

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA

INSTITUTO DE ECONOMIA

Programa de Pós-Graduação em Economia

Mestrado em Economia

**Biotecnologia no Brasil: uma análise empírica a partir
dos dados da PINTEC**

Gabriella Macedo Rossi

Uberlândia - MG

2012

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA

INSTITUTO DE ECONOMIA

Programa de Pós-Graduação em Economia

Mestrado em Economia

**Biotecnologia no Brasil: uma análise empírica a partir
dos dados da PINTEC**

Dissertação apresentada ao Programa de
Pós-Graduação em Economia da
Universidade Federal de Uberlândia
como requisito parcial para a obtenção
do título de Mestre em Economia.

Orientadora: Professora Dra. Ana Paula
Macedo de Avellar

Gabriella Macedo Rossi

Uberlândia – MG

2012

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Sistema de Bibliotecas da UFU, MG, Brasil.

R832b
2013

Rossi, Gabriella Macedo, 1985-

Biotecnologia no Brasil : uma análise empírica a partir dos dados da PINTEC / Gabriella Macedo Rossi. - 2013.

145 f.

Orientadora: Ana Paula Macedo de Avellar.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Uberlândia, Programa de Pós-Graduação em Economia.

Inclui bibliografia.

1. Economia - Teses. 2. Desenvolvimento econômico - Teses. 3. Biotecnologia - Aspectos econômicos - Brasil - Teses. I. Avellar, Ana Paula Macedo de. II. Universidade Federal de Uberlândia. Programa de Pós-Graduação em Economia. III. Título.

CDU: 330

Universidade Federal de Uberlândia

Gabriella Macedo Rossi

**Biotecnologia no Brasil: uma análise empírica a partir
dos dados da PINTEC**

Dissertação de mestrado aprovada em __/05/2012.

Banca Examinadora:

Orientadora: Prof.(a) Dra. Ana Paula Macedo de Avellar
IE-UFU

Prof.(a) Dra. Marisa dos Reis Azevedo Botelho
IE-UFU

Prof.Dr. Jorge Nogueira de Paiva Britto
UFF

Coordenador do Programa de Pós-Graduação em Economia do IE/UFU

Prof. Dr. Antonio César Ortega

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por ter me dado a oportunidade de conquistar esse título de mestre, pela Universidade Federal de Uberlândia, que hoje já está me rendendo frutos e criando novas possibilidades na minha vida. Agradeço-o também por ter acalmado o meu coração em momentos de angústia e me amparado nos momentos mais difíceis ao longo desta caminhada.

Gostaria também de agradecer imensamente ao meu pai, Vitor Antônio Rossi, meus irmãos, Camilla Macedo Rossi e Paulo Vitor Macedo Rossi, e em especial a minha mãe, Virginia de Oliveira Macedo Rossi, pelo apoio e solidariedade incondicionais a mim prestados durante esses dois anos, pela paciência e, principalmente, pelo amor e carinho com que sempre me aconselharam e ajudaram.

Ao Ale, meu noivo e futuro esposo, agradeço por me compreender nos momentos mais incomprensíveis, por me apoiar nos momentos de maiores dificuldades, por dar verdadeiras palestras de motivação quando eu mais precisei de animo, por simplesmente me escutar quando eu mais precisei falar, por estar sempre disponível, para não falar de prontidão, quando se tratava de me ajudar, da maneira que fosse.

Agradeço também a minha orientadora Ana Paula por ter aceitado seguir em frente nessa empreitada de me orientar e por ter depositado em mim um voto de confiança, mesmo sabendo que teríamos um trabalho árduo pelo frente.

Aos colegas da turma de mestrado agradeço pelo companheirismo. Um agradecimento especial aos meus grandes amigos Tati, Ana Clara, Tarik, Jessé, Rick, Natália Costa e Nati Bizzinotto. Sem vocês, a jornada teria um peso muito maior. Obrigada por estarem ao meu lado nesses dois anos, compartilhando as frustrações, alegrias e conquistas.

Obrigada também Luciana e Lourenço, pessoas essas que deixaram a sua marca registrada no meu trabalho com seus conselhos, sugestões e debates (até aos domingos não é Lu), que me inspiram de várias maneiras. Devo um agradecimento também a Tatiana que sