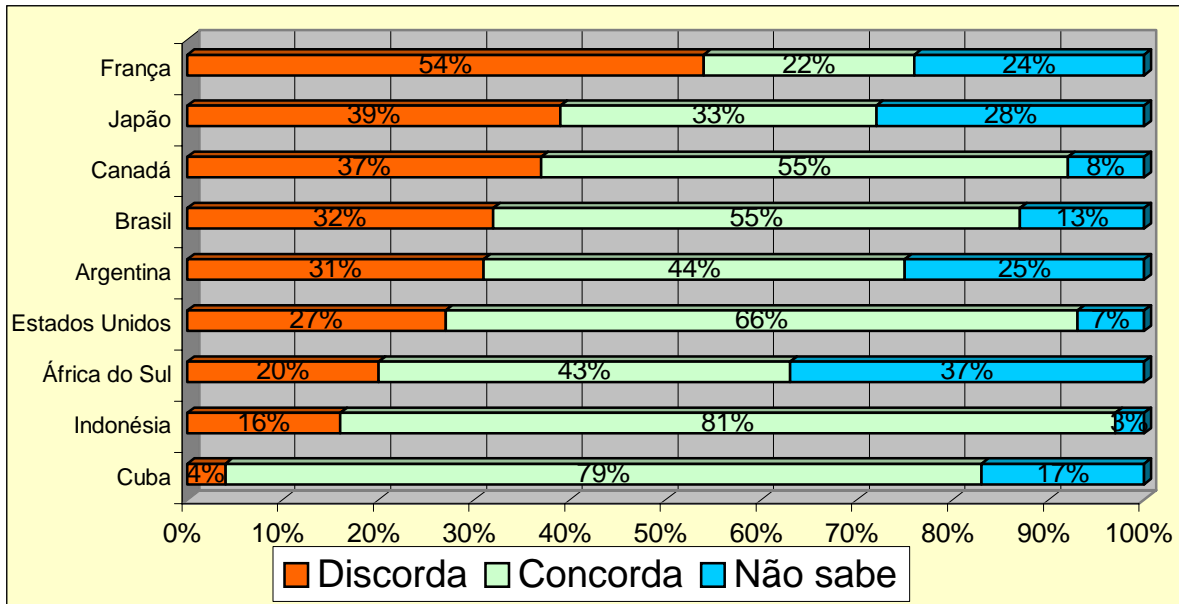
Questão	Concorda totalmente	Concorda parcialmente	Não concorda	Não sabe/ Não opinou
Os alimentos transgênicos vão acabar com a fome do mundo	13%	15%	55%	18%
Com os transgênicos a produção é maior que com a agric. convencional	22%	20%	35%	23%
Os custos de produção são menores	22%	19%	32%	27%
Os transgênicos podem trazer riscos para a saúde	41%	22%	18%	19%
Os transgênicos podem trazer riscos para o meio ambiente	36%	21%	22%	21%
O Brasil teria dificuldades para exportar produtos transgênicos, pq eles são rejeitados por outros países	42%	18%	17%	23%

**Fonte:** IBOPE (2002)

Conforme o Quadro, a maioria (55%) dos entrevistados não concorda que os transgênicos vão acabar com a fome no mundo. Obteve-se um grande percentual também de entrevistados que não concordaram ou que concordaram apenas parcialmente que com os transgênicos a produção é maior que com a agricultura convencional e que os custos de produção são menores com os transgênicos. No entanto, há um grande percentual de pessoas que concordaram totalmente ou parcialmente que os transgênicos podem trazer riscos à saúde e ao meio ambiente, além de apresentar dificuldades na sua exportação.

Um outro estudo foi realizado pelo Centro de Estudos e Pesquisas em Administração (CEPA) da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. A pesquisa de opinião pública foi realizada em dezembro de 1999 na região metropolitana de Porto Alegre (RS) com 418 pessoas e teve por objetivo identificar a opinião dos consumidores da região sobre transgênicos (UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL, 2000). A pesquisa demonstrou que 34% das pessoas nunca ouviram falar de produtos transgênicos, 71,8% não comprariam óleo ou margarina de soja transgênica, 60,9% da população estaria disposta a pagar mais por alimentos livres de transgênicos e que 95,5% é favorável à continuidade das pesquisas sobre transgênicos em geral.

Na pesquisa internacional, realizada por *Envionics International* (2000), pode-se comparar a predisposição dos brasileiros em aceitar a biotecnologia com a de alguns países selecionados, conforme se observa na Figura 19.



**Figura 19:** Nível de concordância que os benefícios da biotecnologia superam os riscos

**Fonte:** Environics International (2000)

A Figura 19 demonstra que o nível de discordância dos brasileiros, de que os benefícios da biotecnologia superam os riscos, está abaixo apenas da França, Japão e Canadá, considerando apenas os países relacionados na figura. Observa-se também que Cuba e a Indonésia são os países que mais acreditam nos benefícios da biotecnologia. Por outro lado, a África do Sul é que teve o maior percentual de entrevistados que não souberam responder.

Fazendo uma análise geral das pesquisas apresentadas, observa-se que ainda há baixa informação sobre os transgênicos por parte da população brasileira e que ainda é muito forte a resistência aos produtos transgênicos, embora se tenha observado uma pequena queda nas pesquisas apresentadas pelo IBOPE. Conforme discute Zannettini (2001), o cenário futuro do avanço da tecnologia dos OGMs pode sofrer graves conseqüências se a percepção negativa dos consumidores se mantiver em patamares elevados.

A seguir busca-se analisar os principais aspectos tecnológicos relacionados aos OGMs, para em seguida apresentar e discutir os casos.

### 4.2.3 ASPECTOS TECNOLÓGICOS RELACIONADOS AOS OGMs

Nesta seção busca-se estabelecer um breve histórico do desenvolvimento da biotecnologia, especialmente da tecnologia dos OGMs, indicar as possibilidades tecnológicas de desenvolvimento da biotecnologia e caracterizar o regime tecnológico.

É importante destacar que há uma diversidade de técnicas de manipulação genética com fins de melhoramento e que a tecnologia dos OGMs é apenas uma delas. As técnicas de manipulação genética podem ou não empregar a reprodução sexual e podem ser resumidas da seguinte forma (PATERNIANI, 2002):

a) Técnicas com reprodução sexuada:

- Seleção – intra e interpopulacional
- Hibridação – intra e interespecífica
- Heterose – vigor de híbrido

b) Técnicas sem reprodução sexuada:

- Ploidia – alterações no número de cromossomos
- Metagênese – indução artificial de mutações
- Variação somoclinal – reprodução de indivíduos a partir de células somáticas
- Hibridação somática – fusão de protoplastos
- Cíbridos – citoplasma e organelas da espécie A e núcleo da espécie B
- Transgenia – transferência de genes exógenos
- Transplastomia – transferência de plastídeos exógenos

As técnicas mencionadas não esgotam o rol de possibilidades de reprodução, que poderiam incluir ainda as várias formas de seleção recorrente e seleção recorrente recíproca, além das combinações dos diferentes tipos de progênies (PATERNIANI, 2002).

No Quadro 15, pode-se observar um breve histórico (até 2000) da biotecnologia.



**Quadro 15:** Breve histórico da biotecnologia (*continua ...*)

Ano	Evento
1750 AC	Bebida fermentada (vinhos)
500 AC	Uso, pelos chineses, de coalhos de soja mofada como antibiótico para tratamento de pequenos tumores (furúnculos)
100 DC	Crisântemo em pó é usado na China como inseticida
1663	Descobrimto das células por Hooke
1675	Leeuwenhoek descobre a bactéria
1797	Uso de vacina viral contra varíola
1830	Descobrimto de proteínas
1833	As primeiras enzimas são isoladas
1855	A bactéria <i>Escherichia coli</i> é descoberta. Mais tarde, se transforma em uma das ferramentas principais de pesquisa, desenvolvimento e produção para biotecnologia
1863	Mendel, com seus estudos em ervilhas, descobre que os caracteres são transmissíveis dos pais para as progênies por meio de unidades independentes, denominadas mais tarde de genes.
1869	Miescher descobre DNA no esperma de salmão
1883	A primeira vacina anti-rábica é desenvolvida
1911	O primeiro vírus que causa câncer é descoberto por Rous
1914	Bactéria é usada pela primeira vez para tratar esgoto em Manchester, Inglaterra
1919	A palavra biotecnologia é usada pela primeira vez por um engenheiro agrícola da Hungria
1928	Fleming descobre penicilina, o primeiro antibiótico
1943	Avery demonstra que DNA é o fator de transformação e constitui o material de um gene
1953	Watson e Crick revela a estrutura tridimensional do DNA, na forma de hélice dupla ou duplex
1954	Técnicas de cultivo de células são desenvolvidas
1956	O processo de fermentação é otimizado no Japão Kornberg descobre a enzima DNA polimerase I, que catalisa a síntese de DNA em bactéria, levando a um entendimento de como o DNA é replicado
1960	RNA mensageiro é descoberto
1969	Uma enzima é sintetizada in vitro pela primeira vez
1970	Enzimas de restrição (nucleases específicas) são identificadas, abrindo o caminho para clonagem molecular de genes
1973	Cohen e Boyer realizam o primeiro experimento de DNA recombinante usando genes bacterianos.
1975	Hibridização de colônias e Southern blotting são desenvolvidos para detectar seqüências de DNA específicas, possibilitando o isolamento de genes individuais do genoma de organismos. Os primeiros anticorpos monoclonais são produzidos
1976	Hibridização molecular é usada para diagnose pre-natal de alfa thalassemia, uma doença hereditária Genes de levedura são expressos em bactéria
1982	Insulina humana produzida por engenharia genética em bactéria para tratamentos de diabete se torna o primeiro produto da biotecnologia moderna a ser aprovado pelos órgãos competentes dos Estados Unidos
1984	A técnica de DNA fingerprinting é desenvolvida A primeira vacina geneticamente engenheirada é desenvolvida O vírus HIV é clonado e seu genoma é totalmente seqüenciado.

**Quadro 15:** Breve histórico da biotecnologia (... *continuação*)

Ano	Evento
1986	Os primeiros testes de campo de plantas transgênicas são conduzidos nos Estados Unidos. A primeira vacina humana geneticamente engenheirada (Recombivax HB de Chiron) é aprovada para prevenção de hepatite B O primeiro interferon derivado de biotecnologia é aprovado para combate de câncer
1988	O projeto de seqüenciamento do genoma humano é aprovado. Implica no mapeamento e seqüenciamento dos genes humano
1990	O primeiro tratamento de terapia gênica é realizado em uma criança de 4 anos que sofria de uma desordem no sistema imunológico, nos Estados Unidos
1992	China se torna o primeiro país a comercializar um produto transgênico: o tabaco resistente a vírus
1994	O primeiro gene de câncer na mama é descoberto O tomate Flavr Savr da Calgene, geneticamente modificado para resistir ao apodrecimento, é aprovado para plantio e comercialização nos Estados Unidos.
1995	O primeiro seqüenciamento de um genoma de um organismo vivo diferente de vírus é completado para a bactéria <i>Hemophilus influenzae</i>
1996	Cientistas escoceses clonam cópias idênticas de cordeirinhos a partir de embriões de carneiros
1997	Cientistas escoceses relatam a clonagem de carneiros, usando DNA de um carneiro adulto
1998	Aprovação do plantio experimental de culturas geneticamente modificadas no Brasil
2000	Cientistas do Estado de São Paulo revelam o código genético completo da bactéria <i>Xylella fastidiosa</i> . Isto corresponde à primeira bactéria fitopatogênica a ter o seu genoma decifrado
2000	Obtenção de arroz geneticamente modificado que produz beta-caroteno, precursor de Vitamina A.

**Fonte:** Adaptado de Oliveira (2005)

Conforme se observa, os aspectos relacionados à biotecnologia vêm sendo pesquisados há muitos anos e têm trazido grandes avanços tecnológicos. Apesar de todos os eventos históricos terem sua importância, pode-se destacar três eventos que foram preponderantes para o surgimento da tecnologia dos OGMs: as pesquisas sobre hereditariedade desenvolvidas por Mendel, a identificação da estrutura tridimensional do DNA na forma de dupla hélice por Watson e Crick e o primeiro experimento de DNA recombinante realizado por Cohen e Boyer.

Foi a partir destes avanços que foi possível o desenvolvimento de produtos GM para uso em escala comercial. Apesar da China ter se tornado o primeiro país a

comercializar um produto GM – o tabaco, logo em seguida teve que interromper a produção devido à recusa das indústrias de cigarros norte-americanas.

Para a viabilização da obtenção de plantas GM, os pesquisadores tiveram que lançar mão de métodos de transferência de genes de diferentes organismos para plantas. De forma resumida, os principais métodos em uso são:

- a) infecção por agrobactéria: utilização da *Agrobacterium tumefaciens* que tem a capacidade natural de transferir genes presentes em suas células para as células vegetais. Assim, procede-se a modificação genética da região do DNA de transferência (do plasmídeo Ti) da agrobactéria e a coloca em contato com células vegetais;
- b) eletroporação: por este método, o tecido vegetal é tratado com enzimas para dissolver a parede celular, separando as células e formando os protoplastos. Estes são colocados em uma câmara, juntamente com o DNA, e submetidos a uma descarga elétrica, que abre os poros nas células, deixando o DNA penetrar. Com isto se gera protoplastos transgênicos, do qual obtém-se uma planta transgênica;
- c) biobalística: uso de micropáticulas recobertas com DNA, que são aceleradas a velocidades superiores a 1.500 Km/h para penetrar nas células intactas. Estas células modificadas são cultivadas para gerar uma planta transgênica.

Pela facilidade do método, a infecção por agrobactéria foi preferida para a obtenção de várias plantas transgênicas como: soja, algodão, canola, tomate, batata, girassol, etc.

Diversos autores (tais como ARAGÃO, 2003; ODA, 2001 e GUERRANTE, 2003), ao tratarem da evolução recente da biotecnologia moderna (baseada em OGMs), identificam algumas fases (muitas vezes chamadas de ondas ou gerações) de desenvolvimento tecnológico:

- a) primeira fase: desenvolvimento de plantas GM com características de interesse agrônomo - como a resistência a herbicidas, insetos, vírus e fungos. Esta fase é a que possui a maior quantidade de produtos desenvolvidos;
- b) segunda fase: desenvolvimento de plantas GM com características nutricionais e industriais melhoradas. Nesta fase está o desenvolvimento de plantas oleaginosas com menor teor de óleos insaturados (como o ácido oléico) e maior teor de óleos saturados (como o ácido esteárico), batata com maior teor de amilose, arroz com maior teor de vitamina A, dentre outras;
- c) terceira fase: desenvolvimento de plantas GM utilizadas como veículo para a produção de vacinas, hormônios, anticoagulantes, etc. Nesta fase estão as plantas utilizadas como “biofábricas” na produção de compostos farmacológicos

Estas fases não se constituem ciclos passageiros. Pelo contrário, novas plantas GM da primeira fase “[...] continuam sendo geradas, e até novas idéias têm sido propostas, como plantas que melhor absorvem nutrientes ou são mais tolerantes ao frio, ao calor e à seca” (ARAGÃO, 2003, p.67-68).

De forma diferente, um estudo realizado pelo *Institute for Prospective Technological Studies* – IPTS (LHEUREUX *et al.*, 2003) apresenta algumas tendências para o desenvolvimento de OGMs, organizadas em três períodos, conforme Quadro 16.

**Quadro 16:** Os OGMs e as tendências em três períodos diferentes

<b>Período</b>	<b>Desenvolvimentos</b>
<b>Até 2007</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Milho, soja, trigo, beterraba, algodão, chicória e canola tolerantes a herbicida</li> <li>- Milho, algodão e batata resistentes a insetos</li> <li>- Índice de amido modificado ou ácido graxo em batata, soja e canola</li> <li>- Flores com cores modificadas</li> <li>- Maturação modificada em tomates</li> <li>- Milho e algodão tolerantes a herbicida e resistentes a insetos</li> </ul>
<b>De 2007 a 2011</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Trigo, girassol, canola e árvores frutíferas resistentes a fungo</li> <li>- Beterraba, batata, tomate, melão e árvores frutíferas resistentes a vírus</li> <li>- Trigo, cevada e arroz tolerantes a herbicida</li> <li>- Alteração no teor de amido modificado contido em batatas e milho</li> <li>- Alteração no teor de ácido graxo modificado contido em soja e canola</li> <li>- Alteração no teor de proteína em canola, milho e batatas</li> <li>- Alteração no teor de ácido euríico em canola</li> </ul>
<b>Após 2011</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Plantas GM resistentes a <i>stress</i> abiótico (frio, salinidade e seca)</li> <li>- Plantas GM com aumento no rendimento (todas as culturas)</li> <li>- Plantas GM como biofábrica (tabaco, milho, batata e tomate)</li> <li>- Plantas GM com aumento no teor de ingredientes “funcionais” (arroz e vegetais)</li> <li>- Árvores GM com modificação no teor de lignina</li> <li>- Produtos GM hipoalérgicos</li> </ul>

**Fonte:** IPTS – Fraunhofer ISI (LHEUREUX *et al.*, 2003)

Observa-se que no período até 2007 há poucas novas aplicações da tecnologia dos OGMs, que se concentram, basicamente, em características agrônômicas (principalmente tolerância a herbicida e resistência a insetos). No segundo grupo, há uma maior diversidade, embora as características agrônômicas ainda sejam muito significativas. Já no período após o ano de 2011, percebe-se uma grande expectativa em torno da introdução de produtos resistentes a *stress* abiótico, hipoalérgicos e com ingredientes funcionais. Há também uma expectativa de desenvolvimentos de plantas como biofábricas.

Estas tendências estão coerentes com outros estudos realizados no Japão pelo *Science and Technology Foresight Centre* e também nos EUA, realizado pelo *Economic Research Service* do USDA (LHEUREUX *et al.*, 2003). Nestes estudos, algumas tendências ainda poderiam ser destacadas (sem a preocupação de enquadrar em um determinado período), tais como: desenvolvimento de matérias-primas com aplicação

industrial, bionergias, características nutricionais modificadas nos mais diversos produtos, alteração de cores e melhoria na fibra do algodão, atraso na maturação de frutas e vegetais, alteração no nível de glúten e melhoria da qualidade do trigo e café “descafeinado” naturalmente.

Um dos grandes desafios para o desenvolvimento destes e de outros produtos GM é a segurança. Em nível internacional, os principais organismos que vem criando parâmetros para a garantia da segurança dos OGMs tem sido, conforme Kuiper *et al.* (2001), a OECD, o ILSI (*International Life Sciences Institute*) e a Comissão *Codex Alimentarius*.

Em 1993, a OECD formulou o conceito de equivalência substancial como um guia para a avaliação dos alimentos geneticamente modificados. Posteriormente foram feitas diversas atualizações e modificações nestes parâmetros. O principal objetivo foi identificar similaridades e diferenças potenciais entre os alimentos existentes e os novos produtos, servindo de base para análises de possível toxicidade. Assim como a visão da OECD, o ILSI e o *Codex* também utilizam os conceitos de equivalência substancial para avaliar os OGMs (KUIPER *et al.*, 2001).

Kuiper *et al.* (2001) apresentam uma vasta lista de estudos de toxicidade de proteínas expressas em OGMs comercializados, dentre outros estudos. Os principais produtos analisados foram: canola, milho e soja. Os autores concluíram que a avaliação da segurança dos OGMs poderia ser feita caso a caso, comparando as propriedades do novo alimento com o convencional. A aplicação do conceito de equivalência substancial necessita de elaborações futuras e harmonização internacional no que diz respeito à seleção de parâmetros críticos, requisitos para julgamentos de campo, análise estatística de dados e interpretação no contexto das variações naturais.

Há ainda a necessidade de melhoria dos métodos de avaliação, usando modelos *in vivo* e *in vitro*. Poder-se-ia focar estudos na caracterização simultânea dos riscos toxicológicos inerentes e os benefícios nutricionais, o que requer uma abordagem multidisciplinar, incorporando a biologia molecular, toxicologia, nutrição e genética (KUIPER *et al.*, 2001).

No processo de desenvolvimento da tecnologia dos OGMs aplicada à agricultura, vem se intensificando o debate em torno de tecnologias que restringem ou controlam características de expressão do valor adicionado ou sua viabilidade reprodutiva. Tecnologias desta natureza têm sido denominadas de GURT (*Genetic Use Restriction Technology*) ou *terminator*. Há dois mecanismos principais de GURT (EATON *et al.*, 2002):

- a) V-GURT: que produz sementes estéreis;
- b) T-GURT: que condiciona o aparecimento de determinada característica na presença de indutores químicos.

Embora ainda não estejam sendo comercializados produtos com esta tecnologia, vislumbra-se alguns benefícios potenciais de seu uso:

- a) fortalecimento do direito de propriedade intelectual sobre novas variedades agrícolas desenvolvidas ou animais. Neste caso, as empresas de melhoramento genético podem restringir os produtores rurais para que não reproduzam sua inovação, não usando, por exemplo, grãos como sementes.
- b) As GURTs que contenham transgenes poderiam ser usados para auxiliar a biossegurança, impedindo que haja fluxo gênico.
- c) As GURTs poderiam ser usados como ferramenta da agricultura de precisão, com a ativação ou desativação de determinadas características (como *stress* ou desenvolvimento vegetativo) de acordo com as necessidades do produtor rural de forma precisa.

De todos os benefícios apontados, a possibilidade de controlar mais eficientemente o direito de propriedade intelectual pode ser considerado o mais importante em termos de efeito econômico.

Eaton *et al.* (2002) fazem uma síntese dos benefícios, riscos e custos da aplicação da GURT, conforme Quadro 17.

**Quadro 17:** Benefícios, custos e riscos da aplicação da GURT

	<b>Benefícios</b>	<b>Custos</b>	<b>Riscos</b>
<b>Produtores rurais</b>	Aumento de produtividade de insumos por investimentos em P&D	Aumento dos custos da semente comprada (inclusive custos de transação)	Uso indevido do poder de monopólio pelos melhoristas Redução do acesso às melhorias genéticas, causando marginalização de produtores
<b>Melhoristas (especialmente do setor privado)</b>	Aumento da apropriação dos benefícios da pesquisa de novos produtos	Aumento de custos de acesso aos genes de outros melhoristas	-
<b>Governo</b>	Redução das necessidades de investimento em melhoramento Redução dos custos de controle da proteção de variedades de plantas	Necessidade de investimentos complementares em P&D	-
<b>Sociedade</b>	Aumento da produtividade agrícola	-	Redução da diversidade genética em campo

**Fonte:** Adaptado de Eaton *et al.* (2002)

Os benefícios relacionados à apropriação da tecnologia, a exemplo do que acontece com os híbridos (como o milho, sorgo, arroz, etc.) têm impacto importante e tende a facilitar a proteção à propriedade intelectual e permitir maiores investimentos por parte das empresas privadas.

Considerando os diversos aspectos relacionados à tecnologia dos OGMs, traçou-se um panorama geral do regime tecnológico, do qual os OGMs fazem parte, conforme Quadro 18.



**Quadro 18:** Caracterização do regime tecnológico para o caso dos OGMs no Brasil

<b>Aspectos</b>	<b>Características do setor de OGMs</b>
<b>Oportunidade</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Aumento da área plantada com OGMs</li> <li>- Liberação definitiva para plantio de OGMs em escala comercial</li> <li>- Alta penetrabilidade, ou seja, os conhecimentos podem ser aplicados em outras áreas</li> </ul>
<b>Apropriabilidade</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Proteção por patentes</li> <li>- No caso dos híbridos, proteção adicional proporcionada pela impossibilidade de uso do grão como semente</li> <li>- Atuação simultânea no setor de defensivos e de sementes, proporcionando ligações entre defensivo aplicado na lavoura com a semente utilizada</li> <li>- A possível tecnologia <i>terminator</i> pode facilitar a apropriação por deixar grãos “estéreis”</li> </ul>
<b>Cumulatividade</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Após a inserção do gene exógeno é preciso avaliar o processo de adaptação da planta no ambiente, o que dificulta a importação de sementes de outros países</li> <li>- Parte da experiência acumulada no setor de agroquímicos pode ser compartilhada com o setor de sementes</li> <li>- Depende de uma estrutura de P&amp;D</li> <li>- Necessita de muitos recursos financeiros em pesquisa</li> <li>- Transbordamentos (<i>spill over</i>) entre marcas e produtos</li> </ul>
<b>Conhecimentos de base</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- O conhecimento de transgenia pode ser aplicado em outros setores, como o de fármacos</li> <li>- Baixa “tacidez” tecnológica</li> <li>- Relativa complexidade da tecnologia</li> </ul>

**Fonte:** Dados da pesquisa

Estes quatro aspectos da natureza do regime tecnológico, relacionado aos OGMs, irão impactar de forma importante os rumos dos desenvolvimentos futuros. A alta oportunidade, apropriabilidade e condições de cumulatividade e complexidade da tecnologia dos OGMs, tendem a levar a uma concentração da atividade inovativa, já que, ao mesmo tempo, permitem apropriação dos benefícios das inovações e exigem investimentos cada vez maiores por parte dos novos entrantes no mercado.

A seguir apresenta-se os casos das oito instituições de pesquisa que foram objeto deste estudo.

### **4.3 APRESENTAÇÃO DOS CASOS ANALISADOS**

Nesta seção foi feita uma breve descrição dos centros de P&D, privados (identificados por nome fantasia), e públicos que foram objeto deste estudo multicaso. Após esta descrição, analisou-se (no item 4.4) a decisão de desenvolvimento de projetos de pesquisa nos centros de P&D e em seguida (no item 4.5) passou-se a analisar a influência das incertezas no desenvolvimento de pesquisas por parte destes centros.

#### **4.3.1 EMPRESA ALPHA**

As informações apresentadas nesta subseção estão baseadas principalmente em dados coletados no site da empresa ALPHA e na entrevista realizada com representante da empresa.

A ALPHA é uma grande empresa multinacional com sede nos Estados Unidos. Inicialmente dedicava-se à fabricação de sacarina, posteriormente se dedicou à produção de monômero de estireno para a produção de borracha sintética, a partir de 1945 já produzia uma série de produtos químicos para setor agrícola e em 1951 passou a comercializar suas matérias-primas no Brasil e Japão. Nove anos mais tarde, a empresa criou a divisão agrícola e em 1970 a ALPHA sintetizou o glifosato, princípio ativo de seu principal herbicida. O glifosato passou a ter uma grande importância no mercado por não degradar o solo, não se acumular no meio ambiente e não ser tóxico para os animais.

A atuação mais efetiva da ALPHA no Brasil começou em 1963 com a instalação do escritório de vendas no Rio de Janeiro. Esta atuação se ampliou em 1976 com a inauguração de sua primeira fábrica na cidade de São José dos Campos (SP).

A partir de 1981, a biotecnologia passou a ser foco das pesquisas da ALPHA em termos mundiais e em 1995 começaram a ser aprovados os primeiros produtos geneticamente modificados para comercialização nos Estados Unidos. De 1995 a 1997

a ALPHA adquiriu diversas empresas de sementes, como a Calgene, Asgrow, Monsoy e Dekalb. No Brasil, a ALPHA adquiriu a Agroceres em novembro de 1997.

Em 1997 a empresa foi reorganizada, sendo que os negócios relacionados à agricultura, biotecnologia e indústria farmacêutica permaneceram sob a razão social ALPHA e os negócios da área de química foram reunidos sob a razão social Solutia. Em abril de 2000 houve a fusão entre a ALPHA e Pharmacia Upjohn, dando origem à Pharmacia Corporation, que em 2002 se separaram. Apenas a subsidiária agrícola não havia passado pelo processo de fusão.

No Brasil, em 1999, a ALPHA inaugurou uma unidade para a produção de herbicidas granulados, na cidade de São José dos Campos. Em maio de 2001 foi inaugurado o complexo de sementes de Uberlândia (MG), dedicado à pesquisa e ao beneficiamento de sementes de milho e sorgo. Em dezembro do mesmo ano foi inaugurada no Pólo Petroquímico de Camaçari (BA), a primeira fábrica da empresa no hemisfério sul destinada à produção de matérias-primas para herbicidas. Posteriormente, em 2003, foi inaugurada a unidade de pesquisa de germoplasma da soja, em Sorriso (MT).

Em 2005, a ALPHA anunciou a aquisição de uma empresa de sementes de frutas e verduras, denominada de Seminis, e de outra empresa de sementes de algodão, denominada de Emergent Genetics Inc.

Segundo a ALPHA, seu faturamento no mundo foi de US\$ 5,5 bilhões em 2004, superior aos 4,8 bilhões de 2003. Já o faturamento da ALPHA no Brasil foi de US\$ 750 milhões em 2003, 25% superior ao faturamento de 2002, que foi de US\$ 600 milhões com a produção e comercialização da linha de herbicidas e sementes de soja, milho e sorgo. A ALPHA do Brasil, que possui 19 unidades nas diversas regiões do país, também tem se situado entre as 100 melhores empresas do Brasil para se trabalhar de 2000 a 2004, conforme *ranking* da Revista Exame.

Conforme dados da própria empresa, a ALPHA investe aproximadamente US\$ 500 milhões na pesquisa e desenvolvimento de novos produtos todos os anos no mundo. No Brasil a ALPHA investe aproximadamente US\$ 9,5 milhões ao ano no desenvolvimento de produtos.

Para se ter uma idéia da dimensão dos investimentos da ALPHA no Brasil, o complexo de pesquisa e produção de semente da empresa em Uberlândia (MG) é capaz de processar 60 mil toneladas de semente de milho e sorgo. Na área de pesquisa, a unidade possui cerca de 10 profissionais com PhD e mestrado que atuam nos 4 laboratórios de tecnologia: melhoramento convencional, marcadores moleculares, fitopatologia e melhoramento não-convencional (transgenia). Somente a unidade de Uberlândia absorve cerca de 50% dos investimentos em pesquisas de sementes na empresa. A unidade tem capacidade de avaliar 40 mil novas variedades híbridas a cada ano, das quais apenas 5 ou 6 chegam ao mercado.

Em 2005, a soja geneticamente modificada, principal produto geneticamente modificado da ALPHA, completou 20 anos de pesquisa e 10 anos de aprovação comercial nos Estados Unidos. No caso do Brasil, a soja RR só foi liberada de forma definitiva em 2005, com a aprovação da nova lei de biossegurança.

Tendo em vista o intenso debate que se estabeleceu em relação aos organismos transgênicos, a ALPHA passou a ter uma maior preocupação com a comunicação com o mercado, principalmente após 2003. Conforme o presidente da ALPHA no Brasil, a empresa só falava com produtores, cientistas e órgãos reguladores em um debate mais técnico, até que a empresa decidiu estabelecer uma comunicação mais direta com o grande público (ESBER, 2004). Desta forma, a empresa passou a exibir seus laboratórios nos EUA para jornalistas, ONGs e parlamentares críticos à biotecnologia.

No Brasil a empresa passou a editar material de publicidade, procurando esclarecer o que é e quais são os benefícios dos transgênicos, como foi o caso do folder intitulado “Transgênicos: para ter opinião, tem que ter informação”.

#### **4.3.2 EMPRESA BETA**

A empresa BETA foi fundada em 19 de abril de 1995 a partir do departamento de pesquisa da Organização das Cooperativas do Estado do Paraná (Ocepar), que iniciou seu programa de investimentos no setor de pesquisa em 1974.

Enquanto a atividade de pesquisa era ligada ao departamento de pesquisa da Ocepar, a área de abrangência era restrita às cooperativas do estado do Paraná. Com a criação da BETA, houve uma ampliação de sua base territorial, passando a integrar 40 cooperativas de 6 Estados brasileiros. As cooperativas atualmente associadas à BETA são responsáveis por aproximadamente 175 mil agricultores, segundo dados da empresa.

A empresa BETA é gerenciada por um Conselho de Administração composto por 12 diretores, que são eleitos para um mandato de 4 anos, e também por uma diretoria executiva. Atualmente a BETA é o braço tecnológico das cooperativas, gerando cultivares de soja, milho, algodão e trigo para as diferentes regiões produtoras do país e até de alguns países vizinhos. Segundo a empresa, suas cultivares já ocupam 27% da área cultivada com trigo no Brasil, 22% da área com soja, 17% da área com algodão e 1,5% da área com milho. Especificamente no estado do Paraná, as sementes da empresa têm 50% da preferência dos agricultores, conforme dados da empresa.

A sede da empresa BETA fica localizada em Cascavel (PR), onde também se localiza seu principal Centro de Pesquisa. Além do Centro de Pesquisa de Cascavel, a BETA possui outros centros de pesquisa, conforme indicado a seguir:

- a) Centro de Pesquisa de Palotina, localizado em Palotina (PR);
- b) Centro de Pesquisa do Mato Grosso, localizado em Primavera do Leste (MT); e
- c) Centro de Pesquisa de Goiás, localizado em Rio Verde (GO).

No ano de 2005 a BETA se destacou no panorama nacional por ser responsável por aproximadamente 70% da semente de soja transgênica legal disponível no país. Com a entrada de diversas outras instituições públicas e privadas, a expectativa é que este percentual caia nos anos subsequentes

### **4.3.3 EMPRESA GAMMA**

A empresa GAMMA, é uma empresa privada de cunho tecnológico, fundada em 1993, em Rondonópolis (MT), por um grupo de produtores de grãos e sementes de soja. O intuito deste grupo era o financiamento de pesquisas voltadas para a sojicultura.

Os primeiros desafios enfrentados pela GAMMA foi a criação de cultivares de soja resistentes ao cancro de haste e ao nematóide de cisto da soja. Um outro importante trabalho da GAMMA foi a criação de cultivares com melhor produtividade e adaptadas à colheita mecanizada. Atualmente o Estado de Mato Grosso é auto-suficiente na produção de sementes de soja e mantém uma das maiores produtividades do país.

Além da soja, a GAMMA também se dedicou em oferecer um pacote tecnológico para a cultura do algodão que vai desde a aquisição de sementes e insumos até a comercialização da safra.

Conforme dados da empresa, além do melhoramento genético, ela atua na área de manejo de solos e adubação, controle de pragas e doenças e também de plantas daninhas.

Atualmente a empresa possui 200 funcionários e um quadro de associados que envolve empresas de máquinas e equipamentos, agroquímicos, fertilizantes e sementes, além de produtores rurais. A empresa também associou-se às prefeituras municipais das principais regiões produtoras do Estado do Mato Grosso no intuito de estabelecer uma rede de pesquisa e desenvolvimento.

A pesquisa e o desenvolvimento de tecnologias da GAMMA está concentrada nas grandes regiões produtoras do cerrado. No total são 70 áreas de associados utilizadas para as pesquisas, que ocupam uma área de mais de 1000 hectares. Estas áreas são utilizadas com experimentos para a melhoria da produtividade e rentabilidade nas culturas de soja e algodão.

### **4.3.4 EMPRESA DELTA**

A DELTA é uma empresa privada de pesquisa e desenvolvimento em genômica aplicada, fundada em março de 2002 por um grupo de 5 biólogos moleculares e bioinformatas. Estes fundadores foram pioneiros em programas acadêmicos no Brasil

com genômica de plantas e fitopatógenos, tendo importante participação nos projetos genoma de várias bactérias causadoras de doenças em plantas, como as causadoras do amarelinho e cancro cítrico nos laranjais e da doença de Pierce na uva, além dos estudos com a *Agrobacterium tumefaciens* e suas aplicações na engenharia genética. Os fundadores tiveram também participação nos projetos de seqüenciamento dos transcriptomas de culturas importantes economicamente, como é o caso da cana-de-açúcar e do eucalipto.

Com uma equipe de cerca de 120 pessoas das diferentes áreas da biologia molecular, bioinformática e área administrativa, a DELTA procura criar e utilizar uma ampla plataforma genômica para aumentar a produtividade, a qualidade e competitividade de produtos agroindustriais, tais como laranja, cana-de-açúcar, eucalipto, uva e soja, conforme dados da empresa. No final de 2003, 22% do pessoal da DELTA era composto por doutores e 58% possuíam o título de mestre ou eram graduados.

O programa de desenvolvimento tecnológico da empresa é financiado pela área de novos negócios de uma grande empresa nacional e por contratos com empresas nacionais e estrangeiras do setor agroindustrial.

Para uma melhor contextualização da DELTA, é importante que se caracterize a área de novos negócios da principal empresa financiadora, que é a área especializada em novos investimentos. Esta empresa possui dois focos de atuação:

- a) Diversificação de portfólio: busca oportunidades de renovação do portfólio de negócios estratégicos para o grupo empresarial. Basicamente a empresa de novos negócios tem como foco adquirir empresas que tenham porte e potencial de crescimento e que sejam consistentes com os objetivos estratégicos do grupo;
- b) Capital de risco (*Venture Capital*): busca investir em empresas de alta tecnologia que apresentem altas taxas de crescimento, bem como produtos, serviços ou modelo de negócios inovadores. Segundo a empresa, o capital destinado pelo grupo para esta finalidade é de US\$ 300 milhões, privilegiando-se os setores de ciências da vida e tecnologia da informação.

Os investimentos da área de novos negócios do grupo empresarial na DELTA é parte da estratégia de uso do fundo de capital de risco do grupo em uma empresa de grande potencial inovador na área de biotecnologia. Além da DELTA, o grupo empresarial investiu em mais 8 empresas. Segundo o grupo empresarial, tipicamente se investe em cada uma das empresas um valor entre US\$ 1 milhão e US\$ 15 milhões, com uma expectativa de duração do investimento de 3 a 7 anos.

No caso da DELTA, a previsão de investimentos era da ordem de US\$ 15 milhões, sem expectativa de receita durante os primeiros 5 anos (CIB, 2005).

Dentre os trabalhos que vem sendo realizados pela DELTA nos primeiros anos de funcionamento, pode-se citar: seqüenciamento do código genético da cana-de-açúcar, eucalipto e laranja e também da uva e da soja (já seqüenciado nos EUA), identificação do inseto (vetor) responsável pela transmissão do Vírus da Morte Súbita e desenvolvimento de testes para o diagnóstico deste vírus e de variedades resistentes a ele. No caso do eucalipto, a DELTA descobriu três genes que podem reduzir o teor de lignina na madeira e facilitar a extração da celulose na indústria.

#### **4.3.5 EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA**

A EMBRAPA é uma empresa pública, criada em 26 de abril de 1973, vinculada ao Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Um de seus principais objetivos é “[...] planejar, supervisionar, orientar, controlar e executar ou promover a execução de atividades de pesquisa agropecuária, com o objetivo de produzir conhecimentos tecnológicos a serem empregados no desenvolvimento da agricultura nacional” (EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA, 1997, p.1-2).

Desde 1992, a Embrapa está sob a coordenação do Sistema Nacional de Pesquisa Agropecuária (SNPA). O SNPA é constituído por instituições públicas federais, estaduais, universidades, empresas privadas e fundações que, cooperativamente, executam pesquisas nas diferentes áreas geográficas e nos diversos campos do conhecimento científico (EMBRAPA, 2005).



Em 2005 a Embrapa, com um orçamento de R\$ 877 milhões, possuía um total de 8.619 empregados, dos quais 2.221 eram pesquisadores (destes 53% possuíam o título de doutorado e 45% de mestrado).

Atualmente a Embrapa possui uma direção executiva, composta por um diretor-presidente, 3 diretores executivos, 3 conselhos (Conselho de Administração, Conselho Assessor Nacional e Conselho Fiscal) e as chefias das unidades. A Embrapa atua por meio de 37 centros de pesquisa, 3 unidades de serviços (Embrapa Café, Embrapa Informação Tecnológica e Embrapa Transferência de Tecnologia – todas localizadas em Brasília – DF) e 11 unidades centrais (unidades administrativas localizadas em Brasília – DF).

As unidades de pesquisa da Embrapa são subdivididas em pesquisa de produtos, pesquisa de temas básicos e pesquisa agroflorestal ou agropecuária nas ecorregiões brasileiras. A descrição destas unidades está presente no quadro 19.

No caso do presente estudo, foram analisadas as unidades Embrapa Soja (unidade de pesquisa de produto) e Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia (unidade de pesquisa de temas básicos), que estão em destaque no Quadro 19.

Como uma das unidades centrais, a Superintendência de Pesquisa e Desenvolvimento possui uma Coordenadoria de Cooperação Internacional que é encarregada de promover, coordenar e executar as ações de cooperação técnica recebidas pela Embrapa de governos, organismos internacionais e estrangeiros, prospectando oportunidades e negociando programas e projetos delas decorrentes.

Em 2005 a Embrapa mantinha 275 acordos de cooperação técnica com 56 países e 155 instituições de pesquisa internacionais, envolvendo principalmente parcerias no desenvolvimento de pesquisas.

**Quadro 19:** Centros de pesquisa da Embrapa

<b>Tipo de Unidade</b>	<b>Nome da Unidade</b>	<b>Localização</b>
Pesquisa de produtos	Embrapa Algodão	Campina Grande (PB)
	Embrapa Arroz e Feijão	Sto Antônio de Goiás (GO)
	Embrapa Caprinos	Sobral (CE)
	Embrapa Florestas	Colombo (PR)
	Embrapa Gado de Corte	Campo Grande (MS)
	Embrapa Gado de Leite	Juiz de Fora (MG)
	Embrapa Hortaliças	Brasília (DF)
	Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical	Cruz das Almas (BA)
	Embrapa Milho e Sorgo	Sete Lagoas (MG)
	Embrapa Pecuária Sudeste	São Carlos (SP)
	Embrapa Pecuária Sul	Bagé (RS)
	<b>Embrapa Soja</b>	<b>Londrina (PR)</b>
	Embrapa Suínos e Aves	Concórdia (SC)
	Embrapa Trigo	Passo Fundo (RS)
	Embrapa Uva e Vinho	Bento Gonçalves (RS)
Pesquisa de temas básicos	Embrapa Agrobiologia	Seropédica (RJ)
	Embrapa Agroindústria e Alimentos	Rio de Janeiro (RJ)
	Embrapa Agroindústria Tropical	Fortaleza (CE)
	Embrapa Informática Agropecuária	Campinas (SP)
	Embrapa Instrumentação Agropecuária	São Carlos (SP)
	Embrapa Meio Ambiente	Jaguariúna (SP)
	Embrapa Monitoramento por Satélite	Campinas (SP)
	<b>Embrapa Recursos Genéticos e Biotec.</b>	<b>Brasília (DF)</b>
	Embrapa Solos	Rio de Janeiro (RJ)
Pesquisa agroflorestal ou agropecuária em ecorregiões	Embrapa Acre	Rio Branco (AC)
	Embrapa Agropecuária Oeste	Dourados (MS)
	Embrapa Amapá	Macapá (AP)
	Embrapa Amazônia Ocidental	Manaus (AM)
	Embrapa Amazônia Oriental	Belém (PA)
	Embrapa Cerrados	Planaltina (DF)
	Embrapa Clima Temperado	Pelotas (RS)
	Embrapa Meio Norte	Teresina (PI)
	Embrapa Pantanal	Corumbá (MS)
	Embrapa Rondônia	Porto Velho (RO)
	Embrapa Roraima	Boa Vista (RR)
	Embrapa Semi-Árido	Petrolina (PE)
Embrapa Tabuleiros Costeiros	Aracaju (SE)	

**Fonte:** Embrapa (2005)

Além das unidades localizadas no Brasil, a Embrapa possui também dois laboratórios de prospecção tecnológica e de articulação institucional instalados nos Estados Unidos e na França, com apoio do Banco Mundial. Os pesquisadores seniores do Laboratório da Embrapa no Exterior (Labex) monitoram o avanço da ciência em todo o mundo e identificam tendências e atividades científicas que atendam interesses comuns da Embrapa e de organismos estrangeiros. No caso do Labex dos EUA, existe uma parceria com o *Agricultural Research Service (ARS)* do *US Department of Agriculture (USDA)* em Washington, onde também ficam as instalações físicas. No caso do Labex da França, as instalações físicas estão junto à Agrópolis na *Université Montpellier* (EMBRAPA, 2005).

A seguir apresenta-se uma breve descrição das duas unidades de pesquisa da Embrapa que foram selecionadas para o presente estudo: Embrapa Soja e Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia.

#### **4.3.5.1 Embrapa Soja**

Conforme Embrapa Soja (2005) a unidade tem como missão “[...] viabilizar soluções tecnológicas competitivas para o desenvolvimento sustentável do agronegócio da soja por meio da geração, adaptação e transferência de conhecimentos e tecnologias, em benefício da sociedade.”

A Embrapa Soja, criada em abril de 1975, teve um papel histórico primordial no agronegócio da soja no Brasil, ao desenvolver cultivares adaptadas a regiões tropicais e também tecnologia de controle biológico de pragas, técnicas de manejo e conservação do solo, dentre outras tecnologias. É importante destacar que até 1970 a soja adaptava-se apenas ao extremo sul do país, mas com o desenvolvimento tecnológico foi possível levar o plantio de soja para regiões com características bem diferentes, como é o caso do cerrado brasileiro. A partir das pesquisas e parcerias estabelecidas ao longo da história foi possível desenvolver 206 cultivares, o que a permitiu a unidade alcançar cerca de 50% do mercado de sementes de soja.

Além do desenvolvimento de tecnologias de produção de soja, a Embrapa Soja também é responsável pelo Programa Nacional de Girassol e pelas pesquisas sobre a

cultura do trigo no Estado do Paraná. Toda a programação de pesquisa da unidade, assim como nas outras unidades, segue o Sistema Embrapa de Gestão (SEG) que está em vigor desde o início de 2003.

De janeiro de 2000 a dezembro de 2002, quando ainda vigorava o Sistema Embrapa de Planejamento (SEP), a Embrapa Soja coordenava 25 projetos e participava de outros 6 projetos. Conforme Embrapa Soja (2005), nesse período 74% dos projetos de pesquisa geraram conhecimento básico, tecnologias e informações aplicadas ao sistema produtivo da soja, trigo e girassol.

A sede da Embrapa Soja fica na Fazenda Santa Terezinha, distrito de Warta, em Londrina (PR). Além desta fazenda, a Embrapa possui a Fazenda Maravilha no distrito de Maravilha (também em Londrina – PR). Ao todo a Embrapa Soja possui 350 hectares de campos experimentais em Londrina, além das bases avançadas no Maranhão (uma das maiores), Mato Grosso, Goiás, Bahia, Minas Gerais e Roraima (EMBRAPA SOJA, 2005b). A unidade do Maranhão (localizada no município de Balsas) dedica-se ao melhoramento genético de cultivares, fitopatologia e fertilidade dos solos, com o objetivo de gerar tecnologias para as regiões norte e nordeste.

A direção da Embrapa Soja é constituída por um chefe geral e mais 3 chefes adjuntos, das áreas de P&D, Administração e de Comunicação e Negócios. Do total de 298 empregados existentes na unidade, 73 são pesquisadores que, em sua maioria, possuía o título de doutor e pós-doutor nas mais diversas áreas do conhecimento.

A área construída da Embrapa Soja é de 21.806,13 metros quadrados, dividida em 25 casas de vegetação, 24 laboratórios, auditório com 3 salas de apoio, biblioteca, cozinha, restaurante, garagem para veículos e máquinas agrícolas, galpões de apoio, cozinha experimental e prédios administrativos (EMBRAPA SOJA, 2005a, 2005b).

Além das pesquisas desenvolvidas pela Embrapa Soja, há outras atividades importantes voltadas para interação e diálogo com a sociedade, como é o caso dos dias-de-campo, unidades de demonstração, programas de capacitação da assistência técnica, palestras, eventos, cursos de culinária (incentivando maior consumo da oleaginosa), treinamentos, visitas, dentre outros. Há também o auxílio na formação de estudantes, com a oferta de estágios e bolsas de iniciação científica.

Mais recentemente, em outubro de 2005, um pesquisador da Embrapa Soja passou a coordenar um projeto de desenvolvimento tecnológico da soja, girassol, mamona, dendê e canola para a produção de bioenergia. Este projeto, alinhado ao Plano Nacional de Agroenergia, pretende estudar a viabilidade, a competitividade e a sustentabilidade das cadeias produtivas em questão para a produção de biocombustíveis. A idéia é buscar alternativas para substituir a base energética que atualmente está centrada em combustíveis fósseis não renováveis.

#### **4.3.5.2 Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia**

A Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia foi criada em 22 de novembro de 1974, com o nome de Centro Nacional de Recursos Genéticos (Cenargen). A partir de 1986, a unidade passou a atuar também em biotecnologia moderna, passando a se denominar Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia.

A unidade foi criada atendendo uma conscientização científica mundial sobre a importância dos recursos genéticos, o que foi consolidado a partir da primeira Conferência Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, realizada em Estocolmo em 1972 (EMBRAPA RECURSOS GENÉTICOS E BIOTECNOLOGIA, 2005).

A unidade possui (no ano de 2005) um quadro de pessoal de 289 empregados, sendo 130 pesquisadores, 80 de apoio à pesquisa e 79 de administração. Dos 130 pesquisadores, 92 (70,7%) possuem doutorado, 36 (27,7%) são mestres e 2 (1,6%) são bacharéis. Os pesquisadores orientam mais de 80 bolsistas e estagiários com o suporte de instituições financeiras de apoio à pesquisa.

Atualmente a Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia possui 4 núcleos temáticos, que objetivam formar equipes de pesquisadores para desenvolver projetos integrados de pesquisa tecnológica inovadora e contribuir para o avanço e transferência do conhecimento. Os núcleos, descritos abaixo com base nos dados da Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia (2005), são os seguintes: biotecnologia, controle biológico, recursos genéticos e segurança biológica.

**O Núcleo de Biotecnologia** tem os seguintes objetivos principais:

- a) desenvolvimento e aplicação da tecnologia genômica, proteômica e de análise biofísica para a identificação de características especiais, como substâncias bioativas;
- b) desenvolvimento e aplicação de tecnologias de genômica funcional, proteoma, sistemas de bioinformática e pós-genoma para a determinação da função de novos genes e seus constituintes;
- c) Introdução de genes em plantas, animais e microrganismos, gerando eventos elites de interesse para a agropecuária;
- d) caracterização dos mecanismos biológicos, associados à reprodução e desenvolvimento animal e vegetal, visando o estabelecimento de processos, produtos e inovações tecnológicas;
- e) desenvolvimento de tecnologias biológicas associadas à reprodução animal e vegetal, para a conservação, multiplicação e transformação genética;
- f) desenvolvimento de sistemas de expressão gênica em plantas, animais e microrganismos, como biofábricas moleculares, para produção de compostos de alto valor agregado;
- g) desenvolvimento de novas tecnologias de análise molecular para a detecção de pragas e doenças e para garantir a segurança alimentar e ambiental;
- h) desenvolvimento de nanotecnologias associadas à liberação controlada de drogas e antígenos.

Além destes objetivos, o núcleo de biotecnologia busca o estabelecimento de parcerias com as demais unidades da Embrapa e outros institutos de pesquisa, universidades e empresas privadas e busca também formar recursos humanos em biotecnologia por meio da interação com programas de pós-graduação, dentre outros.

No Núcleo de Biotecnologia, vêm merecendo destaque os trabalhos de desenvolvimento de variedades mais produtivas e que possuem resistência a estresses ambientais, auxiliam na recuperação e manutenção do meio ambiente e diminuem a

necessidade de utilização de insumos agrícolas. O núcleo contempla também o desenvolvimento de plantas e animais com capacidade de produzir fármacos (que possam ser usados como biofábricas), as biotécnicas de multiplicação de animais e também o desenvolvimento de vacinas para uso em animais.

O **Núcleo de Controle Biológico** tem por objetivo desenvolver, viabilizar e aumentar o uso de agentes de controle biológico na agricultura brasileira. Já o **Núcleo de Recursos Genéticos** tem por objetivo promover e realizar a conservação (em longo prazo) dos recursos genéticos (vegetais, animais e microorganismos) de importância atual ou potencial para o agronegócio brasileiro, com o uso de modernas tecnologias. Desde 1996, a Embrapa, por meio deste núcleo, vem desenvolvendo um sistema de informação com base de dados centralizada, objetivando apoiar a comunidade científica e registrar o fluxo de germoplasma na Embrapa e no SNPA. Este sistema é denominado de Sistema Brasileiro de Informações em Recursos Genéticos (SIBRARGEN) e é disponibilizado pela internet.

Por fim, o **Núcleo de Segurança Biológica** objetiva gerar conhecimentos e planos de ação para avaliação e redução do risco de introdução de pragas no país.

Para o desenvolvimento dos projetos dos núcleos temáticos, a Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia utiliza os laboratórios de pesquisa e os laboratórios de apoio à pesquisa, conforme segue:

- a) Laboratórios de Pesquisa: Bioecologia e Semioquímicos de Insetos I e II; Bioquímica e Biofísica; Bioinformática; Controle Microbiano de Pragas; Citogenética; Cultivo de Cogumelos; Criobiologia Vegetal; Cultura de Tecidos I e II; Ecologia e Conservação; Genética Animal; Genética Vegetal; Genética e Biologia Molecular de Microorganismos e Invertebrados; Geoprocessamento; Herbário; Imunologia; Interações Moleculares de Planta-Praga I e II; Regulação e Expressão Gênica I e II; Reprodução Animal I e II; Sementes; Transferência e Expressão de Genes;
- b) Laboratórios de Apoio à Pesquisa: Análise de Proteína, Plataforma de Seqüenciamento de DNA; Microscopia Eletrônica e Quarentena Vegetal.

A Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia vem atuando em parceria com universidades e outras unidades da Embrapa com o objetivo de encontrar genes que conferem resistência à seca. Para tanto, estão estudando o genoma de quatro leguminosas: soja, feijão, caupi e amendoim.

#### **4.3.6 INSTITUO AGRONÔMICO DO PARANÁ – IAPAR**

O Instituto Agrônômico do Paraná – IAPAR (2005) foi criado em 1972 e está vinculado à Secretaria de Estado da Agricultura e do Abastecimento (SEAB). Segundo IAPAR (2005), sua missão é “[...] promover o desenvolvimento da agropecuária paranaense por meio da geração de conhecimentos científicos e tecnológicos adequados à realidade social e econômica dos produtores, que possibilitem, respeitando o meio ambiente, produzir alimentos saudáveis e produtos de qualidade para a agroindústria.”

A direção do IAPAR é composta por um diretor-presidente, um diretor técnico-científico, um diretor administrativo, um diretor de administração e finanças e um diretor de recursos humanos. A instituição possui 871 empregados, dos quais 110 são pesquisadores (maioria com doutorado ou pós-doutorado) que desenvolvem 14 programas de pesquisa (IAPAR, 2005). No entanto, em entrevista com um pesquisador do instituto, foi informado que o número total de pesquisadores, em atividade efetiva, não chega a 90.

A estrutura do IAPAR é composta pela sede, 2 pólos regionais, 17 estações experimentais, 23 estações agrometeorológicas, 5 laboratórios de análise de solos e mais 25 laboratórios para pesquisa, conforme descrito abaixo:

- a) sede: localizada em Londrina, onde está a direção e uma estrutura de pesquisa que inclui estação experimental, estação agrometeorológica e laboratório de análise de solo. A sede possui também um centro de treinamento com auditório e alojamento, que foram inaugurados em 1993;
- b) pólos regionais: ficam localizados em Ponta Grossa e Pinhais;



- c) estações experimentais: localizados em Paranavaí, Cambará, Joaquim Távora, Xambrê, Londrina, Palotina, Pato Branco, Palmas, Guarapuava, Irati, Ponta Grossa (2 unidades), Lapa, Pinhais, Morretes e Cerro Azul;
- d) estações agrometeorológicas: localizados em Paranavaí, Ibiporã, Florestal Bandeirantes, Cambará, Joaquim Távora, Telêmaco Borba, Guaraqueçaba, Morretes, Lapa, Irati, Guarapuava, Laranjeiras do Sul, Palmas, Clevelândia, Pato Branco, Francisco Beltrão, Planalto, Medianeira, Palotina, Nova Cantu, Londrina e Umuarama;
- e) laboratórios de análise de solo: Cascavel, Campo Mourão, Londrina, Ponta Grossa e Pato Branco;

Os laboratórios de pesquisa localizados em Londrina são: Análise de Resíduos de Agroquímicos, Bacteriologia e Virologia, Biotecnologia Vegetal, Casa de Vegetação, Engenharia Agrícola, Entomologia, Fisiologia Vegetal e Biotecnologia, Herbologia, Manejo Ecológico de Pragas, Micologia, Microbiologia Animal, Microbiologia de Solos, Nematologia, Parasitologia Animal, Patologia de Sementes, Rede de Estações Agrometeorológicas, Rede de Laboratórios de Solos, Sementes e Solos e Tecido Vegetal.

Os demais laboratórios de pesquisa estão localizados em Pinhais (laboratório de Fitopatologia, Nutrição Animal e Reprodução Animal), Ponta Grossa (Parasitologia Animal e Laboratório de Solos) e Ibiporã (Nutrição Animal).

Especificamente a área de melhoramento e genética vegetal trabalha com seleção e melhoramento vegetal, prospecção, introdução, avaliação e multiplicação de materiais, intercâmbio de germoplasma e biotecnologia aplicada à agricultura nas seguintes linhas (IAPAR, 2005):

- a) introdução, descrição e manutenção de germoplasma;
- b) hibridação intra e interespecífica;
- c) variabilidade e recombinação genética;
- d) métodos de melhoramento e seleção; e
- e) técnicas de avaliação de cultivares.

Os 14 programas de pesquisa em andamento no IAPAR são: sistemas de produção, manejo do solo e água, recursos florestais, produção animal, forrageiras, arroz, cereais de inverno, feijão, milho, algodão, café, fruticultura, culturas diversas e propagação vegetal.

#### **4.3.7 UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL - UFRGS**

O surgimento da UFRGS se deu em 1895 com a criação da Escola de Farmácia e Química e, em seguida, com a Escola de Engenharia. Posteriormente foram fundadas a Faculdade de Medicina de Porto Alegre e a Faculdade de Direito, ainda no século XIX. Em novembro de 1934 foi criada a Universidade de Porto Alegre que, em 1947 passou a ser denominada de Universidade do Rio Grande do Sul (URGS), com a incorporação das Faculdades de Direito e Odontologia de Pelotas e a Faculdade de Farmácia de Santa Maria (que depois foram desincorporadas da URGS). Mais tarde, em dezembro de 1950, a URGS foi federalizada e passou a se chamar Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS (UFRGS, 2005a).

Atualmente, a UFRGS tem sede em Porto Alegre e abrange todas as áreas do conhecimento, por meio de seus 61 cursos de graduação e 67 programas de pós-graduação, que oferecem 62 cursos de mestrado, 60 de doutorado, 9 mestrados profissionalizantes, cursos de especialização, além de uma escola de ensino fundamental e médio e outra de ensino profissionalizante de nível técnico (UFRGS, 2004).

A UFRGS possui mais de 300 prédios em seus quatro campi (centro, saúde, do Vale e Olímpico) e unidades dispersas. Ao todo são 391 mil metros quadrados de área construída em 21,8 milhões de metros quadrados de terrenos. O orçamento de 2003 da instituição foi de R\$ 398,9 milhões.

Em 2004, o corpo docente da UFRGS era composto por 2.400 professores para o ensino superior, sendo 1.971 do quadro permanente e 429 substitutos. Do total de docentes que atuavam no ensino superior, 67% tinha título de doutorado, 22% de

mestrado, 6% de especialização e 5% de graduação. No mesmo ano havia 75% de docentes com dedicação exclusiva.

As atividades de ensino da UFRGS são desenvolvidas por meio de 27 unidades de ensino, distribuídas em Escolas (4), Faculdades (10) e Institutos (13), conforme segue:

- a) Escolas: Administração, Educação Física, Enfermagem e Engenharia;
- b) Faculdades: Agronomia, Arquitetura, Biblioteconomia e Comunicação, Ciências Econômicas, Direito, Educação, Farmácia, Medicina, Odontologia e Veterinária;
- c) Institutos: Artes, Biociências, Ciências Básicas da Saúde, Ciência e Tecnologia dos Alimentos, Filosofia e Ciências Humanas, Física, Geociências, Informática, Letras, Matemática, Pesquisas Hidráulicas, Psicologia e Química.

Além destas unidades de ensino, existem os Centros de Estudos Interdisciplinares, que surgiram na década de 1990 e congregam professores e estudantes de diversas unidades de ensino. Para atender o propósito deste estudo, será analisado a seguir um destes centros, o Centro de Biotecnologia, que se dedica à pesquisa com OGMs.

#### **4.3.7.1 Centro de Biotecnologia - UFRGS**

A história do Centro de Biotecnologia da UFRGS teve início com a criação do Centro de Biotecnologia do Estado do Rio Grande do Sul em dezembro de 1981, por meio de um convênio entre o Governo do Estado do Rio Grande do Sul, o Banco de Desenvolvimento do Estado (BADESUL), a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio Grande do Sul (FAPERGS) e a UFRGS. O objetivo central deste centro era integrar esforços e recursos entre o Estado, órgãos federais e estaduais de pesquisa e apoio financeiro, universidades e empresas privadas do Estado, para executar projetos de pesquisa e formar recursos humanos em biotecnologia (UFRGS, 2005b).

A sede do Centro de Biotecnologia foi construída em 1988 com recursos da Financiadora de Estudos e Projetos (FINEP), no Campus do Vale da UFRGS, com uma área de 2.400 metros quadrados. Neste mesmo ano, foi criado o Departamento de Biotecnologia do Centro de Biociências da UFRGS, que passou a funcionar nas dependências deste Centro.

A institucionalização do Centro de Biotecnologia, como um Centro de Estudos Interdisciplinares, aconteceu apenas em 1997. Atualmente este Centro possui 20 docentes de 9 departamentos diferentes de 4 unidades de ensino (UFRGS, 2005b), conforme segue:

- a) Instituto de Biociências: departamentos de biofísica, biologia molecular e biotecnologia, botânica e genética;
- b) Instituto de Ciências Básicas da Saúde: departamentos de fisiologia, bioquímica e microbiologia;
- c) Faculdade de Veterinária: departamento de patologia clínica;
- d) Instituto de Ciências e Tecnologia de Alimentos: departamento de ciências dos alimentos.

No regimento interno do Centro de Biotecnologia está prevista também a participação da Faculdade de Agronomia da UFRGS. Atualmente, no Centro de Biotecnologia trabalham 23 pesquisadores doutores (dentre eles, 20 docentes da UFRGS), 35 estudantes de doutorado, 23 estudantes de mestrado, 47 estudantes de graduação, 10 estagiários e 10 técnicos de laboratório.

O Centro de Biotecnologia possui estreita ligação com os Programas de Pós-Graduação em Biologia Celular e Molecular (conceito 6 avaliado pela CAPES – Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior), Genética e Biologia Molecular (conceito 6), Ciências Biológicas – Bioquímica (conceito 7) e Ciências Veterinárias (conceito 6).

A gestão do Centro de Biotecnologia é exercida pelo Conselho Diretor, pelo Diretor do Centro, pelo Conselho Científico e pelos Chefes de Laboratório. O Conselho

Diretor é formado pelo Diretor do Centro, pelo representante do Conselho Científico, pelo representante do Conselho Universitário da UFRGS, por um representante do setor produtivo do Estado do RS, por um representante discente, por um representante da administração superior da UFRGS e por um representante do Governo do Estado do RS.

Conforme CBIOT (UFRGS, 2005b), o Centro de Biotecnologia da UFRGS abriga 12 grupos que desenvolvem pesquisas nas diversas áreas da biotecnologia, conforme se apresenta abaixo:

- a) Laboratório de Biologia Molecular Vegetal;
- b) Laboratório de Biologia Molecular de Cestodeos;
- c) Laboratório de Biologia Molecular de Fungos Filamentosos;
- d) Laboratório de Microbiologia Molecular;
- e) Laboratório de Radiobiologia Molecular;
- f) Laboratório de Imunologia Aplicada à Sanidade Animal;
- g) Laboratório de Peptídeos e Enzimas Proteolíticas;
- h) Laboratório de Proteínas Tóxicas;
- i) Laboratório de Fixação Biológica de Nitrogênio;
- j) Laboratório de Biologia Animal Aplicada;
- k) Laboratório de Proteínas e Peptídeos com Ação na Hemostasia; e
- l) Laboratório de Biologia de Fungos de Importância Médica e Biotecnológica.

O Laboratório de Biologia Molecular Vegetal, que mais interessa neste estudo, possui atividades de pesquisa em três áreas:

- a) Genômica vegetal: realiza seqüenciamento e análise de genes expressos e de genomas vegetais. Nesta atividade está inserido o projeto “*Genolyptus*”, que faz parte da Rede Brasileira de Pesquisa do Genoma de *Eucalyptus*;

- b) Isolamento e caracterização de genes de interesse agroflorestal: objetiva disponibilizar genes de interesse e seqüências reguladoras de DNA para introdução e expressão em plantas. Nesta atividade tem sido pesquisados genes envolvidos na síntese de ligninas em *Eucalyptus*, síntese de poliésteres bacterianos, síntese de alcalóides bioativos, ureases de soja, etc.;
- c) Transformação genética vegetal: trabalha na definição e otimização de protocolos para transformação genética de células vegetais, seleção de tecidos transformados, regeneração de plantas transgênicas e avaliação do estado transgênico nos níveis molecular, bioquímico, genético e biológico. Nesta atividade estão inseridos os projetos com *Eucalyptus*, soja, arroz, aveia, cevada, *Psychotria* e cana-de-açúcar.

O Laboratório de Biologia Molecular Vegetal, por meio do projeto “*Genolyptus*”, trabalha com a intensa colaboração de mais de 40 pesquisadores de laboratórios de instituições como Embrapa, Universidade Federal de Viçosa, Universidade Federal de Lavras, Universidade Estadual de Campinas, Aracruz, Votorantin Celulose e Papel, dentre outras.

#### **4.4 A DECISÃO DE DESENVOLVIMENTO DE PROJETOS NOS CENTROS DE P&D**

Nesta seção analisa-se o processo de decisão de desenvolvimento de projetos de pesquisa nos centros de P&D com base nas entrevistas realizadas com as empresas selecionados para o estudo. Busca-se aqui fazer uma análise de cada um dos casos sobre a temática e, ao final da seção, estabelecer algumas comparações.

##### **4.4.1 EMPRESA ALPHA**

O início das atividades com OGMs pela ALPHA no Brasil ocorreu após a aprovação da primeira Lei de Biossegurança em 1995 e do decreto que a regulamentou em 1996, quando a CTNBio se instalou e criou as normas para o trabalho com OGMS. A partir deste período, a ALPHA começou a trazer alguns produtos que ela já tinha lançado no mercado dos EUA, como a soja tolerante ao glifosato, o milho resistente a insetos, o algodão resistente a insetos e esses três produtos com a característica de tolerância ao glifosato e resistência a insetos, simultaneamente. O primeiro ensaio com OGMs realizado pela ALPHA no Brasil foi em 1997.

Internamente a ALPHA tem um grupo de trabalho que cuida da parte de atendimento da legislação, regulamentação e implementação dos ensaios, avaliação dos dados e emissão de relatórios para a CTNBio. Segundo informações de um dos dirigentes entrevistados, a ALPHA não faz prospecção de genes no Brasil pelo fato de não existir uma regulamentação que permita uma velocidade e liberdade de trabalho e uma clareza para aprovação legal. Desta forma, a empresa optou em ter na sede (EUA) o processo da pesquisa básica de prospecção de novos genes. Na verdade, existe uma cadeia de competências que vai da matriz (que prospecta genes) até suas diferentes unidades nos mais diversos países (que implementam estes genes).

No Brasil, a empresa trabalha principalmente com pesquisas em soja e milho. Por meio de aquisição, ela iniciou negócios na área de algodão e de hortifrutigranjeiros (cuja unidade de negócios deve ser mantida separada). No processo de pesquisa, a empresa trabalha desde a parte de melhoramento genético, até o desenvolvimento de variedades, produção de sementes e sua comercialização.

#### **4.4.2 EMPRESA BETA**

A BETA iniciou suas atividades em pesquisa com OGMs em 1997, quando obteve o CQB junto à CTNBio. Deste ano em diante a BETA vem mantendo o banco genético da forma convencional, mas abrindo linhas de pesquisas para inserir genes de terceiros em suas variedades.

Segundo o diretor executivo da empresa BETA, o fator que interfere na decisão de investir em OGMs ou biotecnologia é o mercado. No caso da empresa, quando ela iniciou os investimentos na área de OGMs em 1997, não tinha certeza de que daria certo. A partir do contrato de licenciamento do gene RR de outra empresa, a BETA foi investindo aos poucos neste processo sem, contudo, abandonar o programa convencional de melhoramento. Atualmente, com a maior adoção por parte do agricultor, a perspectiva é de ampliação de investimentos na área de OGMs. A observância do mercado, segundo o entrevistado, é que permite que a empresa preveja o que acontecerá mais adiante e faz com que se escolha determinadas tecnologias que sejam capazes de manter a empresa no mercado.

A BETA atualmente trabalha em três frentes: pesquisa (desenvolvimento de produtos), produção (multiplicação dos produtos) e comercialização dos produtos. No caso da comercialização, há a venda direta das sementes e também o licenciamento para mais de 150 empresas que multiplicam e comercializam seus produtos. Segundo o entrevistado, a empresa faz pesquisa aplicada e seus produtos tecnológicos estão prontos para ir direto ao mercado. Isto faz com que ela seja auto-suficiente financeiramente, propiciando novos investimentos em sua atividade principal que é a pesquisa. Segundo o entrevistado, a BETA recebe poucos recursos públicos (CNPq) e o que vem da FINEP é com fundos restituíveis, com pagamento de juros.

Na parte de pesquisa básica, a BETA faz em parceria com universidades, principalmente por meio das dissertações de mestrado e teses de doutorado que são desenvolvidas nos laboratórios da empresa, com temas focados em algum assunto de seu interesse.

Apesar do foco principal da empresa ser a geração de produtos tecnológicos que possam atender diretamente os agricultores, a BETA percebe que deve caminhar gradualmente em direção à prospecção de novos genes, seja de forma individual ou em parceria com universidades. Segundo o entrevistado, cada vez mais a empresa utiliza ferramentas da engenharia genética, e o desenvolvimento de novos genes está nos planos da empresa, apesar de estarem cientes de que é um processo caro. Atualmente



a empresa não tem patentes registradas, apenas possui proteção no âmbito da Lei de Proteção de Cultivares.

A empresa tem equipes de melhoramento em soja, milho, trigo e algodão que buscam uma interface maior com a biologia molecular. Além destas equipes, há um grupo que trabalha diretamente com biologia molecular, inclusive com dois pesquisadores de doutorado que facilitam o relacionamento com as universidades. Segundo o entrevistado, no futuro a empresa pode desenvolver genes próprios e até licenciá-los para outros. Para ele, a empresa não pode pensar em ser apenas uma provedora de variedades, da mesma forma que as universidades não podem ser apenas provedoras de germoplasma e sim provedores de tecnologias mais avançadas, que são genes para solucionar problemas.

Conforme o entrevistado, as quatro variedades de soja transgênica da BETA detém cerca de 70% do mercado de sementes transgênicas legais para a safra 2005/2006, fruto de seu grande esforço na multiplicação de suas sementes em parceria com os sementeiros. No entanto, este percentual não deve se manter para as próximas safras, já que outras empresas também têm investido em variedades GM. De qualquer forma, a empresa vai continuar investindo em variedades transgênicas e convencionais enquanto houver mercado para as duas. A participação de cada uma delas vai depender bastante da decisão dos sementeiros parceiros da BETA na multiplicação de suas variedades.

#### **4.4.3 EMPRESA GAMMA**

Na área de OGMs, a GAMMA tem trabalhado apenas com a inserção do gene RR em suas variedades de soja, o que foi possível a partir do contrato de licenciamento do gene. Para a safra 2005/2006 a empresa tem pequena quantidade de semente transgênica de três cultivares. Existem mais seis cultivares registradas, mas ainda não há semente disponível comercialmente. Não existem também patentes registradas, apenas a proteção via Lei de Cultivares.

Além da soja, a empresa trabalha com melhoramento de algodão, mas este apenas de forma convencional. Atualmente ela estuda parcerias para o desenvolvimento de algodão transgênico.

Conforme um dos pesquisadores da GAMMA entrevistado, a empresa está conversando com outras empresas para acessar novos genes. Atualmente a empresa não faz prospecção de novos genes, apesar de existir um projeto de longo prazo neste sentido.

O orçamento para pesquisa da GAMMA depende basicamente da estimativa de *royalties* que ela vai receber pela produção de sementes. A partir da estimativa orçamentária, a diretoria define os rumos básicos da pesquisa, como por exemplo, o percentual a ser investido em cultivares tradicionais e o percentual para cultivares transgênicas. De acordo com o entrevistado, do total de 250 funcionários, a empresa possui 30 pesquisadores (entre técnicos de nível superior, mestres e doutores).

De acordo com a empresa, houve uma certa frustração em relação à procura por sementes transgênicas, o que ocorreu basicamente devido a dificuldade econômica pela qual passa o agricultor para a safra 2005/2006. Apesar disto, a empresa deve continuar dirigindo recursos para a obtenção de novas cultivares transgênicas, já que seu desenvolvimento demora diversos anos.

#### **4.4.4 EMPRESA DELTA**

A DELTA, que foi fundada em 2002, tem foco voltado para pesquisa de culturas importantes para o país e que não possui muitas empresas trabalhando, como é o caso principalmente da laranja, eucalipto e cana-de-açúcar. Financiada por um grande grupo empresarial, a DELTA se destacou por desenvolver um projeto para descobrir a cura da morte súbita que afeta os pomares de laranja. Para tanto, os pesquisadores seqüenciaram o genoma da laranja e descobriram o vírus, que teve também seu genoma seqüenciado. Atualmente a empresa vem buscando desenvolver OGMs de

segunda geração que podem ter características de melhorias do valor nutricional, por exemplo.

No caso da cana-de-açúcar, a empresa vem buscando plantas resistentes a doenças e à seca e também com maior teor de sacarose, para obtenção de um maior rendimento final. Segundo o entrevistado, a empresa busca trabalhar em diversas frentes e acredita que, se um produto tecnológico desenvolvido pela empresa der certo, ela consegue obter retorno dos investimentos realizados. Atualmente a empresa possui diversas patentes que se referem a seqüências com uma determinada função.

A empresa possui cerca de 140 funcionários, sendo que a metade tem pelo menos curso superior. Existem quase 30 mestres e 30 doutores em atividade na empresa, em suas diversas áreas.

Uma diferença importante da DELTA em relação às universidades, é que ela procura dividir o processo científico de se produzir um transgênico em diversos setores, como em uma “linha de produção tecnológica”. Segundo o entrevistado da empresa, existem pesquisadores que prospectam genes e tentam atribuir funções a ele, outros que fazem as construções genéticas que vão entrar nas plantas, outros que transformam as plantas, outros que cuidam da planta na estufa, outros que fazem os testes de campo e assim por diante.

#### **4.4.5 EMBRAPA SOJA**

A Embrapa Soja realiza pesquisas tanto de prospecção de novos genes, quanto de inserção de genes em suas variedades em parceria com empresas. A Embrapa – Soja tem basicamente 2 variedades de soja transgênica resistentes ao glifosato (com o gene RR) prontas para o mercado. Também está em pesquisa uma variedade de soja resistente a uma outra classe de herbicidas (chamada de imidazolinonas), que é a soja IMI, desenvolvida em parceria com a empresa Basf. Outro projeto que está sendo desenvolvido, em parceria com o JIRCAS (*Japan International Research Center for Agriculture*), é da soja tolerante a seca.

Um problema enfrentado pela Embrapa como um todo é a escassez de recursos para a pesquisa, o que leva a empresa buscar parcerias para ter materiais transgênicos de ponta. Segundo um pesquisador entrevistado, a Embrapa possui macroprogramas que destinam recursos, de forma competitiva, para determinadas áreas. Para ter os recursos aprovados para pesquisa, o pesquisador faz e submete a proposta, que é então avaliada por uma comissão que decide pela aprovação ou não do projeto. É um sistema competitivo porque qualquer grupo da empresa (e até mesmo fora dela) pode submeter projetos, não havendo uma fatia de recursos pré-determinada para cada uma das unidades da Embrapa. Como os recursos não são grandes, acontece até do projeto ser aprovado e os recursos não estarem disponíveis.

A definição do orçamento para a pesquisa na Embrapa Soja depende basicamente da disponibilidade de recursos em 3 dos principais macroprogramas existentes (atualmente existem 5 macroprogramas):

- a) Macroprograma 1 – Grandes projetos nacionais: envolve a participação da Embrapa Soja em projetos em rede;
- b) Macroprograma 2 – Competitividade e sustentabilidade setorial: inclui projetos coordenados pela Embrapa Soja e participação em projetos coordenados por outras unidades (projetos até R\$300 mil por ano); e
- c) Macroprograma 3 – Desenvolvimento tecnológico incremental: projetos pequenos com disponibilização de até R\$ 50 mil por ano.

Caso o projeto seja aprovado, o pesquisador deve emitir relatórios semestrais ou anuais de acompanhamento da pesquisa (dependendo do programa) e o relatório final com os resultados obtidos. Como os recursos são escassos, a área de biotecnologia também busca recursos de órgãos fora da Embrapa, como é o caso do CNPq e Finep.

Segundo um entrevistado, a Embrapa Soja está trabalhando cada vez mais com a transgenia, mas não pretende abandonar o programa de melhoramento tradicional. A intenção é oferecer opções para que o produtor possa decidir sobre o plantio daquela semente que lhe for mais conveniente, seja ela transgênica ou não.

Para o pesquisador entrevistado, os recursos da Embrapa são muito pequenos, principalmente se comparados com o JIRCAS, que tem US\$ 1 milhão por ano para trabalhar apenas com pesquisa do gene tolerante a seca. Este recurso se refere apenas ao custeio (como a compra de reagentes, por exemplo) e não inclui o pagamento dos salários dos pesquisadores e das bolsas de estudantes. Outro aspecto importante é a grande burocracia para se realizar determinadas ações, como a licitação. Enquanto a compra de reagentes pela Embrapa pode demorar um mês, em países como o Japão se leva apenas um dia. Às vezes acontece de existir apenas um fornecedor de determinado produto, e este não cumpre com determinadas exigências de documentação. Neste caso o processo de aquisição pode demorar muito mais tempo.

Segundo o chefe adjunto de P&D da Embrapa Soja, a patente é importante mas não se constitui em um fim para a Embrapa, como nas empresas privadas. Para a unidade, o importante é o conhecimento gerado. Segundo o entrevistado, a Embrapa Soja possui genes que estão em processo de estudo sobre a possibilidade de patenteamento, mas destaca que há uma grande dificuldade em se conhecer estes processos e efetuar o patenteamento.

Dos atuais 73 pesquisadores da unidade Soja da Embrapa, 2 trabalham diretamente com os transgênicos e diversos outros (por volta de 15) têm alguma interface mais direta com as técnicas moleculares, que são os fitopatologistas, entomologistas, virologistas, etc. Conforme um dos entrevistados, a unidade vem pleiteando um aumento do número de pesquisadores na área de biotecnologia, já que, segundo ele, a pesquisa com OGMs depende de tempo, dinheiro e cérebros.

De acordo com o chefe adjunto de P&D, até mesmo o processo de substituição dos pesquisadores que se aposentam acontece em ritmo abaixo do desejável. Há não só a dificuldade de se contratar novos pesquisadores, mas também de substituir aqueles que não estão produzindo e não querem produzir.

#### 4.4.6 EMBRAPA RECURSOS GENÉTICOS E BIOTECNOLOGIA

A Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia foi o primeiro centro de P&D brasileiro a gerar uma planta transgênica transformada pela agrobactéria, o que aconteceu na década de 1980 e culminou no surgimento da área de biologia molecular nesta unidade da Embrapa.

O projeto base que ajudou a compor e consolidar o grupo de pesquisa em biologia molecular visava a clonagem, caracterização e isolamento de um gene de uma proteína rica em metionina (presente na castanha do Pará). O objetivo era introduzir este gene em leguminosas, principalmente no feijão, para aumentar o seu teor de metionina. Apesar do gene ter sido isolado e estudado, depois de vários anos o projeto teve que ser abandonado por ter sido observado que um determinado percentual da população era alérgica a esta proteína.

A partir deste projeto, vários outros foram surgindo, como o feijão resistente a vírus e o mamão resistente a vírus. Posteriormente outros projetos também foram desenvolvidos, como a soja resistente a herbicida da classe das imidazolinonas e também genes com resistência a insetos, bucu do café, tolerância a seca, melhoramento nutricional de plantas, resistência a doenças fúngicas e bacterianas, utilização de plantas como biorreatores para produção de proteínas de interesse farmacológico, resistência a nematóides e uma série de outros projetos.

Recentemente a Embrapa começou trabalhar com a Unifesp (Universidade Federal de São Paulo) para transformar células de camundongo. Há o objetivo de transformar bovinos para a produção de proteínas de interesse farmacológico no leite dos animais.

Conforme o pesquisador da Embrapa entrevistado, os projetos com vegetais continuam e têm expandido, inclusive com a colaboração de outras unidades da Embrapa. De modo geral a parte de prospecção de genes fica concentrada na Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, embora haja projetos neste sentido em outras unidades da Embrapa, como a Embrapa Soja, Embrapa Arroz e Feijão (que tem o programa genoma do feijão e do arroz) e Embrapa Milho e Sorgo.

A Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, além de fazer prospecção de novos genes de forma individual, também trabalha em parcerias com empresas privadas nacionais e multinacionais. É o caso do desenvolvimento da soja resistente ao herbicida da Basf. Há também parcerias com universidades brasileiras e do exterior.

Assim como na Embrapa Soja, a Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia também depende de recursos dos Macroprogramas da Embrapa. Existem, no entanto, projetos sendo desenvolvidos em diversas unidades, como é o caso da plataforma para a resistência à ferrugem da soja, que é coordenado pela Embrapa Soja, mas que tem projetos em várias unidades, inclusive na Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia.

A unidade tem patentes que foram depositadas, algumas delas em várias partes do mundo, muitas delas já concedidas, mas poucas gerando retorno financeiro. Segundo avaliação do entrevistado, o processo é assim mesmo, deposita-se muitas patentes para se obter retorno com poucas. Segundo o entrevistado, há a perspectiva que a área de biotecnologia cresça na Embrapa, com a descoberta de tecnologias mais importantes que a resistência a herbicidas, como a planta como biofábrica, gerando determinados compostos de interesse farmacológico. Outros aspectos, como o controle do florescimento, do ciclo de vida, da altura, espaçamento entre nós e tantos outros, podem mudar a agricultura nos próximos anos. Com os futuros desenvolvimentos da tecnologia, poder-se-á obter duas safras no ano, um café com sabor especial, uma nova flor com um novo cheiro, e outros produtos que poderão ter grande apelo mercadológico.

#### **4.4.7 IAPAR**

Na área de engenharia genética, o IAPAR trabalha principalmente com o café. Há o consórcio brasileiro do café que é coordenado por um dos pesquisadores da instituição, que desenvolve pesquisas em parceria com um pesquisador da Embrapa e um pesquisador francês. Segundo o coordenador do consórcio, já existe um banco de dados com aproximadamente 30 mil genes do café para poder ser trabalhado. Deste

total, 70% já possui funções determinadas e 30% ainda falta determinar. Há um espaço também para a busca de genes promotores.

O IAPAR possui dificuldades em trabalhar com patentes devido a falta de estrutura para isto. Segundo o pesquisador entrevistado, existe apenas um advogado na instituição que tem que atender todas as demandas, inclusive as trabalhistas, o que dificulta o processo. Nesta área a capacitação interna é praticamente nula. Para o pesquisador, no caso do registro de patentes, o mais viável é fazer o licenciamento dos genes para outras empresas que possuam maior flexibilidade e agilidade para cobrar *royalties*. A burocracia existente no IAPAR, assim como em outros institutos públicos de pesquisa, dificulta até o licenciamento de genes, que precisa passar por processo de licitação pública.

No passado, o IAPAR já teve patente na área de máquinas agrícolas, o que era um pouco mais fácil. Entretanto, o retorno econômico desta patente foi insuficiente. Atualmente se realiza pesquisas com café e um pouco com citrus e cana-de-açúcar, mas a possibilidade de registro de patentes pelo IAPAR é pequena.

Conforme o entrevistado, há uma enorme escassez de recursos destinados ao IAPAR para o desenvolvimento dos projetos. Mesmo os recursos que são estabelecidos no orçamento da instituição, boa parte não são liberados. Desta forma, os pesquisadores se obrigam a buscar fontes alternativas de financiamento para os projetos, principalmente de fontes federais, como o CNPq. Segundo o pesquisador, mesmo na esfera do CNPq há uma dificuldade muito grande de se conseguir bolsas para a instituição, já que este órgão está mais voltado para atender as demandas das universidades. Para ele a legislação teria que ser mudada para permitir maior flexibilidade, como a contratação por projetos.

No caso do laboratório de biologia molecular do IAPAR, existem 17 pessoas trabalhando, que são bolsistas, voluntários, mestrandos e doutorandos. Mas pesquisador doutor da própria instituição existe apenas um. Segundo o pesquisador entrevistado, há 17 anos o governo do Estado do Paraná não contrata, o que está levando à decadência do IAPAR. Apesar dos reagentes e outros materiais de



laboratório serem caros, a biotecnologia depende basicamente de cérebros, conforme afirma o entrevistado.

#### **4.4.8 CENTRO DE BIOTECNOLOGIA - UFRGS**

A atividade com engenharia genética na UFRGS se iniciou antes da aprovação da Lei de Biossegurança de 1995 e da formação da primeira CIBio da instituição em 1997 (que começou a funcionar efetivamente a partir de janeiro de 1998). E esta regulamentação interna não se refere apenas ao Centro de Biotecnologia, mas de toda a atividade relacionada a biossegurança na UFRGS, o que envolve a Faculdade de Agronomia, a Faculdade de Veterinária, o Instituto de Ciências Básicas da Saúde e o Instituto de Biociências.

Atualmente os diferentes grupos de pesquisa existentes no Centro de Biotecnologia da UFRGS trabalham com algum tipo de transgênico, sejam as bactérias recombinantes, a *Escherichia coli* recombinante, os fungos ou as leveduras. Existe pesquisa com leveduras, como *Saccharomyces cerevisia* e *Pichia pastoris*, e pesquisa com animais, especialmente *Caenorhabditis* que é um verme modelo de manipulação, tentativa de transformação de outros nematóides e plantas. Este é basicamente o rol de OGMs desenvolvidos pelo Centro de Biotecnologia.

Além das pesquisas com OGMs realizadas no Centro de Biotecnologia, existem outras que são desenvolvidas por outros centros de pesquisa da universidade, que trabalham com leveduras, camundongos transgênicos, gado bovino que transitoriamente recebe genes mas não são organismos completamente transgênicos, já que só têm algumas células transformadas, dentre outras pesquisas.

Conforme o pesquisador entrevistado, são muitos grupos de pesquisa que trabalham com OGMs na UFRGS, alguns abrem outros fecham. No último relatório havia a indicação de 24 grupos presentes na universidade. O principal foco da universidade é a prospecção de genes que possam ter algum interesse comercial. Normalmente a universidade gera o produto transgênico e busca uma empresa,

cooperativa ou mesmo a Embrapa para realizar os testes necessários para a disponibilização comercial. Mediante acordos e termos de concordância, a UFRGS faz a transferência de material, não porque se trata de um OGM, mas por se tratar de um material com potencial valor comercial.

#### **4.4.9 VISÃO GERAL SOBRE O DESENVOLVIMENTO DE PESQUISA NOS CENTROS DE P&D**

Nesta seção buscou-se dar uma visão geral do desenvolvimento de pesquisas com OGMs nos centros de P&D públicos e privados (que foram objetos desta pesquisa), de forma a permitir uma análise de suas decisões e ações organizacionais.

Esta visão geral foi estabelecida por meio da caracterização do desenvolvimento de pesquisa nos centros de P&D (Quadro 20), considerando três variáveis principais: estrutura de P&D, projetos de P&D e acesso a recursos.

Na estrutura de P&D buscou-se traçar um panorama da estrutura física (unidades de pesquisa e laboratórios) e da capacitação do pessoal para a pesquisa (principalmente a quantidade de pesquisadores doutores).

Já os projetos de P&D, de cada um dos centros, foram apresentados de forma resumida, de forma a indicar se há ou não prospecção de novos genes, se há apenas a inserção de genes licenciados em determinadas cultivares e se o centro de P&D também realiza pesquisa convencional em melhoramento.

Por fim, no item acesso a recursos, buscou-se estabelecer as fontes principais de financiamento para a pesquisa com OGMs em cada um dos centros de P&D pesquisados.

**Quadro 20:** Caracterização das atividades de pesquisa nos centros de P&D pesquisados (*continua ...*)

<b>Empresas</b>	<b>Estrutura de P&amp;D</b>	<b>Projetos de P&amp;D</b>	<b>Acesso a recursos</b>
<b>ALPHA</b>	Possui 8 centros de pesquisa em sementes. A maior unidade, localizada em Uberlândia (MG), possui 4 laboratórios de tecnologia e 10 profissionais com doutorado e mestrado.	Atividade de prospecção de genes é realizada na matriz (EUA). No Brasil realiza-se a implementação destes genes em plantas de soja, milho e sorgo. Mantém melhoramento convencional e com uso da engenharia genética. Desenvolve pesquisas com soja resistente ao glifosato (gene RR patenteado pela matriz), com o milho e o algodão resistentes a insetos e os 3 produtos tolerantes ao glifosato e resistentes a insetos.	Investimento anual próximo de US\$ 9,5 milhões. A unidade de Uberlândia absorve cerca de 50% destes investimentos. Pretende investir US\$ 12,3 milhões para a safra 2005/2006.
<b>BETA</b>	Possui 4 centros de pesquisa. A maior unidade fica localizada em Cascavel (PR). Há dois pesquisadores doutores que trabalham diretamente com biologia molecular.	Realiza pesquisas com melhoramento convencional e uso da engenharia genética. A pesquisa mais básica é realizada em parceria com universidades. Na área de OGM, utiliza o gene licenciado para o seu principal produto que é a soja RR. Além da soja, desenvolve cultivares de milho, trigo e algodão. Em 2005 foi responsável por cerca de 70% da semente de soja GM legal do país. Há intenção de no futuro trabalhar com prospecção de genes. Não possui patentes registradas.	Os recursos aplicados em pesquisa são originários da venda de sementes. Utiliza um pouco de recursos de fundos restituíveis (FINEP).
<b>GAMMA</b>	Sua estrutura de laboratórios é restrita. Utiliza cerca de 70 áreas de empresas associadas para a realização dos testes a campo. Possui 30 pesquisadores (entre doutores, mestres e técnico de nível superior).	Desenvolve atividades de pesquisa de melhoramento convencional com sementes de soja e algodão principalmente. Na área de OGMs tem trabalhado com variedades de soja RR, por meio do licenciamento de gene. Não possui patentes registradas.	O orçamento para P&D depende basicamente da estimativa de <i>royalties</i> que serão recebidos.

**Quadro 20:** Caracterização das atividades de pesquisa nos centros de P&D pesquisados (*continuação ...*)

<b>Empresas</b>	<b>Estrutura de P&amp;D</b>	<b>Projetos de P&amp;D</b>	<b>Acesso a recursos</b>
<b>DELTA</b>	Seus laboratórios ficam localizados em Campinas (SP). Possui uma equipe com 26 doutores que atuam nas diferentes áreas da biologia molecular.	Desenvolve pesquisa com genoma de plantas e fitopatógenos. Desenvolve atividades de pesquisa com laranja, cana-de-açúcar, eucalipto, uva e soja. Trabalha no seqüenciamento do código genético da cana-de-açúcar, eucalipto, laranja, uva e soja. No caso da laranja descobriu o inseto (vetor) responsável pela transmissão do vírus da morte súbita e testes para seu diagnóstico. No caso do eucalipto, descobriu 3 genes que podem reduzir o teor de lignina na madeira. Atualmente está sendo desenvolvido também pesquisas com cana-de-açúcar resistente à seca e com maior teor de sacarose. Possui diversas patentes.	Previsão de investimentos de US\$ 15 milhões sem expectativa de receita nos primeiros 5 anos.
<b>Embrapa Soja</b>	Sua principal unidade de pesquisa fica localizada em Londrina (PR), com 24 laboratórios. Além desta unidade, a Embrapa Soja possui ainda mais 6. Dos atuais 73 pesquisadores, 2 trabalham diretamente com OGMs e outros 15 possuem alguma interface com as técnicas moleculares.	Possui parcerias com outras unidades da Embrapa, com universidades e empresas privadas. Já desenvolveu 206 cultivares de soja para as diferentes regiões do país. Atualmente possui variedades de soja RR disponíveis para comercialização e está sendo pesquisado um gene de tolerância à seca (parceria com o JIRCAS do Japão) e outro resistente a herbicidas da classe das imidazolinonas (parceria com a Basf).	A alocação de recursos se dá por projetos submetidos aos editais dos macroprogramas da Embrapa e editais de outras agências de fomento.

**Quadro 20:** Caracterização das atividades de pesquisa nos centros de P&D pesquisados (*continuação ...*)

<b>Empresas</b>	<b>Estrutura de P&amp;D</b>	<b>Projetos de P&amp;D</b>	<b>Acesso a recursos</b>
<b>Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia</b>	Sede em Brasília, onde ficam seus 26 laboratórios de pesquisa e 4 de apoio, que desenvolvem projetos em 3 núcleos: biotecnologia, controle biológico e segurança biológica. Dos 130 pesquisadores, 92 possuem doutorado e 36 são mestres.	Possui parcerias com outras unidades da Embrapa, com universidades e empresas privadas. Desenvolve pesquisa com mamão e feijão resistente a vírus, soja resistente a herbicida (imidazolinonas) e genes com resistência a insetos (ex: bicudo do café), tolerância à seca, melhoramento nutricional, resistência a doenças fúngicas e bacterianas, utilização de plantas como biorreatores, resistência a nematóides e uma série de pesquisas na área animal e em parceria com outras unidades da Embrapa. Possui patentes.	A alocação de recursos se dá por projetos submetidos aos editais dos macroprogramas da Embrapa e editais de outras agências de fomento.
<b>IAPAR</b>	Possui 25 laboratórios de pesquisa, dos quais 19 estão em sua sede em Londrina (PR). Além da sede, o IAPAR possui laboratórios em mais 3 cidades. A maioria dos 90 pesquisadores possuem o título de doutorado. No laboratório de biologia molecular trabalham diversos doutorandos e mestrandos, mas apenas 1 doutor diretamente.	No geral, o IAPAR possui 14 programas de pesquisa. Na área de melhoramento, o IAPAR trabalha com seleção e melhoramento vegetal, prospecção, introdução, avaliação e multiplicação de materiais, intercâmbio de germoplasma e biotecnologia aplicada. O principal produto pesquisado atualmente é o café por meio do Consórcio Brasileiro do Café. Não possui patentes na área de OGMs.	Os recursos da instituição são muito escassos. Atualmente vem dependendo das agências de fomento.
<b>Centro de Biotecnologia – UFRGS</b>	Possui um total de 23 pesquisadores doutores, dos quais 20 docentes de 9 departamentos de 4 unidades de ensino. Possui ainda 35 estudantes de doutorado e 23 de mestrado. Ao todo são 12 grupos de pesquisa.	Os 12 grupos de pesquisa trabalham com algum tipo de transgênico, como bactéria recombinante, fungos ou leveduras. No caso do Laboratório de Biologia Molecular, este desenvolve pesquisas em 3 áreas: genômica vegetal, isolamento e caracterização de genes de interesse agroflorestal e transformação genética vegetal. Este laboratório participa do projeto “Genolyptus” junto com mais 40 pesquisadores de outros laboratórios do país. O foco do centro é a prospecção de genes.	Depende basicamente das agências de fomento.

**Fonte:** Dados da pesquisa

Conforme se observa no Quadro 20, das empresas privadas pesquisadas, apenas a DELTA realiza pesquisas mais básicas, envolvendo seqüenciamento de código genético e prospecção de genes de interesse econômico. Apesar da ALPHA possuir a patente do gene mais utilizado nas pesquisas com OGMs pelo centros de P&D, aqui no Brasil não são realizadas atividades envolvendo a prospecção de novos genes. Na verdade a ALPHA no Brasil procura fazer a inserção dos genes patenteados (pela matriz nos EUA) em cultivares nacionais, além de estabelecer licenciamentos dos genes para outras instituições públicas e privadas. Isto significa que a assimetria gerada pela introdução do gene RR da ALPHA ainda não foi superada satisfatoriamente por outra empresa no que tange à característica de resistência ao glifosate.

É importante destacar que a GAMMA e a BETA, instituições privadas, mantêm tanto o programa de melhoramento convencional quanto programa de melhoramento baseado na engenharia genética. Percebe-se também que o uso do gene RR se constitui no principal evento de pesquisa com OGM nestas instituições, embora haja projetos para se expandir esta atuação.

No caso das instituições públicas, percebe-se uma maior preocupação de se buscar novos genes para uso na agricultura brasileira. Embora os recursos sejam escassos, estas instituições vêm se esforçando para participar de grandes redes de pesquisa que buscam prospectar genes de interesse econômico. Percebe-se também um envolvimento de estudantes de mestrado e doutorado na condução de pesquisas em seus diversos laboratórios.

No caso das duas unidades pesquisadas da Embrapa, observa-se que, além da pesquisa de prospecção de genes, há pesquisas com o uso de genes licenciados. Este tipo de pesquisa (mais aplicada) objetiva gerar cultivares que possam ser levadas ao mercado.

A seguir, passa-se a analisar as influências das incertezas legais, mercadológicas e tecnológicas no processo de desenvolvimento de pesquisas com OGMs pelos 8 centros de P&D pesquisados.

## **4.5 A INFLUÊNCIA DAS INCERTEZAS LEGAIS, MERCADOLÓGICAS E TECNOLÓGICAS NAS DECISÕES DE PESQUISA COM OGMs**

Nesta seção são abordadas as influências das incertezas legais, mercadológicas e tecnológicas nas diversas instituições de pesquisa que foram objeto de análise nesta pesquisa. As análises desta seção são baseadas nas entrevistas realizadas com representantes de cada uma das instituições pesquisadas. Após a discussão individualizada de cada uma das instituições, busca-se fazer uma análise geral da influência destas incertezas no desenvolvimento de pesquisas com OGMs no Brasil, procurando destacar as diferenças e similaridades entre a pesquisa realizada por instituições públicas e privadas.

### **4.5.1 EMPRESA ALPHA**

O aspecto legal é apontado pela ALPHA como a principal influência negativa no desenvolvimento de pesquisas com OGMs no Brasil, já que é fonte geradora de grandes incertezas. Segundo o pesquisador entrevistado, as normas e critérios de avaliação estabelecidos pela lei de biossegurança (mesmo a de 1995) são positivos, mas sua implementação é confusa e inexistem regras claras e práticas que agilizem a avaliação dos OGMs. Mesmo os pedidos mais simples de pesquisa em contenção demoram meses e alguns projetos até mais de um ano para serem aprovados.

Segundo o entrevistado, para a pesquisa com OGMs do grupo 1 poderia ser dado maior autonomia para as empresas. Da forma que estava o processo de avaliação de OGMs pela CTNBio (até início de 2005), havia grandes dificuldades para o trabalho das instituições. As pesquisas com as características de resistência a insetos (por exemplo) ficaram paralisadas no Brasil. Foram criadas tantas regras para a aprovação deste tipo de OGM, que inviabilizou sua aprovação. A ALPHA foi uma das empresas que não conseguiu a aprovação deste tipo de OGM. Como não conseguiu a permissão, o experimento não foi realizado. De acordo com o entrevistado, nem todos os

pesquisadores brasileiros seguirem as regras e até chegaram a realizar pesquisas de forma ilegal.

Vários projetos que poderiam ser testados no Brasil foram cancelados ou adiados em função da morosidade da aprovação da nova lei de biossegurança, como foi o caso da soja resistente a insetos que foi descontinuado devido a enorme complexidade de se obter aprovações do produto na ANVISA, IBAMA e Ministério da Agricultura. Este projeto era de um produto específico para o Brasil, porque este tipo de praga não é problema no hemisfério norte para a soja. Da mesma forma que este projeto, vários outros novos projetos, que deveriam ser trazidos para o Brasil, não foram devido aos entraves legais para a obtenção da aprovação.

Questionado se a resolução do governo de permitir o uso de sementes “salvas” pelo produtor rural impacta no desenvolvimento de pesquisas, o entrevistado da ALPHA afirmou que sim. Segundo ele, se não houver um mecanismo previsível e consistente de retorno do investimento em pesquisas, não haverá investimentos. E isto vale não só para a ALPHA, mas para todas as instituições de pesquisa, inclusive as públicas, que precisam de auxílio no orçamento das pesquisas. Segundo ele, é importante que as leis de proteção intelectual sejam cumpridas e que haja retorno dos investimentos realizados. Este foi o motivo da ALPHA querer cobrar *royalties* no momento da entrega do grão (no caso da soja) como uma indenização pelo uso não licenciado da tecnologia patenteada por ela.

Segundo o entrevistado, a rotulagem não interfere na alocação de recursos para a pesquisa. Na verdade, este sistema é salutar à medida que preserva a identidade de determinados produtos que necessitam ser processados de forma diferenciada para que se obtenha os benefícios da melhoria da qualidade do produto. O problema é que o rumo que a rotulagem tomou no Brasil se tornou complicado, já que se buscou adicionar informações que para o consumidor geram mais dúvidas que esclarecem realmente. Pelo atual sistema, além de dizer que é transgênico, de onde vem, qual é o gene e sua fonte, também tem um selo em forma de “T” para se colocar no produto. Para ele, a rotulagem deve ser utilizada, só que de forma mais coerente.



Em suma, a ausência de regras básicas, claras e coerentes é o que mais dificulta o planejamento das pesquisas, já que não se sabe quando poderá testar, quais testes terá que fazer, por quanto tempo terá que testar, quanto tempo demorará para ser aprovado e quais as regras para se colocar no mercado. Se existissem regras claras de pesquisa e de comercialização e a implementação das regras fosse eficiente, haveria um fluxo muito grande de recursos para pesquisa com biotecnologia no Brasil.

Em relação à resistência de parte da população em consumir produtos transgênicos, o entrevistado acredita que a interferência é baixa ou inexistente no que tange à alocação de recursos dentro da empresa. Para ele, a percepção pública tende a se tornar mais favorável à medida que mais pesquisas e novos produtos forem sendo desenvolvidos, inclusive podendo chegar a ponto do consumidor preferir o transgênico. Se a informação correta chegar até os consumidores e eles ficarem sabendo da quantidade de testes que são realizados para atestar a segurança do produto, eles ficarão mais tranquilos e consumirão produtos transgênicos. Este é o caso dos produtos transgênicos que não recebam agrotóxicos na lavoura e que portanto podem representar uma segurança maior para o consumidor. Desta forma, a incerteza mercadológica é baixa.

Do lado do produtor rural, a questão da cobrança de *royalties* é considerada como algo recente na agricultura. Enquanto as leis brasileiras são relativamente recentes sobre propriedade intelectual e cultivares, no hemisfério norte estas regras são muito antigas. Desta forma, o produtor precisa fazer as contas e verificar que os benefícios gerados pelo uso da tecnologia, como da soja RR, supera os custos do uso da tecnologia. Para o entrevistado, o fato de se destacar o valor dos *royalties* na compra das sementes de soja transgênica assusta o produtor. Porém ele esquece que quando se compra um trator ou outro equipamento mais moderno, o valor de várias patentes já está embutido e ele não percebe.

Conforme avaliação do entrevistado, a questão ficou mais crítica em relação à safra 2005/2006 porque o Rio Grande do Sul (principalmente) teve uma grande quebra da safra 2004/2005 devido à seca. Desta forma, o produtor ficou descapitalizado, com dificuldade de refinar suas dívidas e ainda recebeu a notícia de que teria que pagar

*royalties* na compra das sementes certificadas. Este conjunto de fatores levou a uma grande oposição ao pagamento destes *royalties* e fez com que a ALPHA renegociasse o valor cobrado. Segundo ele, nenhuma tecnologia pode ser imposta, porque ela pode ser usada ou não de acordo com os benefícios que ela traz para o usuário.

A incerteza relacionada à possibilidade do desenvolvimento de um projeto levar a problemas de conflito de patentes no futuro, o entrevistado considera como algo normal e que portanto não pode ser considerada uma incerteza tecnológica que interfere no desenvolvimento de pesquisas. Esta incerteza foi considerada muito baixa pelo entrevistado. Para o entrevistado, o embate entre as empresas é tido como rotina, como é o caso que acontece nos EUA, onde a Down tem uma ação contra a ALPHA e a ALPHA tem uma ação contra a Bayer e a Bayer contra a ALPHA. Isto faz parte da rotina dos advogados destas empresas. Esta questão também é normal no caso das empresas de biotecnologia que trabalham na parte mais básica da tecnologia, que são as geradoras da inovação de produtos e de novas metodologias.

#### **4.5.2 EMPRESA BETA**

O diretor executivo da BETA, que também é presidente da Bras pov (Associação Brasileira de Obtentores Vegetais), destacou na entrevista que a principal incerteza está relacionada à possibilidade de interferência a qualquer momento no processo normal de aprovação dos OGMs. Isto acontece porque a legislação brasileira é ainda frágil e não está devidamente consolidada. Com a aprovação da nova Lei de Biossegurança em 2005, foi buscado uma maior clareza e maior poder para que a CTNBio se tornasse o único órgão a orientar e legalizar as pesquisas na área dos OGMs. Mas, ainda existe certas ambigüidades que permitem que os governos interfiram no processo.

O fato da Lei de Biossegurança ter sido aprovada em março de 2005 e somente em novembro ter sido regulamentada pode ilustrar as dificuldades que o setor de biotecnologia enfrenta. Somado a esta questão está a pouca consciência e respeito à propriedade intelectual no país.

Para o entrevistado, a incerteza legal é alta, mas já foi pior com a Lei de Biossegurança anterior. A BETA não teve projetos prejudicados porque não estava trabalhando com biocidas. Pela sua atuação na Braspov, o entrevistado afirmou que muitas empresas associadas tiveram projetos paralisados praticamente, como foi o caso das empresas que estavam trabalhando com o gene Bt. Neste caso, as exigências e indefinições eram tantas que as empresas eram impedidas de trabalhar de forma legal e acabavam paralisando os projetos.

Outro aspecto levantado pelo entrevistado, foi que as exigências de segregação não interferem no desenvolvimento das pesquisas. Mas o aspecto da cobrança de *royalties* é importante, já que está relacionada ao reconhecimento da propriedade intelectual pela sociedade. O fato das sementes terem a discriminação do valor dos *royalties* acaba gerando um entrave comercial, já que nos casos de medicamentos e de outros produtos patenteados, está tudo embutido no preço e não há a discriminação se os *royalties* irão para esta ou aquela empresa.

Dois outros problemas concorrem para uma baixa adoção da tecnologia dos transgênicos por parte do produtor rural, que é o fato do produtor estar descapitalizado, em função da frustração da safra 2004/2005, e da insegurança em relação à comercialização de seu produto. No Paraná, por exemplo, o fato de o governo ter proibido as exportações de transgênicos pelos seus portos, acabou gerando muitas dúvidas. Desta forma, o produtor está preferindo plantar transgênico em apenas parte da área e verificar se não vai ter problemas na comercialização da produção. Algumas empresas cerealistas também se mostram reticentes em receber produção transgênica no Paraná, o que gera um clima de insegurança por parte do produtor rural.

O fato de o produtor utilizar a semente sem pagar os *royalties* acaba desestimulando os investimentos das empresas nacionais e multinacionais, levando o país a um retrocesso com várias conseqüências. Para o entrevistado, estas questões são muito novas para o país, mas há a necessidade de se avançar na direção do respeito à propriedade intelectual. É preferível pagar *royalties* no início e usufruir os benefícios da tecnologia de imediato, que ficar ilegal e ter acesso à tecnologia muitos anos depois, afirma o entrevistado.

Pelo lado do consumidor, a forma como é feita a comunicação da tecnologia dos transgênicos pela mídia é muitas vezes irresponsável, ideológica e política, o que acaba configurando como desinformação. Desta forma, alguém que fale a favor dos transgênicos tem que enfrentar forte oposição. Muitos percebem a defesa dos transgênicos como uma proteção às empresas que criaram a tecnologia e não como um benefício para a sociedade. O que poucos percebem é que para o produto ser aprovado há a necessidade da chancela de órgãos governamentais, que aqui no Brasil é a CTNBio. Os mais opositoristas tentam desautorizar e desmoralizar a CTNBio, o que é uma discussão mais ideológica.

Para o entrevistado, é ao longo do tempo que o consumidor perceberá que os opositoristas não tinham razão e que o alimento transgênico pode trazer benefícios, como é o caso da vacina e de tantos outros. Neste caso, há que se ter paciência e persistência para continuar trabalhando com esta ferramenta moderna que é a biotecnologia. Desta forma, a influência da incerteza mercadológica no desenvolvimento de pesquisas com OGMs pela BETA é considerada média.

No caso da incerteza tecnológica, o entrevistado afirma ser muito baixa sua influência no desenvolvimento de pesquisas com OGMs. O fato de existir uma certa incerteza em relação aos futuros desenvolvimentos da tecnologia é até salutar por possibilitar a competição e até mesmo controlar os valores cobrados pelos direitos de propriedade intelectual. O fato de um concorrente descobrir um evento similar e concorrente é positivo na opinião da empresa. Se uma empresa decide desenvolver produtos que já existem, ela tem que ter a consciência de suas conseqüências do ponto de vista das patentes relacionadas. Normalmente as empresas buscam um novo produto de maior valor agregado e que possa gerar um diferencial no mercado. Esta é a dinâmica do mercado, à cada dia as empresas estão buscando produzir algo melhor.

### 4.5.3 EMPRESA GAMMA

A influência das incertezas legais e mercadológicas no processo de desenvolvimento de pesquisas com OGMs é considerada alta na avaliação do pesquisador entrevistado da GAMMA. Já a influência da incerteza tecnológica é considerada média. Estas questões são discutidas a seguir.

Segundo o pesquisador entrevistado, a questão legal atrapalhou o desenvolvimento da pesquisa pela indefinição e pelas dificuldades encontradas com a burocracia nos trâmites para a autorização, o que retardou os resultados das pesquisas. Há a expectativa de que a aprovação da nova Lei de Biossegurança a instituição tenha mais liberdade para trabalhar, especialmente com a soja RR. Com o gene Bt havia grandes dificuldades para se trabalhar à medida que não se tinha uma regra clara. Mas, em 2005 a GAMMA não possuía pedidos na CTNBio, pois se tivesse teriam ficado parados em função da falta de regulamentação da nova Lei de Biossegurança (ocorrida em novembro de 2005).

Outro aspecto levantado está relacionado ao processo de rotulagem. Segundo o pesquisador, a rotulagem interfere um pouco no mercado, já que a mídia tende a ser mais contra que a favor dos produtos transgênicos. Desta forma, a imagem que o consumidor tem de que o transgênico é algo nocivo, acaba interferindo no consumo e, de certa forma, na pesquisa.

A influência da incerteza mercadológica, que é considerada alta ainda, está relacionada ao comportamento futuro do mercado consumidor. Conforme o pesquisador, há dúvidas ainda sobre o comportamento futuro da Europa sobre a aceitação da soja transgênica, por exemplo. Na prática, se a Europa passar a pagar mais pela soja convencional, isso criará um nicho de mercado e, conseqüentemente influirá na produção e até mesmo na geração de tecnologias. Segundo o pesquisador, há uma expectativa de que no futuro o mercado seja composto por 70% de soja transgênica e 30% para o mercado convencional do grão. Embora não indique que a empresa deva abandonar a pesquisa para a soja convencional, o esforço da empresa com variedades transgênicas deverá ser maior.

Segundo o pesquisador, a polêmica que se instaurou em torno da cobrança dos *royalties* também contribui para gerar um clima de incerteza no mercado. Se a empresa detentora da patente do gene RR estabelecer um valor muito alto, o produtor fará as contas e poderá optar por não pagar pela tecnologia. Como no Estado do Mato Grosso a vantagem econômica na utilização da soja transgênica (RR) não é tão pronunciada como na região sul do país, isto interferirá na demanda e, conseqüentemente na pesquisa.

Como o desenvolvimento de uma variedade demora por volta de 10 anos, há a necessidade de se começar a trabalhar já imaginando como será o mercado futuro. E a cobrança de *royalties* pode influenciar. É preciso ter uma estimativa de valores. Se o preço for muito alto pode anular ou inviabilizar a vantagem que a tecnologia poderia proporcionar.

Em relação à influência da incerteza relacionada ao desenvolvimento da tecnologia em si, o pesquisador entrevistado considera como mediana. Para ele, este é um setor que demanda muitos recursos e é difícil para pequenas empresas competirem na descoberta de novas tecnologias ou novos eventos. Para este tipo de empresa, o aporte de recursos ou por parte do governo ou por meio de trabalho associado a universidades, pode amenizar o problema da falta de recursos. Mas, a tendência é que cada empresa acabe achando seu nicho de atuação.

#### **4.5.4 EMPRESA DELTA**

Segundo o pesquisador entrevistado, a principal incerteza de qualquer empresa de P&D é saber se ao final da pesquisa ela obterá no produto, o fenótipo que a interessa. Mas, esta é uma incerteza normal no processo de P&D. As incertezas que mais influenciam o processo de desenvolvimento de pesquisas com OGMs, segundo o entrevistado, se relacionam aos aspectos legais e de mercado.

Especialmente a parte da regulamentação relacionada a produtos como a cana-de-açúcar, a laranja e o eucalipto é muito complicada. São produtos que não possuem

histórico de regulamentação nem no Brasil nem em outras partes do mundo. Desta forma, quando chegar o momento de regulamentar isso pode trazer um problema e inviabilizar o produto. Pelo fato de estar num país “megadiverso”, surge sempre o receio do fluxo gênico e se houver uma regulamentação muito severa neste sentido poderá inviabilizar o produto desenvolvido. Há um grande receio sobre quais forças políticas poderão atuar no congresso e se poderão gerar dificuldades no processo de regulamentação. O fato, por exemplo, de se exigir muitas informações e testes das empresas pode até chegar a ponto de inviabilizar economicamente o produto.

A DELTA tem projetos parados na CTNBio em função da falta de regulamentação da nova Lei de Biossegurança, o que tem sido muito prejudicial no andamento dos projetos de pesquisa da empresa. Segundo o entrevistado, a empresa possuía em outubro plantas prontas para ir para os testes de campo, mas em função da inoperância da CTNBio e o término da época de cultivo, parte destas plantas terão que ir para as estufas. O problema é que o teste feito em estufas não possui a mesma confiabilidade do teste a campo. Segundo ele, na melhor das hipóteses, a empresa perdeu pelo menos 6 meses ou até um ano em função da não aprovação dos testes a campo. No caso da DELTA este problema tem um peso grande, já que ela ainda não possui ainda fonte de receitas. Mesmo a empresa colocando um pouco das plantas em estufas, ela precisará no futuro ir a campo realizar os testes.

A incerteza mercadológica é tida como importante pela DELTA devido ao trabalho com produtos que são consumidos diretamente. O caso da laranja é particularmente sério. Como o Brasil exporta o suco concentrado para a Europa, se ela decidir que não quer mais suco de laranja transgênica, isto pode trazer um enorme problema para o país.

Para a DELTA, a incerteza mercadológica influencia o desenvolvimento de pesquisas à medida que limita as possibilidades de geração de OGMs. Dificilmente, pelo menos nos próximos 10 anos, os consumidores não aceitariam um alimento transgênico que tivesse, por exemplo, um gene humano, de inseto ou de cobra. Mesmo que tecnicamente seja perfeita a sua utilização, a percepção do consumidor seria extremamente negativa. Diferentemente da pesquisa acadêmica pura, a empresa

precisa ter o crivo prévio da percepção pública. Desta forma, a empresa estabelece discussões e busca fazer isto de maneira mais sistemática para avaliar previamente a percepção pública antes do início das pesquisas. De nada adiantaria a empresa realizar grandes investimentos em um determinado projeto para se chegar a um produto que não teria aceitação do mercado.

Já a influência da incerteza tecnológica no desenvolvimento das pesquisas é considerada baixa. Como a empresa trabalha com produtos que poucas empresas trabalham, a probabilidade de que outras empresas cheguem na frente e haja conflitos de patentes é bem menor do que se ela estivesse trabalhando com soja, por exemplo. Segundo o pesquisador, a capacidade de pesquisa de seus concorrentes nas áreas de cana-de-açúcar e laranja é bem menor. Talvez com o eucalipto possa existir uma incerteza um pouco maior. Na verdade esta é uma incerteza típica do mercado e não é de exclusividade da biotecnologia. O que a empresa procura é rapidamente solicitar patente de tudo que ela descobre.

#### **4.5.5 EMBRAPA SOJA**

Conforme entrevista realizada com um pesquisador da Embrapa Soja, de modo geral é alta a influência das incertezas legais, mercadológicas e tecnológicas no desenvolvimento de pesquisas com OGMs no Brasil.

A Embrapa Soja tem desenvolvido, dentre outros produtos, a soja IMI em parceria com a empresa Basf, sendo a parte de engenharia da Basf e o processo de inserção na planta de propriedade da Embrapa. Segundo o pesquisador entrevistado da Embrapa Soja, este produto precisa ir a campo para realização de testes ainda na safra 2005/2006, mas devido a paralisação das atividades da CTNBio este processo ficou comprometido.

No caso da soja IMI não há nenhuma perspectiva de que ela seja aprovada até o final de 2005, o que significa que o produtor terá acesso a esta tecnologia com pelo menos um ano de atraso. Para o pesquisador, este produto é importante por



proporcionar uma maior facilidade no manejo e também por ser uma concorrente da soja RR da Monsanto.

O processo da rotulagem dos produtos GM é encarado pelo pesquisador como algo importante para o consumidor, que precisa saber o que está comendo. A dificuldade surge porque tem que ser provado o que contém no produto e a quantidade existente. Isto logicamente aumenta o custo, podendo até inviabilizar o produto economicamente. De qualquer forma, estas questões têm que ser analisadas caso a caso.

De acordo com o pesquisador entrevistado, a percepção pública influencia no desenvolvimento de pesquisas com OGMs no Brasil. Como exemplo ele cita o caso das estratégias que estão sendo buscadas para resolver o problema da ferrugem da soja. Se fosse usado um gene do sapo em soja, certamente isto geraria grande oposição por parte da percepção pública, mesmo que fosse tecnicamente adequado. O pesquisador acredita que daqui a 20 ou 30 anos talvez a percepção pública mude e comece a aceitar coisas desta natureza. Mas, atualmente, quando um cientista pensa em iniciar uma estratégia para resolver um determinado problema ou agregar valor a um produto, é fundamental que ele se atente para o problema de percepção e até mesmo os relacionados à biossegurança.

Em relação à biossegurança, é importante que se realizem determinados testes de segurança alimentar e ambiental dois anos antes de liberá-lo no ambiente. No caso da soja tolerante a seca busca-se a avaliação destas questões com a mesma antecedência.

Há incertezas também do ponto de vista tecnológico, já que a questão de patentes com OGMs ainda está meio nebulosa. As incertezas tecnológicas são ainda maiores para os casos de desenvolvimento de novos genes. No caso da biossegurança são mais baixas as incertezas. Segundo o entrevistado, esta questão tem sido alvo de diversas disputas entre empresas, com foi o caso da Bayer que pediu patente para o gene 2M (*double mutation*) e a Monsanto reivindicou propriedade da patente. Esta é uma questão importante, pois quando se inicia uma linha de pesquisa deve-se avaliar quais patentes estão envolvidas. Se isto não for observado, pode-se chegar a um

produto para ser comercializado e alguma empresa questionar na justiça a propriedade intelectual deste desenvolvimento.

Para o pesquisador, a discussão atual sobre a questão dos *royalties* mostra que o Brasil precisa desenvolver tecnologia nacional. Num futuro próximo as grandes empresas multinacionais poderão dominar o mercado de soja transgênica se o país não investir em C&T nesta área. Os produtores têm ficado apreensivos em relação ao valor cobrado e isto tem gerado desconfianças por parte deles.

#### **4.5.6 EMBRAPA RECURSOS GENÉTICOS E BIOTECNOLOGIA**

A incerteza que mais influencia no desenvolvimento de pesquisas com OGMs no Brasil, na opinião de um dos pesquisadores da Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, é a questão legal. Para o pesquisador, o nível de influência desta incerteza é muito alta.

Para o pesquisador entrevistado, a Embrapa e a Fiocruz tiveram importante papel nas discussões, que duraram diversos anos, e que acabaram por culminar na Lei de Biossegurança de 1995. Antes desta lei as instituições pesquisavam sem ter que prestar contas para nenhum órgão, apenas se observava as leis que já existiam e que não eram específicas. Esta Lei de Biossegurança parecia proporcionar tranquilidade para as instituições desenvolverem suas pesquisas e para possíveis liberações comerciais dos produtos.

A lei de 1995 funcionou bem durante um período e até foi usada como modelo por vários países da América Latina e alguns outros lugares do mundo. Durante este período foram realizados credenciamentos de instituições e expedidos os CQB's para a realização das pesquisas. Até que em 1998 foi feito o primeiro pedido de liberação comercial e a partir daí sugeriram diversos questionamentos judiciais. Então passou-se a lançar mão de uma série de leis, como a lei dos agrotóxicos, meio ambiente e diversas outras leis. Foram também criadas diversas portarias e instruções normativas pelo IBAMA, pela ANVISA, pelo Ministério de Agricultura e até pela Secretaria de Pesca.

A partir daí o imbróglio jurídico foi tão grande que inviabilizou alguns tipos de pesquisa com OGMs no Brasil. Na Embrapa houve casos de experimentos que ficaram parados por um ano porque não se podia colocar a planta no campo. Em alguns casos não foi possível realizar experimentos nem na casa de vegetação, o que gerou grandes prejuízos para a pesquisa. Segundo o pesquisador, resultados que já poderiam ter sido obtidos há 4 anos atrás, só estão sendo obtidos agora. Tanto resultados bons que poderiam já ter gerado produtos, quanto resultados ruins que poderiam ter contribuído para redirecionar a pesquisa já no ano de 2000 ou 2001. Isto inclusive contribuiu para que investidores deixassem de investir na Embrapa e nas universidades e passassem a investir na Argentina, por exemplo. De forma concreta, alguns projetos que estavam sendo negociados com a Embrapa foram abortados devido a alta imprevisibilidade dos aspectos legais. Projetos de plantas com resistência a vírus também ficaram parados entre 2 a 4 anos por causa da legislação.

Atualmente, apesar do Brasil ter uma nova Lei de Biossegurança desde março de 2005, até novembro do mesmo ano ainda não havia sido regulamentada e a CTNBio, conseqüentemente, ainda não estava composta. Uma outra ameaça é a possibilidade de ainda ser colocada em audiência pública, o que seria extremamente prejudicial.

O fato da CTNBio não estar funcionando está gerando problemas para a Embrapa, que não tem a quem pedir autorização para realizar plantio em dezembro. Se o plantio não for feito em dezembro, janeiro ou fevereiro, perde-se o ano agrícola e o plantio terá que ser adiado para o ano seguinte. Dependendo do produto e suas exigências agroclimáticas, só pode ser feito o plantio em uma determinada época do ano.

A falta de investimento, neste sentido, acaba sendo uma conseqüência deste quadro de incertezas legais. Segundo o pesquisador, existe um estudo realizado na Unicamp que mostra que a partir do ano 2000 houve uma drástica redução dos editais ou dos recursos disponibilizados para a engenharia genética (voltada para a agricultura) pelos órgãos fomentadores de pesquisa no país, como o CNPq, a FINEP e também as fundações de apoio à pesquisa nos Estados.

A influência das incertezas mercadológicas é considerada alta no desenvolvimento de pesquisas com OGMs. Para o entrevistado, ninguém vai gerar variedades transgênicas que não sejam utilizadas comercialmente. Assim, se o consumidor não compra o produto transgênico, o produtor não plantará e o setor de pesquisa não irá produzir algo que o produtor não queira comprar.

Segundo o pesquisador entrevistado, os produtores de culturas orgânicas que hoje não utilizam plantas GM (inclusive a lei proíbe), poderão a longo prazo utilizar e resolver problemas sérios, como o ataque de pragas às culturas. Atualmente o produtor de orgânicos já busca plantas resistentes a pragas, mas que sejam desenvolvidos por meio de estratégias convencionais de melhoramento, o que na verdade se diferencia apenas em relação ao método utilizado e a rapidez.

A percepção pública também impacta no desenvolvimento de pesquisas com OGMs porque limita as possibilidades de transferência de genes. Por exemplo, se é descoberto um gene de um camundongo que tenha uma função importante e poderia ser inserido na soja, o pesquisador provavelmente não o fará. Se houver opção, certamente ele buscará genes de outro mamífero, mesmo que tendo a mesma função. Desta forma, faz muita diferença, para o consumidor, o pesquisador inserir um gene de rato ou um gene de boi ou frango. O fato de ter sido feita uma grande campanha contra os transgênicos e o nível de informação ser baixo no país, acabou por levar uma parte da população a ter receio da tecnologia. Mas, no longo prazo a perspectiva que estas resistências sejam menores.

Em relação à polêmica gerada em relação à cobrança de royalties, o pesquisador afirma que até certo ponto isto influencia. Se uma determinada empresa cobrar um valor muito alto pela semente, o produtor fará as contas e definirá se vale à pena comprar a semente transgênica ou a convencional. No caso do algodão, algumas associações de produtores não querem que exista apenas semente de empresas multinacionais e estão investindo em pesquisas em determinadas instituições e universidades, de modo a ir gerando tecnologias próprias.

Para o pesquisador entrevistado, a influência da incerteza tecnológica no desenvolvimento de pesquisas com OGMs é considerada média. Para ele, saber quais

patentes existem, e quais são possíveis de existir, pode reduzir esta incerteza. Mas, há a possibilidade de um grupo de pesquisa ter uma idéia e outros grupos terem a mesma idéia, o que pode culminar em um problema de patente no futuro. No caso do Brasil, a probabilidade de alguém fazer primeiro é relativamente baixa, principalmente pela escassez de recursos.

Uma forma de contornar estas limitações poderia ser a maior interação entre os grupos de pesquisa no Brasil. A partir de determinadas demandas, poderia ser elaborado um projeto no qual participariam diversas instituições, de acordo com suas *expertises*, equipamentos e demais recursos. Esta forma de trabalho poderia fazer com que as pesquisas andassem mais rapidamente.

O investimento em pesquisa por parte do produtor rural, por meio de associações, poderia contribuir também para um maior dinamismo da pesquisa com determinados produtos. Uma alternativa sugerida pelo pesquisador seria a destinação de um percentual do resultado da venda de produtos de exportação para a pesquisa. O fato é que o poder público não tem como prover recursos para todas as demandas de pesquisa.

#### **4.5.7 IAPAR**

Para o pesquisador entrevistado do IAPAR, o nível de influência das incertezas legais e mercadológica no desenvolvimento de pesquisas com OGMs é alta e a influência das incertezas tecnológicas são consideradas baixas, conforme análise a seguir.

De acordo com o pesquisador a implementação da Lei de Biossegurança de 1995 foi desastrosa e gerou muita burocracia e inviabilizou o trabalho de pesquisa. Um caso concreto ocorreu no processo de liberação para testes a campo de uma planta com característica biocida que estava na casa de vegetação do IAPAR. No processo de preencher a papelada e solicitar as liberações foi gasto tempo de 2 meses de 4 estagiários e mais o tempo de um doutor neste período. Desta forma, o excesso de

burocracia acaba inviabilizando a pesquisa pelo fato da instituição não ter uma estrutura que suporte este tipo de situação. Segundo o entrevistado, esta situação acaba beneficiando as grandes multinacionais que possuem estrutura e recursos para enfrentar tudo isto. Há, no entanto, uma perspectiva que esta situação melhore a partir da regulamentação da nova Lei de Biossegurança, aprovada em março de 2005. Mesmo nos EUA, as universidades enfrentam muita burocracia para liberar os direitos de propriedade intelectual.

No IAPAR existem projetos que não foram continuados e a parte de campo não foi realizada por falta de gente e pelas dificuldades da legislação anterior. Para o entrevistado, ele não coloca plantas a campo enquanto não houver uma melhor definição dos aspectos legais.

Em relação à rotulagem, o pesquisador observa que no início ela é positiva pelo fato do consumidor perceber de forma transparente que, ao consumir um produto transgênico, sua saúde não será prejudicada. Posteriormente a rotulagem de produtos transgênicos perde o sentido, já que todos os alimentos devem ser seguros, sem a necessidade de rotulagem. No cenário internacional, há a possibilidade de países (principalmente europeus) utilizarem a rotulagem para impor barreiras não-tarifárias.

O entrevistado afirmou que a incerteza mercadológica, relacionada à percepção pública dos consumidores, possui uma alta influência no desenvolvimento de pesquisas com OGMs. Para ele, produtos como soja e milho que são mais direcionados ao consumo animal que humano, não há um problema tão grande de percepção pública, quanto para o caso de alimentos ingeridos diretamente, como o café e as frutas. Para estes produtos há uma resistência maior por parte da população, o que exige dos pesquisadores a busca de alternativas. No caso do café, o IAPAR está buscando fazer modificações no porta-enxerto para que ele resista à seca. Com isto objetiva-se amenizar o problema da percepção pública, já que o café em si não será transgênico. O café nutracêutico também pode se tornar viável à medida que ele tem o apelo de melhorar a saúde do consumidor.

O fato de existir uma certa desconfiança dos consumidores trouxe alguns benefícios, como o maior cuidado por parte dos pesquisadores que trabalham com

OGMs e a freada no avanço das multinacionais, possibilitando as instituições terem mais tempo para se aproximar do estado da arte na pesquisa. Segundo o entrevistado, no futuro há a expectativa que a percepção pública em relação aos OGMs melhore muito, o que pode permitir inclusive que os produtos transgênicos tenham um preço mais elevado que o convencional por agregar algum tipo de valor, como o aumento das vitaminas.

De acordo com o entrevistado, a cobrança de *royalties* por parte das empresas que desenvolveram a tecnologia é legítima, mas podem existir excessos se não houver concorrência. Neste sentido, as empresas públicas têm um importante papel a desempenhar, que é regular o mercado.

A incerteza tecnológica é considerada baixa, mas influencia no desenvolvimento das pesquisas. Conforme o pesquisador, antes de iniciar um projeto deve-se ir ao banco de patentes e verificar quais já existem. No caso da pesquisa com café no IAPAR aconteceu um problema desta natureza. Foi realizada uma pesquisa para a obtenção de um gene, que mais tarde foi verificado que já havia sido patenteado.

Para o pesquisador, as instituições públicas têm um importante papel a desempenhar, que é o desenvolvimento de pesquisas com plantas de café, que demora muitos anos e não é muito atraente para as multinacionais, pelas dificuldades inerentes ao tempo de desenvolvimento.

Em relação à possibilidade de uso da tecnologia *terminator*, o pesquisador se mostra favorável por ser uma forma de defesa do próprio público, para que não haja contaminações entre produtos convencionais e transgênicos. Outro aspecto é a possibilidade de proteger a propriedade intelectual.

Segundo o entrevistado, o Brasil poderá ter destaque internacional se souber aproveitar o grande potencial da biodiversidade para gerar bem estar à população. Neste sentido, o pesquisador afirma que é preciso apoiar as instituições públicas para que superem a falta de recursos e de pessoal e possam contribuir neste processo.

#### 4.5.8 CENTRO DE BIOTECNOLOGIA - UFRGS

O pesquisador entrevistado do Centro de Biotecnologia da UFRGS considera que o nível de influência das incertezas legal e mercadológica no desenvolvimento de pesquisas com OGMs é baixa e para o caso da incerteza tecnológica é muito baixa.

Para o pesquisador, a influência da incerteza legal é baixa porque as atividades com transgênicos desenvolvidas pelo Centro de Biotecnologia, que necessitariam da aprovação da CTNBio, foram anteriores à Lei de Biossegurança de 1995. Antes da promulgação desta lei existiam várias atividades com transgênicos de todas as classes e de todos os grupos de organismos. O Centro não sentiu o problema do aspecto legal porque todas as suas atividades eram em nível de contenção, em laboratório fechado ou casas de vegetação.

Atualmente é que há solicitações para que se realize atividade a campo, especialmente com a soja RR. Este tipo de pesquisa é que dependeria e depende da Lei de Biossegurança e da aprovação direta da CTNBio e não só da CIBio, como é o caso das pesquisas em contenção.

A partir do momento que se necessita da aprovação da CTNBio o problema legal vem a tona. Atualmente, em função da falta de regulamentação da nova Lei de Biossegurança, a CTNBio não foi constituída e isto traz problemas, pois os pesquisadores não tem para quem enviar seus pedidos de liberação a campo. Entre 2005 e 2006 é que o Centro de Biotecnologia discutirá esse trancamento dos pedidos.

Para o pesquisador, o fato de parte da população ter resistência aos produtos transgênicos, não influencia o desenvolvimento das pesquisas científicas. Os projetos que procuram desvendar a expressão de genes ou função das proteínas não sofrem, de forma alguma, o problema da incerteza mercadológica. Já em nível comercial há maiores restrições e a necessidade de estabelecer um comparativo entre o transgênico e o não transgênico, suas vantagens e seus riscos.

Para os projetos que envolvem genes de resistência a insetos e resistência a fungos, que o pesquisador entrevistado participa, é mais fácil mostrar suas vantagens



para o público. Dentre as vantagens está a não utilização ou redução do uso de inseticidas ou fungicidas químicos. Como os genes trabalhados já existem no ambiente, não há problema de haver transferência dos genes de um transgênico para plantas nativas ou cultivadas.

Em relação à influência da incerteza tecnológica no desenvolvimento de pesquisas com OGMs, o pesquisador afirma que é a mesma incerteza que existe em todas as áreas da ciência e não é especificidade da biotecnologia. Para o pesquisador, a patente não é para impedir o desenvolvimento das pesquisas, mas um produto que se negocia de acordo com os benefícios que ela pode trazer. É sempre importante que o pesquisador, antes iniciar a pesquisa propriamente dita, faça uma busca bibliográfica e uma busca no banco de patentes para que não ocorram problemas futuros.

#### **4.5.9 PANORAMA GERAL DAS INCERTEZAS PERCEBIDAS PELOS CENTROS DE P&D**

Nesta seção apresenta-se um resumo das influências das incertezas legais, mercadológicas e tecnológicas no desenvolvimento de pesquisas com OGMs pelos centros de P&D pesquisados. Ao final, buscou-se estabelecer alguns comparativos da influência das incertezas para a pesquisa com OGMs entre tipos de centros de P&D.

Conforme se observa no Quadro 21, a incerteza legal foi considerada alta ou muito alta pela maioria dos centros de P&D pesquisados. A exceção ficou por conta da DELTA e do Centro de Biotecnologia da UFRGS, que consideraram a influência média e baixa, respectivamente.

**Quadro 21:** Panorama geral das incertezas legais, mercadológicas e tecnológicas sob a perspectiva das empresas  
(continua ...)

<b>Empresas</b>	<b>Incerteza legal</b>	<b>Incerteza mercadológica</b>	<b>Incerteza tecnológica</b>
<b>ALPHA</b>	<p>Nível de influência: muito alta.</p> <p>Vários projetos da empresa foram cancelados ou adiados em função da morosidade da aprovação e regulamentação da nova lei de biossegurança.</p> <p>Um caso concreto foi o projeto da soja resistente a insetos que foi descontinuado devido a complexidade para obtenção da aprovação em diversos órgãos antes da entrada em vigor da nova lei.</p> <p>A falta de respeito às leis de proteção intelectual desestimula investimentos.</p>	<p>Nível de influência: baixa.</p> <p>Na visão da empresa a resistência da população tende a diminuir à medida que mais pesquisas e novos produtos são desenvolvidos, beneficiando os consumidores.</p> <p>Segundo o entrevistado da empresa, os consumidores podem até preferir e pagar mais caro por produtos transgênicos no futuro, dependendo de suas características.</p> <p>A descapitalização do produtor rural tem dificultado a expansão do mercado de sementes GM.</p>	<p>Nível de influência: muito baixa.</p> <p>Possibilidades de conflitos de patentes entre empresas são consideradas normais e comuns em todas as atividades de inovação.</p> <p>A empresa, por exemplo, possui embates jurídicos com a Down e com a Bayer, mas considera como algo normal para empresas geradoras de inovação e de novas metodologias.</p>
<b>BETA</b>	<p>Nível de influência: alta.</p> <p>A lentidão da aprovação e regulamentação da nova lei de biossegurança é apontada como fonte geradora de incertezas.</p> <p>A falta de reconhecimento da propriedade intelectual é apontada com uma importante fonte de incertezas.</p>	<p>Nível de influência: média.</p> <p>A forma como a mídia aborda a tecnologia dos OGMs é considerada inadequada e geradora de incertezas.</p> <p>Há a expectativa de que os opositoristas percebam os benefícios ao longo do tempo e diminuam suas restrições.</p>	<p>Nível de influência: muito baixa.</p> <p>A incerteza em relação aos futuros desenvolvimentos da tecnologia é considerada como salutar no processo de competição.</p> <p>O desenvolvimento de produtos já pesquisados pode gerar conflitos de patentes.</p>

**Quadro 21:** Panorama geral das incertezas legais, mercadológicas e tecnológicas sob a perspectiva das empresas  
(continuação ...)

Empresas	Incerteza legal	Incerteza mercadológica	Incerteza tecnológica
GAMMA	<p>Nível de influência: alta.</p> <p>A burocracia encontrada com a lei de biossegurança anterior foi apontada como um grande entrave no desenvolvimento de pesquisas com OGMs.</p>	<p>Nível de influência: alta.</p> <p>Para o entrevistado ainda há dúvidas sobre o comportamento futuro da Europa em relação aos produtos transgênicos.</p> <p>A mídia tende a deturpar as informações sobre os produtos transgênicos.</p> <p>A polêmica em torno da cobrança dos <i>royalties</i> colaborou para gerar um clima de incerteza para o produtor rural.</p>	<p>Nível de influência: média.</p> <p>Como há grande demanda por recursos, há uma dificuldade para as empresas pequenas competirem no mercado.</p> <p>Neste caso o trabalho com as universidades é apontado como um fator que reduz as incertezas.</p>
DELTA	<p>Nível de influência: média.</p> <p>Produtos como cana-de-açúcar, laranja e eucalipto não possuem um histórico de regulamentação própria no país e nem fora dele.</p> <p>Regulamentações muito severas em relação ao fluxo gênico podem restringir as pesquisas no país.</p> <p>As plantas que precisavam ir a campo tiveram que esperar a regulamentação da nova lei de biossegurança.</p>	<p>Nível de influência: média.</p> <p>Os produtos que são consumidos diretamente pelas pessoas tendem a sofrer mais restrições por parte da população.</p> <p>A incerteza mercadológica pode influenciar a pesquisa por limitar as possibilidades de geração de OGMs.</p> <p>Para a empresa é importante o crivo da percepção pública.</p>	<p>Nível de influência: baixa.</p> <p>O fato da empresa trabalhar com produtos que poucas outras trabalham, reduz a possibilidade de conflitos de patentes.</p> <p>Para o entrevistado, a capacidade de pesquisa de seus concorrentes nas áreas de cana-de-açúcar e laranja é bem menor que a da DELTA.</p>

**Quadro 21:** Panorama geral das incertezas legais, mercadológicas e tecnológicas sob a perspectiva das empresas  
(continuação ...)

<b>Empresas</b>	<b>Incerteza legal</b>	<b>Incerteza mercadológica</b>	<b>Incerteza tecnológica</b>
Embrapa Soja	<p>Nível de influência: alta.</p> <p>A paralisação das atividades da CTNBio até a regulamentação da nova lei atrasou a ida a campo de plantas, como a soja IMI.</p> <p>Estas incertezas fazem com que a tecnologia chegue ao produtor rural com atrasos.</p>	<p>Nível de influência: alta.</p> <p>Para o entrevistado, os pesquisadores precisam pensar na percepção pública antes de iniciar uma estratégia para resolver um determinado problema.</p>	<p>Nível de influência: alta.</p> <p>O fato da questão das patentes ainda estar nebulosa traz incertezas no mercado.</p> <p>As disputas por propriedade de patentes entre as grandes empresas é vista como exemplo de incertezas tecnológicas.</p>
Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia	<p>Nível de influência: muito alta.</p> <p>Diversos experimentos ficaram parados e não foram para o campo devido a demora na regulamentação da nova lei.</p> <p>Em determinados casos, segundo o entrevistado, os resultados de pesquisa já poderiam ter sido obtidos há 4 anos atrás se não houvessem tantas barreiras legais.</p> <p>Alguns projetos que estavam sendo negociados com a Embrapa foram abortados devido a incerteza em relação aos aspectos legais.</p>	<p>Nível de influência: alta.</p> <p>Para o entrevistado, nenhuma instituição de pesquisa vai gerar variedades transgênicas que não possam ser usadas comercialmente.</p> <p>Se o consumidor não compra produtos transgênicos, o produtor não planta e os pesquisadores não pesquisam.</p> <p>A percepção pública também pode limitar as possibilidades de transferência de genes.</p>	<p>Nível de influência: média.</p> <p>A busca por informações sobre quais patentes existem e quais podem vir a existir contribuem para reduzir as incertezas.</p> <p>Mesmo assim, há sempre a possibilidade de um grupo de pesquisa ter uma idéia que seja similar à de outros grupos de pesquisa em outras partes do mundo.</p> <p>A maior interação entre os grupos de pesquisa também podem reduzir este tipo de incerteza.</p>

**Quadro 21:** Panorama geral das incertezas legais, mercadológicas e tecnológicas sob a perspectiva das empresas  
(continuação ...)

IAPAR	<p>Nível de influência: alta.</p> <p>A implementação da lei de biossegurança de 1995 foi desastrosa e gerou muita burocracia para a liberação.</p> <p>Em um caso específico gastou-se 2 meses com o preenchimento de papéis com pedido de liberação de pesquisa com o OGM.</p> <p>Alguns projetos não foram continuados (não foram a campo) devido à burocracia.</p>	<p>Nível de influência: alta.</p> <p>Para o entrevistado, a influência da incerteza mercadológica é maior para o caso de alimentos que são ingeridos diretamente (como o café) e menor para o caso de produtos direcionados ao consumo animal (ex. soja).</p> <p>No caso da pesquisa com café no IAPAR, optou-se por trabalhar com o porta-enxerto transgênico para amenizar o problema da percepção pública.</p>	<p>Nível de influência: baixa.</p> <p>Este tipo de incerteza é considerado normal e reforça a necessidade de se verificar no banco de patentes quais patentes já existem na área.</p> <p>No IAPAR aconteceu de se iniciar uma pesquisa com um gene que posteriormente foi verificado que já havia patentes registradas na área da pesquisa.</p>
Centro de Biotecnologia - UFRGS	<p>Nível de influência: baixa.</p> <p>Especificamente as atividades do Centro de Biotecnologia não sofreram grande influência desta incerteza porque as atividades, que necessitariam de aprovação, foram anteriores à lei de biossegurança.</p> <p>Depois da lei, as atividades desenvolvidas se concentraram em laboratórios e casas de vegetação.</p>	<p>Nível de influência: baixa.</p> <p>Para o entrevistado, os projetos que procuram desvendar a expressão de genes ou a função das proteínas não sofrem o problema da incerteza mercadológica.</p> <p>No entanto, em nível comercial o problema vem à tona.</p>	<p>Nível de influência: muito baixa.</p> <p>A incerteza tecnológica na pesquisa com OGMs é considerada a mesma para todas as áreas da ciência e, portanto, não é uma especificidade da área de biotecnologia.</p> <p>A pesquisa bibliográfica e no banco de patentes podem contribuir para amenizar esta incerteza.</p>

**Fonte:** Dados da pesquisa

A diferença entre a percepção entre a DELTA e do Centro de Biotecnologia em relação aos demais se deve, em parte, ao fato de serem centros de P&D que trabalham com a prospecção de genes e que, portanto, não sofreram tanto com as dificuldades de conseguir autorização para a realização de testes a campo. No caso do Centro de Biotecnologia da UFRGS, a baixa influência da incerteza legal pode ser explicada pela ausência de pedidos à CTNBio, por um longo período, para a realização de testes a campo. No caso da DELTA, a avaliação não foi tão baixa pelo fato de ela ter feito alguns pedidos à CTNBio de testes a campo e estes pedidos terem demorado em função da inoperância da CTNBio no período entre a aprovação da nova lei de biossegurança e sua regulamentação.

A avaliação dos centros de P&D sobre a incerteza mercadológica é bastante diversa. Os seis centros que consideraram alta ou média a influência da incerteza mercadológica no desenvolvimento de pesquisa tenderam a considerar a resistência da percepção pública como um limitante nas possibilidades de se trabalhar com determinados genes. Para estes centros, não adianta produzir um OGM se, posteriormente, este não for aceito pela população. Há um destaque também para o papel negativo desempenhado por determinados setores da mídia, que contribuíram para gerar mais dúvidas que esclarecer sobre este tipo de produto.

A influência da incerteza tecnológica foi considerada baixa ou muito baixa por 5 dos centros de P&D pesquisados. O argumento principal foi de que este tipo de incerteza é normal em todos os ramos da ciência e, portanto, não é uma especificidade da área de biotecnologia. Os centros de P&D que consideraram a influência média ou alta, destacaram as disputas por propriedade de patentes, principalmente por parte das grandes empresas.

Não se observou diferenças significativas entre os setores público e privado na percepção da influência das incertezas no processo de desenvolvimento de pesquisas com OGMs. A percepção da influência das incertezas somente tende a ser um pouco diferente de acordo com o tipo de pesquisa desenvolvida pelo centro de P&D, se apenas a inserção de genes em cultivares ou a prospecção de novos genes. Enquanto os centros que trabalham exclusivamente com a inserção de genes em cultivares

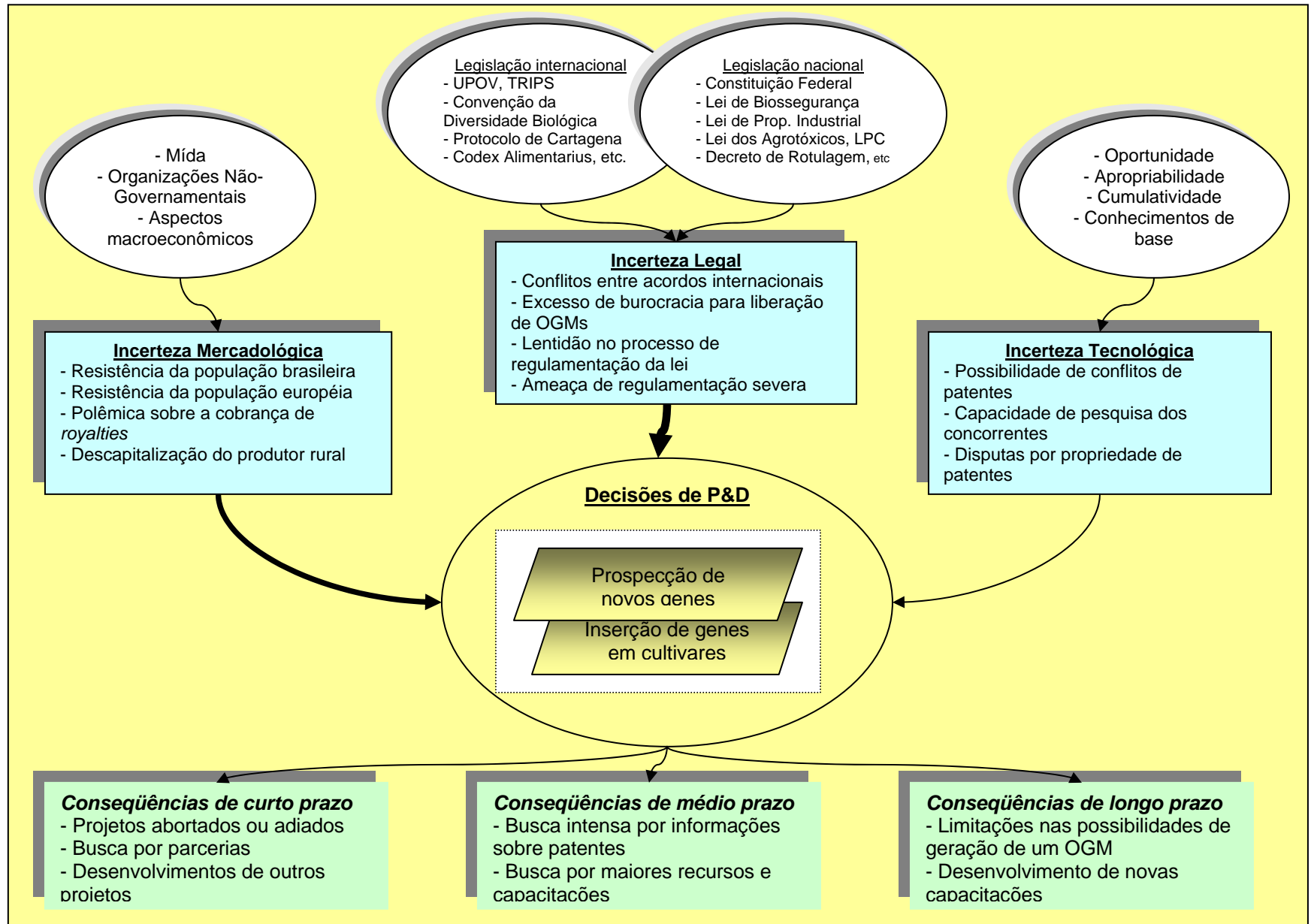
tendem a perceber um pouco mais fortemente a incerteza legal (já que precisam de autorização para a realização de testes a campo), os demais centros têm uma percepção um pouco mais branda desta incerteza. As demais incertezas não apresentaram diferenças significativas entre grupos de centros de P&D.

A seguir apresenta-se um esquema analítico geral da influência das incertezas nas decisões de pesquisa com OGMs.

#### **4.6 ESQUEMA GERAL DA INFLUÊNCIA DAS INCERTEZAS NAS DECISÕES DE P&D COM OGMs**

Nesta seção apresenta-se a um esquema geral com a análise das principais incertezas legais, mercadológicas e tecnológicas que influenciam as decisões de pesquisa com OGMs no Brasil, seja de prospecção de novos genes ou mesmo a inserção de genes em cultivares. É importante destacar que este esquema foi construído de acordo com os dados coletados e que, portanto, mantém uma coerência com o ambiente institucional em vigor no período da coleta de dados.

Na Figura 20, observa-se que a incerteza legal é a que exerce a maior influência sobre o desenvolvimento de pesquisas com OGMs, desta forma a seta que liga a incerteza legal com as decisões de P&D é mais forte que as demais. Influenciada pelas legislações nacional e internacional, a incerteza legal surge dos conflitos entre os acordos internacionais, o excesso de burocracia para a liberação de OGMs, a lentidão no processo de aprovação e regulamentação da nova lei de biossegurança (aspecto resolvido apenas em novembro de 2005) e ameaça de regulamentação mais severa do setor (por exemplo em relação ao fluxo gênico).



**Figura 20:** Esquema geral da influência das incertezas no processo de pesquisa com OGMs

**Fonte:** Dados da pesquisa



A incerteza mercadológica, gerada pelos posicionamentos das ONGs, mídia e também pelos fatores macroeconômicos, é considerada a segunda incerteza mais forte. Esta incerteza é entendida como a resistência de parte da população brasileira aos OGMs, a resistência dos consumidores europeus, a polêmica instaurada sobre cobrança de *royalties* e a descapitalização do produtor rural, que tem dificuldades de adquirir sementes de maior valor agregado. Muitas vezes o produtor rural fica receoso de plantar ou ampliar a área com produtos GM devido à incerteza quanto a comercialização de seus produtos, o que repercute na cadeia de pesquisa com OGMs. Menor aquisição de sementes GM leva a uma menor cobrança de *royalties* e por conseqüência, menor financiamento das pesquisas.

A incerteza tecnológica é considerada a mais branda em comparação com as demais. Isto se deve principalmente ao fato dos pesquisadores entrevistados considerarem, de modo geral, que esta incerteza é normal e comum à atividade de pesquisa nos mais diferentes setores. Assim, a possibilidade de conflitos de patentes, os movimentos de pesquisas dos concorrentes e as disputas pela propriedade de patentes é considerada como normal no processo de desenvolvimento tecnológico. As condições de oportunidade, apropriabilidade, cumulatividade e as características dos conhecimentos de base poderão sempre gerar algum tipo de incerteza, embora em graus diferenciados de acordo com o setor. No caso das pesquisas com OGMs, esta incerteza não foi destacada como forte impactante no processo.

A figura mostra também que as influências das incertezas nas decisões de P&D podem ser diferentes dependendo da natureza da atividade de pesquisa, se prospecção de novos genes ou inserção de transgenes em cultivares. Observou-se, por exemplo, que a inserção de transgenes (sob licenciamento) em cultivares, que necessitavam de testes a campo, foi fortemente afetada pelo excesso de burocracia e lentidão nos processos de aprovação pela CTNBio e outros órgãos. O processo ficou ainda mais crítico no período entre março e novembro de 2005, quando a CTNBio ficou inoperante à espera de regulamentação da lei. Mesmo no período de dezembro de 2005 a fevereiro de 2006, ainda não havia sido retomado o julgamento dos pedidos de testes e de liberação comercial de produtos transgênicos.

Como consequência de curto prazo, alguns projetos de P&D foram abortados, outros adiados e há a necessidade de busca de parcerias para o desenvolvimento de novos projetos. No médio prazo, para se evitar o conflito de patentes e disputas judiciais, há a necessidade de ampliar as informações sobre as patentes e também de obter maiores capacitações e recursos para fazer frente à concorrência. No longo prazo, basicamente a resistência da população tende a impor limites para os agentes de pesquisa, reduzindo suas possibilidades de geração de novos OGMs. Há a necessidade também de aquisição de novas competências no longo prazo para que as empresas possam se beneficiar de posições competitivas sustentáveis.

Desta forma, os aspectos relacionados aos mecanismos de concorrência e seleção de tecnologias (cujo marco teórico principal é a teoria evolucionária), combinado com os aspectos de incerteza (notadamente da teoria institucional), atestam a aderência do aporte teórico utilizado neste estudo para o entendimento da influência das incertezas no desenvolvimento de pesquisas com OGMs.

No próximo capítulo, passa-se à discussão das principais conclusões, suas limitações e algumas sugestões para novos estudos na área.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste capítulo são discutidas as conclusões do estudo e as sugestões de novas pesquisas que possam contribuir para a geração de conhecimento nesta área.

### 5.1 CONCLUSÃO

Conforme análises realizadas ao longo do estudo, observou-se que a tecnologia dos OGMs vem se desenvolvendo rapidamente, gerando novas possibilidades de aplicação e benefícios para os produtores rurais, indústrias e consumidores finais. No entanto, a polêmica instaurada em torno dos riscos e benefícios contribuiu para gerar uma certa insegurança por parte da percepção pública, com conseqüências ao longo de toda a cadeia dos produtos GM, da pesquisa em centros de P&D até o consumo final.

Apesar da polêmica instaurada, a área plantada com OGMs vem crescendo de forma consistente desde 1996, chegando a atingir os 90 milhões de hectares em 2005, com grande participação dos EUA, Argentina, Brasil e Canadá, que lideram o *ranking*. A pesquisa também merece destaque, já que mais de 60 países desenvolvem algum tipo de atividade relacionada aos OGMs. A liderança da América Latina, dentre as regiões em desenvolvimento, demonstra o grande potencial de contribuição dos resultados das pesquisas para a economia de países, como o Brasil.

Mesmo com um importante potencial de desenvolvimento de pesquisas tecnológicas com OGMs, o Brasil sofre a interferência real ou potencial de diversos aspectos legais, mercadológicos e tecnológicos.

No âmbito internacional, a Convenção Internacional para a Proteção de Novas Variedades (UPOV) em sua versão de 1991 impõe restrições ao uso livre de sementes por parte do produtor rural. Por outro lado, o Acordo sobre os Direitos de Propriedade Intelectual Relacionados ao Comércio (TRIPS), estabelece que os países devem ter algum mecanismo de proteção de variedades de plantas, seja por meio de patentes ou de outro sistema. Ainda em nível internacional, a Convenção sobre a Diversidade Biológica (CDB), que cria limites para o direito de propriedade intelectual em prol de maior equidade internacional, e o Protocolo de Cartagena, que estabelece o controle transfronteiriço de OGMs, são um contraponto aos acordos internacionais citados anteriormente e fonte de controvérsias.

No âmbito nacional, a Constituição Federal é a referência mais geral sobre as questões relacionadas ao meio ambiente, C&T e à economia. De forma mais específica, a nova lei de biossegurança, aprovada em março de 2005 e só regulamentada em novembro, é a referência mais concreta e específica no que tange a pesquisa e produção de OGMs no Brasil. Pela versão anterior a esta lei, havia muitas brechas para o aumento da burocracia (principalmente para OGMs com características biocidas) no pedido de liberação de OGMs no país, o que vinha sendo confirmado pelos diversos registros exigidos antes da aprovação da lei de 2005. Da mesma forma que a lei de biossegurança, a lei de proteção à propriedade intelectual e a lei de cultivos são relativamente recentes e buscam proteger inovações em produtos e processos.

De modo geral, percebe-se que há muitas controvérsias jurídicas em âmbito nacional e internacional que tornam instáveis o equilíbrio entre o desenvolvimento tecnológico e econômico e as salvaguardas de biossegurança relacionadas ao meio ambiente e à saúde humana e animal. Esta instabilidade é fonte importante das incertezas que impactam fortemente o desenvolvimento de pesquisas como OGMs.

Os aspectos mercadológicos mais relevantes envolvidos se referem à percepção dos consumidores em relação à tecnologia dos OGMs. Neste sentido, a mídia desempenha um papel importante na formação desta percepção ao divulgar os posicionamentos favoráveis e contrários. De um lado há instituições que vêm se posicionando favoravelmente ao aprofundamento das pesquisas e comercialização de

produtos já testados (como é o caso dos institutos de pesquisa, universidades e entidades científicas) e de outro há diversas ONGs e entidades de defesa do consumidor (como o Greenpeace e o IDEC, por exemplo) que divulgam posicionamentos contrários aos OGMs.

A partir da exposição dos consumidores às informações sobre os OGMs é que a percepção pública vai tomando determinados contornos. Em nível internacional, pesquisas demonstram o percentual de consumidores dos EUA que desaprovam (em algum grau) os OGMs é ainda grande, embora haja um grande percentual de pessoas sem uma posição bem definida sobre o assunto. No caso da Europa, o percentual de consumidores resistentes ao consumo de OGMs é ainda maior, principalmente no caso da França. Em pesquisa realizada na Europa, observou-se que a população confia mais em associações de proteção ambiental que em cientistas, quando o assunto é meio ambiente, o que explica em parte esta resistência aos OGMs.

No caso do Brasil, pesquisas demonstram que há um grande percentual de pessoas que nunca ouviram falar dos transgênicos e também um grande percentual que apresenta alguma resistência aos OGMs. Embora as pesquisas de percepção pública realizadas tanto no Brasil quanto em outros países do mundo, possam ser passíveis de críticas, elas indicam uma tendência importante de percepções.

Apesar da resistência de parte da população, as pesquisas em todo o mundo vão se desenvolvendo para além da fase de OGMs com características agronômicas (como tolerância a herbicidas, resistência a insetos, vírus e fungos). Novas possibilidades vêm surgindo de melhoramento de características nutricionais e industriais e desenvolvimento de plantas GM como veículo para a produção de vacinas, hormônios, anticoagulantes, etc.

De modo geral, pode-se dizer que no Brasil há uma alta oportunidade para o desenvolvimento tecnológico na área de OGMs e alta apropriabilidade, apesar das controvérsias em relação à cobrança de *royalties* pelas empresas. Percebe-se também que as pesquisas dependem de uma boa estrutura de P&D, principalmente no que se refere à prospecção de novos genes e que os conhecimentos podem ser compartilhados com outras áreas do conhecimento.

Das instituições pesquisadas, a DELTA, a Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, o IAPAR e o Centro de Biotecnologia da UFRGS é que trabalham com a prospecção de novos genes no Brasil. A Embrapa Soja também desenvolve alguma atividade de prospecção, mas com parcerias e forte interface com a Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia. Apesar da ALPHA ter a patente do gene RR, suas atividades de prospecção de novos genes ficam sob a responsabilidade da matriz. No Brasil, a ALPHA realiza apenas a inserção dos genes em plantas, assim como a BETA e a GAMMA. A Embrapa Soja também possui grande atuação na inserção de genes patenteados (sob licença) em suas cultivares.

A ALPHA, a BETA, a GAMMA e a Embrapa Soja realizam atividades de melhoramento tanto convencional, quanto baseado na engenharia genética. De acordo com as entrevistas realizadas, há uma tendência de redução das atividades de melhoramento convencional de plantas e aumento das atividades de pesquisa com OGMs nestas instituições.

Percebeu-se que os investimentos em P&D da BETA e da GAMMA dependem basicamente dos royalties recebidos com a venda de sementes, já que não possuem atividade significativas em outras áreas, como a ALPHA, por exemplo. A DELTA tem uma característica bem diferente das demais empresas privadas pelo fato de seus recursos serem originários de investimentos em capital de risco (*venture capital*) com um prazo longo de maturação destes investimentos.

Já as pesquisas realizadas nas unidades da Embrapa, estas dependem basicamente dos recursos alocados aos macroprogramas, cujos editais geram competição entre as unidades. Neste caso, não há garantia de recursos para os grupos de pesquisa das unidades, pois estes dependem da aprovação de seus projetos nos macroprogramas. O IAPAR possui uma dificuldade maior na obtenção de recursos, principalmente do governo do Estado do Paraná, mas busca recursos complementares junto às agências de fomento. No caso do Centro de Biotecnologia da UFRGS, os recursos são provenientes basicamente destas agências.

Observou-se que a incerteza legal foi a que mais vem influenciando no desenvolvimento de pesquisas com OGMs no Brasil. O imbróglio jurídico gerado desde

a aprovação comercial do primeiro OGM no Brasil em 1998 trouxe insegurança para as empresas e diversas dificuldades no processo de aprovação de um OGM para o plantio em escala comercial. O excesso de burocracia, principalmente para aprovar OGMs resistentes a insetos, praticamente inviabilizaram a realização de testes a campo e, conseqüentemente, a conclusão de pesquisas nesta área.

Mesmo com a aprovação da nova lei de biossegurança em março de 2005, houve um longo período que a CTNBio ficou impossibilitada de dar continuidade em suas atividades até sua regulamentação em novembro de 2005. Neste período, 417 processos aguardavam o parecer da CTNBio, que ainda em dezembro não havia sido composta, pela demora na indicação de seus membros.

A influência da incerteza legal foi destacada por todos os entrevistados como sendo crítica (em algum grau) para o desenvolvimento de pesquisas, principalmente pelas instituições que realizam testes a campo de suas cultivares GM. Para instituições como o Centro de Biotecnologia da UFRGS, que trabalha basicamente com a prospecção de genes, esta influência é considerada menor. Desta forma, a ausência de um ambiente legal consolidado e estável, sem ameaças de leis exageradamente severas, leva a um ambiente de incertezas para as instituições de P&D.

As incertezas relacionadas à resistência de parte da população em consumir OGMs influencia o desenvolvimento de pesquisas com OGMs à medida que limita as possibilidades de geração de OGMs com genes de determinadas espécies. Embora tecnicamente não haja problemas de utilização de genes de animais peçonhentos (por exemplo) em alimentos, a população teria resistência em consumir este tipo de produto. Observou-se que as instituições acreditam que a influência desta incerteza tende a baixar à medida que novas pesquisas sejam concluídas. De qualquer forma, esta influência ainda pode ser considerada importante, principalmente para o caso das instituições que pesquisam OGMs utilizados diretamente na alimentação humana.

O crivo da população é considerado importante para que as instituições não corram o risco de obterem OGMs que futuramente não serão utilizados ou consumidos. Da mesma forma, esta influência tende a ser menor para o caso das instituições que

procuram desvendar a expressão de genes ou a função das proteínas e a ser maior para o caso das instituições que geram produtos comerciais.

Os resultados da influência da incerteza legal e da percepção pública sobre o processo de pesquisa com OGMs, obtidos por meio dos estudos de casos, estão coerentes com o que apontou a tabela 2, sobre as razões de cancelamento de projetos de P&D com OGMs na Europa. Conforme a referida tabela, os principais motivos de cancelamento de projetos de P&D com OGMs foi a falta de clareza da situação legal e a baixa aceitação de usuários/consumidores de produtos GM.

A influência da incerteza tecnológica pode ser considerada a mais baixa (dentre as pesquisadas) no processo de desenvolvimento de pesquisas com OGMs. De modo geral, as possibilidades de conflitos de patentes ou de desenvolvimento de produtos similares aos de outros centros de P&D são consideradas normais e típicas do mercado concorrencial. Alguns entrevistados consideraram até salutar esta certa incerteza em relação aos desenvolvimentos tecnológicos, o que leva as instituições tomarem mais cuidado e buscarem informações nos bancos de patentes e na bibliografia sobre as pesquisas na área de OGMs. A busca de parceria e a maior interação entre os grupos de pesquisa é apontado como uma das formas de reduzir os aspectos negativos desta incerteza. As incertezas tecnológicas podem funcionar também como um estímulo ao desenvolvimento de novas pesquisas no sentido de buscar respostas para problemas relevantes para a sociedade. Ou seja, a dúvida científica tende a fomentar a pesquisa.

O fato das instituições serem públicas ou privadas não implicou em diferenças sobre a percepção da influência das incertezas no desenvolvimento das pesquisas com OGMs. O fator mais relevante para diferenciar a percepção das incertezas foi o tipo de atividade de pesquisa desenvolvido pela instituição. As instituições que realizam pesquisas com prospecção de genes tendem a indicar uma menor influência das incertezas no desenvolvimento de pesquisas. Já as instituições que realizam testes a campo e comercializam produtos GM, estas tendem a considerar como sendo mais alta a influência das incertezas legais, mercadológicas e tecnológicas no desenvolvimento de pesquisas com OGMs no Brasil.



De modo geral pode-se dizer que estas incertezas levam as instituições de P&D, em algum grau ou momento, a adiar ou cancelar projetos, buscarem maiores informações sobre patentes, desenvolver parcerias e novas capacitações e estar atentas aos movimentos do ambiente institucional, de forma a alcançarem seus objetivos de desenvolvimento tecnológico e lucro (no caso das instituições privadas).

Percebe-se que os mecanismos evolucionários de busca, seleção e adoção de inovações tecnológicas tendem a selecionar os centros de P&D com melhor estrutura e capazes de melhor entender e reagir às incertezas e oportunidades do ambiente institucional, o que atesta a coerência do uso do arcabouço conceitual das teorias evolucionárias e institucional no presente estudo.

A principal limitação do estudo se refere à ausência de quantificação do nível de influência das incertezas legais, mercadológicas e tecnológicas no desenvolvimento de pesquisas com OGMs no Brasil. Embora tenha sido realizada uma opção pelo estudo qualitativo da influência destas incertezas, observa-se que um estudo suplementar, mais quantitativo, poderia revelar informações importantes.

A opção do estudo pela análise da influência das incertezas no desenvolvimento de pesquisas com OGMs se limitou aos OGMs com alguma aplicação na agricultura, ficando de fora da análise a influência das incertezas sobre a pesquisa com aplicação na área animal e humana. O fato também dos estudos de casos terem ocorrido no momento em que a CTNBio ficou inoperante, por falta de regulamentação da nova lei de biossegurança, pode ter contribuído para um maior destaque para a variável legal no estudo.

A precariedade de estudos amplos e atualizados sobre a percepção pública em relação aos OGMs no Brasil, com base comparativa para o restante do mundo, não possibilitou comparações mais adequadas neste quesito e, portanto, limitou o estudo.

Outros limites estão relacionados às características típicas dos estudos qualitativos que, embora permitam o aprofundamento em determinadas questões, restringem a possibilidade de generalizações.

## 5.2 SUGESTÕES PARA NOVAS PESQUISAS

No processo desenvolvimento do presente estudo deparou-se com diversas questões específicas, que não puderam ser aprofundadas, sob o risco de desvio dos objetivos estabelecidos. Dada sua importância conceitual ou empírica, muitas destas questões poderiam ser aprofundadas em novas pesquisas, dentre as quais, sugere-se:

- a) quantificação do nível de influência das incertezas legais, mercadológicas e tecnológicas no desenvolvimento de pesquisas com OGMs pelas instituições públicas e privadas no Brasil;
- b) estabelecimento de parâmetros para uma comparação internacional de indicadores do nível de influência das incertezas no desenvolvimento de pesquisas com OGMs;
- c) comparação de indicadores de investimentos em P&D com OGMs, retorno financeiro com a cobrança de *royalties* ao longo dos anos e desempenho global das empresas;
- d) aplicação da teoria dos custos de transação no entendimento dos contratos de licenciamento de genes entre empresas detentoras de patentes e empresas que inserem estes genes em seus programas de melhoramento genético.

Observa-se também a necessidade de um melhor entendimento dos impactos do uso de sementes clandestinas por parte de produtores rurais, e a não remuneração dos centros de P&D nos investimentos em pesquisa com OGMs no Brasil.

## REFERÊNCIAS

- ABEL, A.; EBERLY, J. The effect of irreversibility and uncertainty on capital accumulation. *Journal of Monetary Economics*, Boston, v. 44, n. 3, 1999. p. 339-377.
- ABELL, P. The new institutionalism and rational choice theory. In: SCOTT, W. R.; CHRISTENSEN, S. (Eds.). *The institutional construction of organizations: International and longitudinal studies*. Thousand Oaks: Sage Publications, 1995. p. 3-14.
- ALCHIAN, A. A. Uncertainty, Evolution, and Economic Theory. In: EFLEBOWER, R. B.; STOCKING, G. W. (Ed.). *Reading in Industrial Organization and Public Policy*. Homewood, IL, 1958. p. 207-219.
- AMÂNCIO, M. C. *Legislação de biossegurança no Brasil: cenário atual*. 2005. Disponível em: [www.cib.org.br/apresentacao/...](http://www.cib.org.br/apresentacao/...). Acesso em 05 maio 2005.
- AMBER, D. New Zealanders await GMO report. *The Scientist*, Philadelphia, v. 15, n. 11, p. 13, May. 28 2001.
- AMERICAN CORN GROWERS ASSOCIATION. *Corn producers survey: GMOs and Markets*. Washington: ACGA, 2001.
- ANDERSON, P.; TUSHMAN, M. A. Technological discontinuities and dominant designs: a cyclical model of technology change. *Administrative Science Quarterly*, Ithaca, v. 1, n. 35, p. 604-633, 1990.
- ANTLE, J. M. Fixando limites: o papel do governo na pesquisa agrícola. *Cadernos de Ciência e Tecnologia*, Brasília, v. 17, n. 3, p. 333-362, 1997.
- ARAGÃO, F. J. L. Melhoramento de plantas: o panorama nacional. *Ciência Hoje*, Rio de Janeiro, vol. 34, n. 203, p. 37-42, abr. 2004.

ARAGÃO, F. J. L. **Organismos transgênicos**: explicando e discutindo a tecnologia. Barueri: Manoele, 2003.

ARB NOR, I.; BJERKE, B. **Methodology for creating business knowledge**. 2nd. ed. Thousand Oaks: Sage Publications, 1996.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PRODUTORES DE SEMENTES E MUDAS. **Estatísticas**. 2005. Disponível em: [www.abrasem.com.br/estatísticas/index.asp](http://www.abrasem.com.br/estatísticas/index.asp). Acesso em: 20 jun. 2005.

ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE BIOSSEGURANÇA. **Carta aberta aos excelentíssimos senadores da república**. 2004. Disponível em: [www.anbio.org.br/noticias](http://www.anbio.org.br/noticias). Acesso em: 22 mar. 2004.

BAKER, E.; CLARKE, L.; WEYANT, J. Optimal technology R&D in the face of climate uncertainty. **Working Paper**, Massachusetts, v.4, n. 23, p. 123-132, jan. 2004.

BARNARD, C. **The functions of the executive**. Cambridge: Harvard University Press, 1938.

BARNETT, J. M. Cultivating the genetic commons: imperfect patent protection and the network model of innovation. **The San Diego Law Review**, San Diego, v. 37, n. 4, p. 987-1056, fall 2000.

BECKER, H. S. **Método de Pesquisa em Ciências Sociais**. São Paulo: Hucitec, 1993.

BELLALAH, M. Irreversibility, sunk costs and investment under incomplete information. **R&D Management**, Manchester, vol. 31, n. 2, p. 115-124, 2001.

BOGDAN, R. C.; BILKLEN, S. K. **Qualitative research for education**: an introduction for to theory and methods. Boston: Allyn and Bacon, 1982.

BÖHM, H.; FUNKE, M. **The uncertainty-investment relationship**. Hamburg University, Department of Economics, 1999. (Quantitative Macroeconomics Working Papers, 3/99).

BOYD, B. K. Executive scanning and perceived uncertainty: a multidimensional model. *Journal of Management*, Tucson, v. 17, v.5, p. 94-115, Spring, 1996.

BRASIL transgênico. *O Globo*, Rio de Janeiro, p.14, 24 abr. 2005.

BRASIL. *Constituição da República Federativa do Brasil*. Brasília: Senado Federal, 1988.

BRASIL. *Lei nº 11.105, de 24 de março de 2005*: Lei de biossegurança. Brasília: Senado Federal, 2005.

BRASIL. *Lei nº 7.802, de 11 de julho de 1989*: Lei de agrotóxicos. Brasília: Subchefia de Assuntos Jurídicos, 1989.

BRASIL. *Lei nº 8.078, de 11 de setembro de 1990*: Código de Defesa do Consumidor. Brasília: Ministério da Justiça, 1990.

BRASIL. *Lei nº 9.279, de 14 de maio de 1996*: Lei da propriedade industrial. Brasília: Senado Federal, 1996.

BRASIL. *Lei nº 9.456, de 25 de abril de 1997*: Lei de proteção de cultivares. Brasília: Senado Federal, 1997.

BRASIL. Ministério da Ciência e Tecnologia. *Transgênicos*. Brasília: CTNBio/MCT, 1999.

BROMLEY, D. *Economic interests and institutions*: the conceptual foundations of public policy. New York, Great Britain: Basil Blackwell, 1989.

BSTIELER, L.; GROSS, C. W. Measuring the effect of environmental uncertainty on process activities, project team characteristics, and new product success. *The Journal of Business and Industrial Marketing*, Atlanta, v. 18, n. 2, p. 146-161, 2003.

CAMARGO, A. Brasil no ranking mundial de incubadoras. *UnB Revista*, Brasília, vol. 2, n. 5, jan./fev./mar. 2002.

CAMPANÁRIO, M. A. **Tecnologia, Inovação e Sociedade**. Colômbia: Organización de Estados Iberoamericanos para la Educación, la Ciencia y la Cultura (OEI), 2002.

CAMPBELL, S.; TOWNSEND, E. **How to make a minority look like a majority**. Disponível em: [www.monsanto.co.uk/nwes/ukshowlib.phtml?uid=8919](http://www.monsanto.co.uk/nwes/ukshowlib.phtml?uid=8919). Acesso em 31 jul. 2005.

CANUTO, O. Mudança técnica e concorrência: um arcabouço evolucionista. **Texto para Discussão**: Instituto de Economia/Unicamp, Campinas, n.6, p.56-69, 1992.

CASTRO, A. M. G. *et al.* Estratégia de P&D para o melhoramento genético em uma época de turbulência. In: SIMPÓSIO DE GESTÃO DA INOVAÇÃO TECNOLÓGICA, 22. 2002, Salvador. **Anais ...** São Paulo: RGT/USP, 2002. p. 345-356.

CASTRO, A. W. V. **Análise comparativa dos modelos de geração, difusão e transferência de tecnologia dos institutos públicos de pesquisa e institutos de pesquisa mistos, no agronegócio florestal da região Sul**. 2005. Tese (Doutorado em Administração) – Escola de Administração, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2005.

CASTRO, C. C. A economia dos custos de transação: uma abordagem estratégica nas relações entre as empresas. In: CASTRO, C. C.; STADLER, H. **Estratégias Competitivas**: estudos e casos. Curitiba: Juruá, 2004. p. 91-108.

CASTRO, C. C., MARTINELLI JUNIOR, O.; PADULA, A. D. Os organismos geneticamente modificados e a dinâmica institucional, organizacional e tecnológica no Brasil. **Revista de Práticas Administrativas**, Maringá, v.1, n. 1, p.77-84, 2004.

CASTRO, C. C.; MARTINELLI JÚNIOR, O.; DIAS, M. C. A estrutura e a dinâmica tecnológica para os Organismos Geneticamente Modificados. In: ENCONTRO DA ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS PROGRAMAS DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ADMINISTRAÇÃO, 28., 2004, Curitiba. **Anais ....** Curitiba: ANPAD, 2004. p.1-16.

CASTRO, C. C.; PEDROZO, E. A.; DIAS, M. C. Do racional e estático ao complexo e dinâmico: uma visão da evolução do pensamento em negócios. In: ASAMBLEA ANUAL CLADEA, 38., 2003, Lima. **Papers**. Lima: CLADEA, 2003. p. 1-20.

CENTRO DE INFORMAÇÕES SOBRE BIOTECNOLOGIA. [**Site**]. 2005. Disponível em: [www.cib.org.br/em\\_dia.php?id=19](http://www.cib.org.br/em_dia.php?id=19). Acesso em 30 out. 2005.

CHARLES, D. **Role of government in funding research and development**. a case study with special reference to rural research and development. Sidney: The Allen Consulting Group, 1994.

CHIEN, C. F. A portfolio-evaluation framework for selecting R&D projects. **R&D Management**, Manchester, vol. 32, n.4, p. 359-370, 2002.

CHORN, L. G. Managing corporate knowledge to create strategic opportunities. In: TEICH, A. H. *et al.* (Ed.). **Sicence and Technology Policy Yearbook 2000**. Washington, DC: AAAS, 2000. p. 158-171.

CLARK, N. **The Political Economy of Science & Technology**. Oxford: Blackwell, 1985.

COASE, R. H. The nature of the firm (1937). In: WILLIAMSON, O.; WINTER, S. G. **The nature of the firm**: origins, evolution and development. New York: Oxford University Press, 1993. p. 18-33.

COCCIA, M. New models for measuring the R&D performance and identifying the productivity of public research institutes. **R&D Management**, Manchester, vol. 34, n. 3, p. 267-279, 2004.

COMISIÓN DEL CODEX ALIMENTARIUS. **Manual de procedimiento**. Roma: FAO/OMS, 2001.

COMISIÓN DEL CODEX ALIMENTARIUS. **Sistemas de inspección y certificación de importaciones y exportaciones de alimentos**: recopilación de textos. Roma: FAO/OMS, 2000.

COMISIÓN DEL CODEX ALIMENTARIUS. In: **Reunión del Comité del Codex sobre Etiquetado de Alimentos**, 33., 2005, Kota Kinabalu, Malasia. Kota Kinabalu, 2005.

COMISSÃO TÉCNICA NACIONAL DE BIOSSEGURANÇA. **Liberações planejadas de OGMs**, 2003. Disponível em: [www.ctnbio.gov.br/Sistema/LIBERACOESogmresp.asp](http://www.ctnbio.gov.br/Sistema/LIBERACOESogmresp.asp). Acesso em: 03 fev. 2003.

COMISSÃO TÉCNICA NACIONAL DE BIOSSEGURANÇA. **Relatório de atividades da Comissão Técnica de Biossegurança – CTNBio: ano de 2004**. Brasília: CTNBio, 2005.

COMMISSION OF THE CODEX ALIMENTARIUS. **Membership of the Commission**. Roma: FAO/WTO, [2005]. Disponível em: <http://www.codexalimentarius.net/web/...> Acesso em 09 jul. 2005.

CONSELHO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO CIENTÍFICO E TECNOLÓGICO. **Diretório dos Grupos de Pesquisa**. [2005]. Disponível em: [www.cnpq.br/](http://www.cnpq.br/) . Acesso em: 17 jun. 2005.

COUTINHO, L. A relevância e a urgência do incentivo à inovação. **Valor Econômico**, São Paulo, p.8, 08 abr. 2005.

CUTLER, W. G. Acquiring technology from outside. **Research Technology Management**, New York, v. 2, n.4, p. 11-18, May/June 1991.

DAL POZ, M. E.; SILVEIRA, J. M. F. J.; FONSECA, M. G. D. Direitos de propriedade intelectual em biotecnologia: um processo em construção. In: SILVEIRA, J. M. F. J.; DAL POZ, M. E.; ASSAD, A. L. D. **Biotecnologia e recursos genéticos: desafios e oportunidades para o Brasil**. Campinas: Instituto de Economia/ Finep, 2004. p. 345-387.

DALPE, R. Commercialization of research in plant biotechnology by American Universities. In: INTERNATIONAL ASSOCIATION FOR MANAGEMENT OF TECHNOLOGY, 13., 2004, Washington. **Proceedings...** Washington:IAMOT, 2004.



DARKU, A. B. Private investment, uncertainty and irreversibility in Uganda. ***African Finance Journal***, Bellville, vol. 3, n. 1, p. 1-25, 2000.

DAVIS, L. E.; NORTH, D. ***Institutional change and american economic growth***. Cambridge: Cambridge University Press, 1971.

DEQUECH, D. Bounded rationality, institutions and uncertainty. ***Texto para Discussão***: IE/Unicamp, n. 100, p. 1-23, jun. 2001.

DEQUECH, D. Fundamental uncertainty and ambiguity. ***Texto para Discussão***: IE/Unicamp, n. 93, p. 1-28, mar. 2000.

DEQUECH, D. Uncertainty, conventions and short-term expectations. ***Texto para Discussão***: IE/Unicamp, n. 78, p. 1-21, jul. 1999.

DIREITO à informação. ***Revista Consultor Jurídico***, São Paulo, p. 8-12, jun. 2003.

DOSI, G. ***Technical change and industrial transformation***: the theory and an applications to the semiconductor industry. London: Macmillan, 1984.

DOSI, G. Technological paradigms and technological trajectories: a suggested interpretation of the determinants and directions of technical change. ***Research Policy***, Brighton, v. 11, n.8, p. 147-162, 1982.

DOSI, G. The nature of innovative process. In: DOSI, G. *et al.* ***Technical change and economic theory***. New York: N. Y. Printer, 1988. p. 123-131.

DOUGLAS, D. Grounded theory and the “and” in entrepreneurship research. ***Electronic Journal of Business Research Methods***, Kidmore End, vol. 2, n. 2, p. 59-68, 2004.

DOUGLAS, M. Converging on autonomy: anthropology and institutional economics. In: WILLIAMSON, O. E. ***Organization theory***: from Chester Barnard to the present and beyond. New York: Oxford University Press, 1995. p.98-115.

DUNCAN, R. B. Characteristics of organizational environments and perceived environments uncertainty. *Administrative Science Quarterly*, Ithaca, vol. 17, n.4, p. 313-327, 1972.

EATON, D. et al. Economic and policy aspects of “terminator” technology. *Biotechnology and Development Monitor*, Amsterdam, n. 49, p. 19-22, March 2002.

EISENHARDT, K. Building theories from case study research. *The Academy of Management Review*, Briarcliff Manor, vol. 14, n. 4, p. 532-550, oct. 1989.

ELIAS, A. A.; CAVANA, R. Y.; JACKSON, L. S. Stakeholder analysis for R&D project management. *R&D Management*, Manchester, vol. 32, n. 4, p. 301-310, 2002.

EMBRAPA estuda soja tolerante à seca. *Zero Hora*, Porto Alegre, p. 12 maior, 2005.

EMBRAPA RECURSOS GENÉTICOS E BIOTECNOLOGIA. [Site]. [2005]. Disponível em: [www.cenargen.embrapa.br/](http://www.cenargen.embrapa.br/). Acesso em: 02 nov. 2005.

EMBRAPA SOJA. [Site]. [2005]. Disponível em: [www.cnpso.embrapa.br](http://www.cnpso.embrapa.br). Acesso em: 20 jul. 2005a.

EMBRAPA SOJA. *Embrapa Soja 30 anos*: Gerando tecnologia e cultivando parcerias. Londrina: Embrapa Soja, 2005b.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. *A Embrapa*. [2005]. Disponível em: [www21.sede.embrapa.br/a\\_embrapa/index\\_html/mostra\\_documento](http://www21.sede.embrapa.br/a_embrapa/index_html/mostra_documento). Acesso em 20 ago. 2005.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. *Estatuto*. Brasília: Embrapa, 1997.

ENVIRONICS INTERNATIONAL. *Food Issues Monitor 2000*. Toronto, Canada, 2000.

ENVIRONICS INTERNATIONAL. *Food Issues Monitor 2001*. Toronto, Canada, 2001.

ESBER, E. Entrevista com Richard Greubel – “a resistência é um mito”. **Revista Amanhã**, Porto Alegre, p.12-14, out. 2004.

ETC GROUP. Syngenta: ¿Gigante Genómico? **Communiqué**, Ottawa, v.2, n.3, enero/feb. 2005.

EUROPEAN COMMISSION. Europeans, science and technology. **Eurobarometer**, Brussel, n. 224, p.34-58 , June 2005b.

EUROPEAN COMMISSION. Europeans, science and technology. **Eurobarometer**, Brussel, n. 38.1, p.12-38 , June 1992.

EUROPEAN COMMISSION. The attitudes of european citizens towards environment. **Eurobarometer**, Brussel, n. 217, p. 58-70, April 2005a.

FARINA, E. M. M. Q. Organização industrial no agribusiness. In: ZYLBERSZTAJN, D.; NEVES, M. F. (Org.). **Economia e gestão de negócios agroalimentares**. São Paulo: Pioneira, 2000. p. 39-60.

FARINA, M. M. E. Q.; AZEVEDO, P. F.; SAES, M. S. M. **Competitividade: mercado, estado e organizações**. São Paulo: Singular, 1997.

FERNANDEZ, E.; LOPEZ, F.; NAVARRO, J. Decision support tools for R and D project selection in public organizations. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON MANAGEMENT OF TECHNOLOGY, 13., 2004, Washington. **Proceedings ...** Washington, 2004. p. 345-360.

FIFTY Facts about the German Economy From economics to training: facts and figures about trade, companies, management, the stock market, and small and medium-sized enterprises in Germany. **Deutschland Magazin**, Berlin, n. 6, p.8-14, 2004. Disponível em: [http://www.magazin-deutschland.de/issue/Fakten\\_6-04\\_ENG\\_E1.php?lang=eng](http://www.magazin-deutschland.de/issue/Fakten_6-04_ENG_E1.php?lang=eng). Acesso em: 27 jun. 2005.

FLEMING, L. Recombinant uncertainty in technological search. **Management Science**, Evanston, v. 47, n. 1, p. 117-132, jan. 2001.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION. **Status of research and application of crop biotechnologies in developing countries: preliminary assessment.** Rome, 2005.

FOX, C. R.; TVERSKY, A. Abelfief-based account of decision under uncertainty. **Management Science**, Evanston, v. 44, n. 7, p. 879-895, July 1998.

FRACASSO, E. M.; BALBINOT, Z. A propriedade intelectual na interação universidade-empresa: o caso da UFRGS. In: SIMPÓSIO DE GESTÃO DA INOVAÇÃO TECNOLÓGICA, 19., 1996, São Paulo. **Gestão da inovação tecnológica: anais.** São Paulo: USP/PACTo, 1996. p. 639-651.

FRANSMAN, M. Technological capability in the third world: an overview and introduction to some of the issues raised in this book. In: FRANSMAN, M.; KING, K. **Technological capability in the third world.** London: Macmillan Press, 1984. p. 214-242.

FREEMAN, C. **La teoría económica de la innovación industrial.** Madri: Penguin Alianza, 1975.

FREEMAN, C. **The economics of industrial innovation.** London: Frances Printer, 1982.

FUNDAÇÃO BIOMINAS. **Diagnóstico da Indústria de Biotecnologia em Minas Gerais.** Belo Horizonte, 2005.

FUNDAÇÃO BIOMINAS. **Parque Nacional de Empresas de Biotecnologia.** Belo Horizonte, 2001.

FUNDAÇÃO GETÚLIO VARGAS. **FGV anuncia 1º Censo Brasileiro de Private Equity e Venture Capital.** 2005. Disponível em: [www.capitalderisco.gov.br/...](http://www.capitalderisco.gov.br/) Acesso em: 08 nov. 2005.

GARCIA, M. T. D.; PROCHNIK, V. The colletive effort of evaluation of management practices by brazilian public research institutes. In: INTERNATIONAL CONFERENCE

ON MANAGEMENT OF TECHNOLOGY, 13., 2004, Washington. **Proceedings ...** Washington, 2004.

GARCIA, S. B. F. Reflexos da globalização sobre a lei de proteção de cultivares no Brasil. **Juris Doctor**, São Paulo, v.1, n.1, p.4-6, out./nov./dez., 2002.

GARRAFA, V. Ciência, poder e ética. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL SOBRE BIODIVERSIDADE E TRANSGÊNICOS, 1., 1999, Brasília. **Anais ...** Brasília: Senado Federal, 1999. p. 6-15.

GASKELL, G. *et al.* Biotechnology and the European public. **Nature Biotechnology**, New York, v. 18, p.16-25, Sep. 2000.

GEELS, F. W. From sectoral systems of innovation to socio-technical systems: insights about dynamics and change from sociology and institutional theory. **Research Policy**, v.3, n.4, p. 1-24, jan. 2004.

GERLOFF, E. A. Three components perceived environmental uncertainty: an exploratory analysis of the effects of aggregation. **Journal of Management**, Tucson, v.8, n.4, Dec. 1991.

GLASER, B.; STRAUSS, A. **The discovery of grounded theory**: strategies of qualitative research. London: Wiedenfeld and Nicholson, 1967.

GODOY, A. S. Introdução à pesquisa qualitativa e suas possibilidades. **Revista de Administração de Empresas**, São Paulo, v.35, n.2, p.57-63, mar./abr. 1995.

GREAT BRITAIN. Department for Environment, Food and Rural Affairs. **The GM public debate**: lessons learned from the process. London: Defra, March 2004.

GREENPEACE. **Guia do Consumidor**: lista de produtos com ou sem transgênicos. São Paulo, 10 maio 2002.

GRILICHES, Z.; MAIRESSE, J. Productivity and R&D at the firm level. In: GRILICHES, Z. **R&D, patents and productivity**. Chicago: The University of Chicago Press, 1984. p. 138-149.

GUERRANTE, R. D. S. **Transgênicos: uma visão estratégica**. Rio de Janeiro: Interciência, 2003.

HADFIELD, L. The debate over genetically modified organisms: scientific uncertainty and public controversy. **The Journal of Future Studies, Strategic Thinking and Policy**, Midland, v.2, n.3, p. 257-268, jun. 2000.

HAHN, F. **Equilibrium and macroeconomics**. Oxford: Basil Blackwell Publisher, 1984.

HALLMAN, W. K. *et al.* **Americans and GM food: knowledge, opinion and interest in 2004**. New Brunswick, New Jersey: Food Policy Institute, Cook College Rutgers, The University of New Jersey, 2004. Publication number RR-1104-007.

HART, O. An economist's perspective on the theory of the firm. In: WILLIANSON, O. E. **Organization theory: from Chester Barnard to the present and beyond**. Oxford: Oxford University Press, 1995. p. 154-171.

HEERTJE, A. **Economic and technical change**. London: Weidenfeld & Nicholson, 1977.

HOBAN, T. J. Public attitudes towards agricultural biotechnology. Roma: Agricultural and Development Economics Division, Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2004. (ESA Working paper, 04-09).

HOUSE, L. *et al.* Objective and subjective knowledge: impacts on consumer demand for genetically modified foods in the United States and the European Union. **AgBio Fórum**, New York, v.3, n.7, p.113-123, 2004.

INSTITUTO AGRONÔMICO DO PARANÁ. [Site]. [2005]. Disponível em: [www.iapar.br](http://www.iapar.br). Acesso em: 19 ago 2005.

INSTITUTO BRASILEIRO DE DEFESA DO CONSUMIDOR. **Alimentos transgênicos: não engula essa.** São Paulo: IDEC, 2002. Folheto de campanha.

INSTITUTO BRASILEIRO DE OPINIÃO PÚBLICA E ESTATÍSTICA. **Pesquisa de opinião pública sobre transgênicos.** Brasília, jul. 2001.

INSTITUTO BRASILEIRO DE OPINIÃO PÚBLICA E ESTATÍSTICA.. **Pesquisa de opinião pública sobre transgênicos.** Brasília, dez. 2002.

INTERNATIONAL UNION FOR THE PROTECTION OF NEW VARIETIES OF PLANTS. **Press Release**, Geneve, n.65, p.1-14, Geneva, june 29, 2005a.

INTERNATIONAL UNION FOR THE PROTECTION OF NEW VARIETIES OF PLANTS. **UPOV Convetion**. 2005b. Disponível em: [www.upov.int](http://www.upov.int). Acesso em: 08 jul. 2005b.

JAMES, C. Executive summary of global status of commercialized biotech/GM crops: 2005. **ISAAA Briefs**, Ithaca, NY, n.34, p.1-13, 2005.

JAMES, C. Preview: Global status of commercialized transgenic crops: 2002. **ISAAA Briefs**, Ithaca, NY, n.27, p. 1-24, 2002.

JAMES, C. Preview: Global status of commercialized transgenic crops: 2004. **ISAAA Briefs**. Ithaca, NY, n.32, p. 11, 2004.

JOU, J. B.; LEE, T. R&D investment decision and optimal subsidy. **R&D Management**, Manchester, v.31, n.2, p. 137-148, 2001.

KAHNEMAN, D.; TVERSKY. Prospect theory: an analysis of decision under risk. **Econometrica**, Evanston, v.4, n.2, p.263-291, 1979.

KALDOR, N. The irrelevance of Equilibrium Economics. **Economic Journal**, London, v.82, Dec. 1972.

KERR. W. A. Genetically modified organisms, consumer scepticism and trade law: implications for the organization of international supply chains. **Supply Chain Management**, Bradford, v.4, n.2, p.67, 1999.

KEYNES, J.M. *The general theory of employment, interest and money*. London: MacMillan, 1973.

KNIGHT, F. H. *Risco, Incerteza e Lucro*. Rio de Janeiro: Expressão e Cultura, 1972.

KNIGHT, J.; NORTH, D. C. Explaining economic change: the interplay between cognition and institutions. *Legal Theory*, Yale, v.3, n.8, p. 211-226, 1997.

KNUDSEN, C. The competence view of the firm: what can modern economists learn from Philip Selznick's sociological theory of leadership? In: SCOTT, W. R; CHRISTENSEN, S. (Ed.). *The institutional construction of organizations: International and longitudinal studies*. Thousand Oaks: Sage Publications, 1995. p.135-163.

KREISER, P.; MARINO, L. Analysing the historical development of the environmental uncertainty construct. *Management Decision*, Bradford, v. 40, n. 9, p. 895-905, 2002.

KUIPER, H. A. *et al.* Assessment of the food safety issues related to genetically modified foods. *The plant Journal*, Gainesville, v.27, n.6, p. 503-528, 2001.

LAJOLO, F. M. Alimentos transgênicos: riscos e benefícios. *Ciência Hoje*, Rio de Janeiro, v.34, n.203, p.34-41, abr. 2004.

LAJOLO, F. M.; NUTTI, M. R. *Transgênicos: bases científicas da sua segurança*. São Paulo: SBN, 2003.

LALL, S. *Developing countries as exporters of technology: a first look at the Indian experience*. London: Macmillan, 1982.

LALL, S. Technological capabilities and industrialization. *World Development*, Montreal, v.20, n.2, p.223-241, 1992.

LAPEÑA, I. Da rotulagem de produtos transgênicos. In: VARELA, M. D.; BARROS-PLATIAU, A. F. (Org.) *Organismos geneticamente modificados*. Belo Horizonte: Del Rey, 2005. p. 157-172.



- LAW, M. *et al.* Guidelines for critical review form – qualitative studies. **Qualitative Review Guidelines**, Fort Lauderdale, v.6, n.8, p.130-143, 1998.
- LEE, D. P.; DIBNER, M. D. The rise of venture capital and biotechnology in the US and Europe. **Nature Biotechnology**, New York, v.23, n.6, p. 64-71, June 2005.
- LEE, J. *et al.* Planning for dominance: a strategic perspective on the emergence of a dominant design. **R&D Management**, Manchester, v.25, n.1, p. 3-15, 1995.
- LEITE, M. **Os alimentos transgênicos**. São Paulo: Publifolha, 2000.
- LEONHARDT, R. D.; CAMPOLI, J. B. P. Acordos entre países e a biossegurança. **Gazeta Mercantil**, São Paulo, p. 12, 19 abr. 2004.
- LEVIDOW, L. Biotechnology regulation as symbolic normalization. **Technology Analysis & Strategic Management**, Abington, v.6, n.3, p.273-289, 1994.
- LHEUREUX, K. *et al.* **Review of GMOs under research and development and in the pipeline in Europe**, Brussel: European Commission, March, 2003.
- LINTON, J. D. *et al.* Analysis, ranking and selection of R&D projects in a portfolio. **R&D Management**, Manchester, v.32, n.2, p. 139-148, 2002.
- LIPOVETSKY, S. *et al.* The relative importance of project success dimensions. **R&D Management**, Manchester, v.27, n.2, p. 97-106, 1997.
- MACHADO, P. A. L. Transgênicos, o controle legal. **Ciência Hoje**, Rio de Janeiro, v.34, n.203, p.36-42, abr. 2004.
- MACKENZIE, R. O protocolo de Cartagena depois da primeira reunião das partes. In: VARELA, M. D.; BARROS-PLATIAU, A. F. **Organismos geneticamente modificados**. Belo Horizonte: Del Rey, 2005. p.137-156.
- MAGALHÃES, V. G. O princípio da precaução e os organismos transgênicos. In: VARELA, M. D.; BARROS-PLATIAU, A. F. **Organismos geneticamente modificados**. Belo Horizonte: Del Rey, 2005. p.61-86.

MALERBA, F.; ORSENIGO, L. Technological regimes and firm behaviour. In: DOSI, G.; MALERBA, F. **Organization and strategy in the evolution of the enterprise**. London: McMillan Press, 1996. p. 312-341.

MALHOTRA, N. K. **Pesquisa de Marketing**: uma orientação aplicada. 3. ed. Porto Alegre: Bookman, 2001.

MALJEAN-DUBOIS, S. As relações entre o direito internacional ambiental e o direito da OMC, à luz do exemplo da regulamentação do comércio internacional dos organismos geneticamente modificados. In: VARELA, M. D.; BARROS-PLATIAU, A. F. **Organismos geneticamente modificados**. Belo Horizonte: Del Rey, 2005. p. 173-210.

MALTHUS, T. R. Ensaio sobre a população. In: \_\_\_\_\_. **Princípios de economia política e considerações sobre a sua aplicação prática; e Ensaio sobre a população**. São Paulo: Nova Cultural, 1996. p.5-378. (Os Economistas).

MARSHALL, A. **Principles of economics**. 8th ed. New York: Macmillan, 1948.

MARX, K. O processo de circulação do capital. In: : \_\_\_\_\_. **O capital**: crítica da economia política. São Paulo: Nova Cultural, 1985. v.2. (Os Economistas).

MASSACHUSETTS INSTITUTE OF TECHNOLOGY. Corporate R&D Scorecard 2004. **Technology Review**, Massachusetts, v. 6, n.8, Dec. 2004.

MATTAR, F. N. **Pesquisa de Marketing**. Ed. Compacta. São Paulo: Atlas, 1996.

MATURANA, H. R.; VARELA, F. **De máquinas e seres vivos**. Porto Alegre: Artes Médicas, 1997.

MESSICA, A.; DAVID, I. Optimal expenditure patterns for risky R&D projects with time-dependent returns. **R&D Management**, Manchester, v.30, n.3, p.247-254, 2000.

MILLIKEN, F. J. Three types of perceived uncertainty about the environment: state, effect and response uncertainty. **Academy of Management Review**, Briarcliff Manor, v.12, p.133-143, 1987.

MINARÉ, R. Sobre a constitucionalidade da lei nº 11.105/05. **ANBio Notícias**, Rio de Janeiro, Disponível em: [www.mrweb.com.br/clientes/anbiodestaque/...](http://www.mrweb.com.br/clientes/anbiodestaque/...) Acesso em: 26 jun. 2005.

MORAES, C. A. C.; MELO, M. A. C. O conceito de projeto dominante e a estratégia da empresa. In: SIMPÓSIO DE GESTÃO DA INOVAÇÃO TECNOLÓGICA, 19., 1996, São Paulo. **Gestão da inovação tecnológica: anais**. São Paulo: USP/PACTo, 1996. p. 1149-1166.

MORAIS, R. J. **A constitucionalidade da lei de biossegurança**. 2005. Disponível em: [www.cib.org.br/pdf/roberta\\_jardim.pdf](http://www.cib.org.br/pdf/roberta_jardim.pdf). Acesso em: 23 jun. 2005.

MORRIS, M.; EKASINGH, B. Plant breeding research in developing countries: what roles for the public and private sector? In: BYERLEE, D.; ECHEVERRÍA, R. G. (Ed.). **Agricultural research policy in an era of privatization**. Wallingford (UK): CAB International, 2002. p. 199-225.

MYHR, A. I.; TRAAVIK, T. The precautionary principle: scientific uncertainty and omitted research in the context of GMO use and release. **Journal of Agricultural and Environment Ethics**, Amsterdam, v.15, n.1, p. 73-86, 2002.

NELSON, R. R. The roles of firms in technical advance: a perspective from evolutionary theory. In: DOSI, G. *et al.* **Technology and enterprise in a historical perspective**. Oxford: Oxford University Press, 1992. p.346-378.

NELSON, R. R.; WINTER, S. G. **An evolutionary theory of economic change**. Cambridge: Belknap Press, 1982.

NICOLAU, J. A. **A organização das cadeias agroindustriais do arroz irrigado e frango de corte**: uma abordagem de custos de transação, 1994. Tese (Doutorado em Economia) – Faculdade de Economia e Administração, Universidade de São Paulo, 1994.

NORTH, D. **Institutions, institutional change and economic performance**. Cambridge: Cambridge University Press, 1990.

NOVA liminar contra os transgênicos. **Jornal do Comércio**, Rio de Janeiro, 16 maio 2001.

NOVOS transgênicos. **Folha de São Paulo**, São Paulo, p. 8, 01 jun. 2005.

ODA, L. M. A biotecnologia moderna: o que muda no contexto científico e legal. In: SIMPÓSIO IMPLICAÇÕES LEGAIS DA BIOSSEGURANÇA NO DESENVOLVIMENTO DA BIOTECNOLOGIA NO BRASIL, 2001, Rio de Janeiro. **Anais ...** Rio de Janeiro: ANBIO, 2001. p. 123-131.

ODA, L. M. **O Protocolo de Cartagena**: Rotulagem uma discussão comercial e não de segurança, 2005. Disponível em: <http://www.anbio.org.br>. Acesso em: 09 ago. 2005.

ODA, L. M.; SOARES, B. C. Biotecnologia no Brasil: aceitabilidade pública e desenvolvimento econômico. **Parcerias estratégicas**, Brasília, n. 10, p. 162-172, 2001.

OLIVEIRA, A. B. (Ed.). **Entendendo a Biotecnologia**, 2005. Versão para Web do CD-ROM produzido em 2003. Disponível em: [www.biotecnologia.com.br/biocid/](http://www.biotecnologia.com.br/biocid/) Acesso em: 02 ago. 2005.

PARAYIL, G. Mapping technological trajectories of the green revolution and the gene revolution from modernization to globalization. **Research Policy**, Brighton, v.32, p. 971-990, 2003.

PARK, C. W.; LESSIG, V. P. Familiarity and its impacts on consumer decision biases and heuristics. **Journal of Consumer Research**, Chicago, n.8, p. 223-230, 1981.

PATERNIANI, E. Uma percepção crítica sobre técnicas de manipulação genética. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Brasília, v.1, n.1, p. 77-84, 2002.

PAULA, T. B. (Coord.). **Capital de risco e desenvolvimento tecnológico no Brasil**: experiência recente e perspectivas. Brasília: Centro de Gestão e Estudos Estratégicos, 2003.

PELAEZ, V.; SBICCA, A. Genetically modified organisms: the side not revealed by science. *International Journal of Biotechnology*, Cambridge, v.5, n.3/4, p. 354-370, 2003.

PÉREZ, C. Las nuevas tecnologías: una visión de conjunto. In: OMINAMI, C. (Ed.) *La tercera revolución industrial: impactos internacionales del actual viraje tecnológico*. Buenos Aires: Grupo Editor Latinoamericano, 1986. p. 43-89.

PESSANHA, L.; WILKINSON, J. *Transgênicos, recursos genéticos e segurança alimentar: o que está em jogo nos debates?* Campinas: Armazém do Ipê, 2005.

PINDYCK, R. S.; RUBINFELD, D. L. *Microeconomia*. 4. ed. São Paulo: Makron Books, 1999.

PINGALI, P.; RANEY, T. *Globalization and agricultural biotechnology research: implication for developing countries*. Rome: FAO, 2005. Disponível em: [http://unifi.it/eaae/cpapers/09%20pingali\\_raney.pdf](http://unifi.it/eaae/cpapers/09%20pingali_raney.pdf). Acesso em: 02 maio 2005.

PINGALI, P.L.; TRAXLER, G. Changing locus of agricultural research: will the poor benefit from biotechnology and privatization trends? *Food policy*, London, n.27, p. 223-238, 2002.

PORTER, M. E. *Vantagem Competitiva: criando e sustentando um desempenho superior*. Rio de Janeiro: Campus, 1989.

PORTUGAL, A. D. *O desenvolvimento da biotecnologia agropecuária no Brasil*. 2002. Disponível em: [www.bnaf.org.br/palest02.htm](http://www.bnaf.org.br/palest02.htm). Acesso em 22 nov. 2002.

POWELL, W. W.; DiMAGGIO, P. J. (Ed.). *The new institutionalism in organization analysis*. Chicago: The University of Chicago, 1991.

PRIEST, S. H. US public opinion divided over biotechnology? *Nature Biotechnology*, New York, v.18, p. 64-73, Sept., 2000.

RIBAULT, J.; MARTINET, B.; LEBIDOIS, D. **A gestão das tecnologias**. Lisboa: Publicações Dom Quixote, 1995.

RIECHMANN, J. **Cultivos e alimentos transgênicos: um guia crítico**. Petrópolis: Vozes, 2002.

ROMANO, E. Em nome da Ciência. In: **Conselho de Informações sobre biotecnologia**, São Paulo, 2004. Disponível em: [www.cib.org.br/](http://www.cib.org.br/)... Acesso em: 22 mar. 2004.

ROSEMBERG, N. **Inside a black box: technology and economics**. Cambridge: Cambridge University Press, 1982.

RUNGE, C. F.; RYAN, B. **The global diffusion of plant biotechnology: international adoption and research in 2004**. Washington: Concil on Biotechnology Information, 2004.

RUTTAN, V. W.; HAYAMI, Y. Toward a theory of induced institutional change. **Journal of Development Studies**, London, v.20, p. 203-223, 1984.

SALLES FILHO, S. *et al.* **Instrumentos de apoio à definição de políticas em biotecnologia**. Campinas: MCT/FINEP, 2002.

SANTINI, G. A. **A reestruturação da indústria de sementes no Brasil: o novo ambiente concorrencial dos segmentos de milho híbrido e soja**. 2002. Tese (Mestrado em Engenharia da Produção) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia da Produção, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2002.

SANTOS, P. H. *et al.* Overview of management on technology in a brazilian public university: mapping problems of tripe-helix interactions. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON MANAGEMENT OF TECHNOLOGY, 13., 2004, Washington. **Proceedings ...** Washington: IAMOT, 2004. p.346-359.

SAUBER, T.; TSCHIRKY, H. The next generation of innovation strategy formulation process. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON MANAGEMENT OF

TECHNOLOGY, 13., 2004, Washington. **Proceedings ...** Washington: IAMOT, 2004. p.132-141..

SAUNER-LEROY, J. M. Managers and productive investment decisions: the impact of uncertainty and risk aversion. **Journal of Small Business Management**, Milwaukee, v.42, n.1, p.1-18, jan. 2004.

SCHIMID, A. A. **Conflict and cooperation**: institutional and behavioral economics. Malden, (MA): Blackwell, 2004.

SCHOLZE, S. H. C. **Patentes, transgênicos e clonagem**: implicações jurídicas e bioéticas. Brasília: Editora UnB, 2002.

SCHUMPETER, J. A. **Capitalismo, socialismo e democracia**. Rio de Janeiro: Fundo de Cultura, 1961.

SCHUMPETER, J. A. **The theory of economic development**. Cambridge: Harvard University Press, 1949.

SCOTT, G. M. Strategic planning for technology products. **R&D Management**, Manchester, v.31, n.1, p. 15-26, 2001.

SCOTT, W. R. **Institutions and organizations**. Thousand Oaks, CA: Sage Publications, 1995.

SCOTT, W. R; CHRISTENSEN, S. (Ed.). **The institutional construction of organizations**: International and longitudinal studies. Thousand Oaks, CA: Sage Publications, 1995.

SELZNICK, P. Institutionalism "old and new". **Administrative Science Quarterly**, Ithaca, v.41, n.8, p. 270-277, 1996.

SENDIN, P. V. *et al.* Transferência de tecnologia e captação de recursos: mitos e fatos. In: SIMPÓSIO DE GESTÃO DA INOVAÇÃO TECNOLÓGICA, 19., 1996, São Paulo. **Gestão da inovação tecnológica**: anais. São Paulo: USP/PACTo, 1996. p. 705-719.

SEVERINO, P.; TELLES, R. Pesquisa e desenvolvimento em biotecnologia: uma análise comparada de organizações operando no mercado brasileiro. **Caderno de Pesquisas em Administração**, São Paulo, v.8, n.3, p. 77-94, jul./set. 2001.

SHAYER, E. P. M. Plantas geneticamente modificadas: incerteza, precaução, assimetria informacional e comunicação dentro da cadeia agro-alimentar. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE ECONOMIA E GESTÃO DOS NEGÓCIOS AGROALIMENTARES, 3., 2001, Ribeirão Preto. **Anais...** Ribeirão Preto: FEA/USP, 2001. p. 1-15.

SHENHAR, A. J. Strategic Project Leadership toward a strategic approach to project management. **R&D Management**, Manchester. v.34, n.5, p. 569-578, 2004.

SHENHAR, A. J. *et al.* Refining the search for project success factors: a multivariate typological approach. **R&D Management**, Manchester. v.32, n.2, p. 111-126, 2002.

SILVA, C. R. L. **Inovação tecnológica e distribuição de renda**: impacto distributivo dos ganhos de produtividade. São Paulo: IEA, 1995.

SILVEIRA, J. M. F. J. *et al.* Evolução recente da biotecnologia no Brasil. **Texto para Discussão**: IE/Unicamp, Campinas, n.114, p.1-46, fev. 2004.

SILVEIRA, J. M. F. J. Rotulagem dos transgênicos, só para produtos que agreguem valor. 2004. Disponível em: [www.cib.org.br/...](http://www.cib.org.br/) Acesso em: 22 mar. 2004.

SIMON, H. **Administrative behavior**. New York: The Free Press, 1947.

SIMON, H. Theories of Decision-Making in Economics and Behavior Science. **The American Economic Review**, Nashville, v.49, n.3, p. 253-283, June 1959.

SIMON, J. Biotecnologia e lei das patentes sob a perspectiva europeia. In: CASABONA, C. M. R.; QUEIROZ, J. F. (Org.). **Biotecnologia e suas implicações ético-jurídicas**. Belo Horizonte: Del Rey, 2005. p.470-484.

SMITH, A. **The Wealth of Nations**. London: J. M. Dent & Sons, 1922.



SUCH, W. S.; KEY, S. K.; MUNCHUS, G. Scanning behavior and strategic uncertainty: proposing a new relationship by adopting new measurement constructs. **Management Decision**, Bradford, v.42, n.8, p. 1001-1016, 2004.

SUCHMAN, M. C. Localism and globalism in institucional analysis: the emergence of contractual norms in venture finance. In: SCOTT, W. R; CHRISTENSEN, S. (Ed.). **The institutional construction of organizations: International and longitudinal studies**. Thousand Oaks: Sage Publications, 1995. p. 39-66.

SUTCLIFFE, K. M.; ZAHEER, A. Uncertainty in the transaction environment: an empirical test. **Strategic Management Journal**, West Lafayette, v.19, p.1-23, 1998.

SYNTONIA. **Por um Brasil livre de transgênicos**: Apostila das ONGS. Disponível em: <http://www.syntonia.com/textos/textosnatural/textosagricultura/...> Acesso em: 16 ago. 2002.

THIETART, R. A.; XUEREB, J. M. Rationality and the management of uncertainty in new product development. In: AIMS CONFERENCE, 1997, Montreal. **Proceedings ...** Montreal: AIMS, 1997. p. 324-339.

THOMPSON, J. D. **Organizations in Action**. New York: McGraw-Hill, 1967.

TODT, O. Regulating agricultural biotechnology under uncertainty. **Spanish National Concil**, Madrid, v.12, n.9, p.34-47, July 2003.

TRIVIÑOS, A. N. S. **Introdução a pesquisa em ciências sociais**: A pesquisa qualitativa em educação. São Paulo: Atlas, 1987.

UFRGS quer produzir mamona transgênica. **Valor Econômico**, São Paulo, p.8, 04 jun. 2005.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL. [Site]. [2005]. Disponível em: [www.ufrgs.br](http://www.ufrgs.br). Acesso em: 19 nov. 2005a.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL. Centro de Biotecnologia [**Site**]. 2005b. Disponível em: [www.cbiot.ufrgs.br](http://www.cbiot.ufrgs.br). Acesso em: 03 nov. 2005b.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL. Escola de Administração. Centro de Estudos e Pesquisas em Administração. **Pesquisa CEPA**: Publicações 1999-2000. Porto Alegre: CEPA, 2000. 1 cd-rom.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL. **UFRGS**: Catálogo 2004. Porto Alegre: UFRGS, 2004.

URANGA, A. M. As invenções biotecnológicas à vista das decisões do Departamento Europeu de Patentes e do Tribunal de Justiça das Comunidades Europeias. In: CASABONA, C. M. R.; QUEIROZ, J. F. (Org.). **Biotecnologia e suas implicações ético-jurídicas**. Belo Horizonte: Del Rey, 2005. p. 431-469.

UTTERBACK, J. M. **Matering the dynamics of innovation**: how companies can size opportunities in the face of technological change. Boston: Harvard Business Press, 1994.

VALERIANO, D. L. **Gerência em projetos**: pesquisa, desenvolvimento e engenharia. São Paulo: Makron Books, 1998.

VARELLA, M. D. O tratamento jurídico-político dos OGM no Brasil. In: VARELLA, M. D.; BARROS-PLATIAU, A. F. (Org.). **Organismos Genéticamente Modificados**. Belo Horizonte: Del Rey, 2005. p.3-60.

VASCONCELLOS, E.; ANDRADE, V. L. Planejamento estratégico de tecnologia na companhia Vale do Rio Doce. In: SIMPÓSIO DE GESTÃO DA INOVAÇÃO TECNOLÓGICA, 19., 1996, São Paulo. **Gestão da inovação tecnológica**: anais. São Paulo: USP/PACTo, 1996. p. 1167-1183.

VIEGAS, C.; FRACASSO, E. M. Capacidade tecnológica e gestão de resíduos em empresas de calçados do vale dos sinos: estudo de dois casos. **Revista de Administração Contemporânea**, Curitiba, v.2, n.2, p.41-62, maio/ago. 1998.

VILELLA, P. R. C.; SCHROEDER, R. C. Relações causais na discussão sobre organismos transgênicos na soja. In: CONGRESSO DA SBI – AGRO, 3., 1999, Campinas. [*Anais*]. Campinas: SBI, 1999. P. 1-14.

WEICK, C. W. Agribusiness technology in 2010: directions and challenges. *Technology in Society*, New York, n.23, p. 59-72, 2001.

WILKINSON, J.; CASTELLI, P. G. *A transnacionalização da indústria de sementes no Brasil*. Rio de Janeiro: Actionaid Brasil, 2000. p. 142-178.

WILKINSON, J.; GERMAN, P. O novo quadro institucional regulatório. In: WILKINSON, J.; CASTELLI, P. G. *A transnacionalização da indústria de sementes no Brasil*. Rio de Janeiro: Actionaid Brasil, 2000. p. 97-125.

WILLIAMSON, O. E. Chester Barnard and the incipient science of organization. In: WILLIAMSON, O. E. *Organization theory: from Chester Barnard to the present and beyond*. New York: Oxford University Press, 1995. p. 172-206.

WILLIAMSON, O. *The mechanisms of governance*. New York: Oxford University Press, 1996.

WINTER, S. G. On Coase, Competence, and the corporation. In: WILLIAMSON, O. E.; WINTER, S. G. *The nature of the firm: origins, evolution, and development*. New York: Oxford University Press, 1993. p.179-195.

WORLD TRADE ORGANIZATION. *What is the WTO?* 2005. Disponível em: [http://www.wto.org/english/thewto\\_e/whatis\\_e/whatis\\_e.htm](http://www.wto.org/english/thewto_e/whatis_e/whatis_e.htm). Acesso em: 08 jul. 2005.

XAVIER FILHO, L. *et al. Transgênicos*. Rio de Janeiro: Âmbito Cultural, 2002.

YEUNG, R. M. W. MORRIS, J. Food safety risk: consumer perception and purchase behaviour. *British Food Journal*, London, v.3, n.103, p.170-186, 2001.

YIN, R. K. *Case study research*. London: Sage Publications, 1994.

ZANATTA, M. ***Decidimos não investir mais em sementes.*** 2003. Disponível em: [www.agrisustentavel.com/ogm/t201100.htm](http://www.agrisustentavel.com/ogm/t201100.htm). Acesso em: 04 fev. 2003.

ZANNETTINI, M. H. B. ***Novos transgênicos irão beneficiar consumidores.*** Disponível em: [www.estadao.com.br/print/2001/jun/07/254.htm](http://www.estadao.com.br/print/2001/jun/07/254.htm). Acesso em: 7 jun. 2001.

ZAWISLACK, P. A.; NASCIMENTO, L. F.; GRAZIADIO, T. Planejamento estratégico de tecnologia em PMEs: o caso de empresa de autopeças no Rio Grande do Sul. ***Revista de Administração Contemporânea.*** Curitiba, v.2, n.3, p.27-43, set/dez. 1998.

## **APÊNDICE - PROTOCOLO DE PESQUISA DE ESTUDO DE CASOS**

### **1 Caracterização da empresa** (*desenvolvido antes da entrevista – dados secundários*)

- Histórico, composição do capital e faturamento
- Áreas de atuação (produtos e mercados)
- Organização administrativa (matriz, filiais) e número de funcionários

### **2 Fontes internas de P&D**

- Composição do corpo técnico de P&D (quantidade e qualificação)
- Histórico da área de P&D (projetos no passado, presente e futuro) e patentes requeridas

### **3 Fontes externas de aquisição de tecnologia**

- Fontes da aquisição externa (licenciamento, parcerias, universidades, fusões, etc.)

### **4 Tomada de decisão de investimentos em P&D**

- Processo de definição de orçamentos para a P&D (percentual investido)
- Critérios utilizados para a alocação de recursos em projetos de P&D – demanda / capacitação
- Critérios de avaliação dos investimentos realizados em P&D
- Fatores que influenciam as decisões de investimentos em P&D

### **5 Incertezas percebidas**

- Principais incertezas legais
- Principais incertezas mercadológicas
- Principais incertezas tecnológicas

### **6 Influência da incerteza legal**

- Projetos adiados em função de aspectos legais
- Dificuldades legais (legislação nacional e internacional) para o desenvolvimento de pesquisas
- Avaliação da lei de cultivares e lei de biossegurança
- Influência do sistema legal no acesso e alocação de recursos para a pesquisa
- Adequação dos trâmites legais aos interesses da empresa
- Avaliação da eficácia do sistema de propriedade intelectual / patentes
- Expectativas em relação à cobrança de *royalties*, segregação e rotulagem
- Expectativas em relação às exigências de rotulagem de produtos GM
- 

### **7 Influência da incerteza mercadológica**

- Avaliação da aceitação atual e futura de produtos GM pelos consumidores
- Influência da resistência do consumidor no acesso e alocação de recursos para a pesquisa com OGMs
- Perspectiva de aceitação dos consumidores de produtos rotulados como GM
- Expectativas em relação ao mercado internacional

### **8 Influência da incerteza tecnológica**

- Expectativas em relação aos futuros desenvolvimentos da tecnologia de OGMs
- Influência da possibilidade de defasagem tecnológica (em relação a empresas concorrentes)
- Influência da incerteza tecnológica no acesso e alocação de recursos em P&D

### **9 Aspectos gerais**

- Outros fatores que influenciam no acesso e alocação de recursos para pesquisa
- Incertezas que mais influenciam no acesso e alocação de recursos para P&D

**10 Nível de influência das incertezas**

- Nível de influência das incertezas no desenvolvimento de pesquisas com OGMs  
(notas de 1 a 5)

<b>Tipo de incerteza</b>	<b>Muito Baixa (1)</b>	<b>Baixa (2)</b>	<b>Média (3)</b>	<b>Alta (4)</b>	<b>Muito Alta (5)</b>
<b>Legal</b>					
<b>Mercadológica</b>					
<b>Tecnológica</b>					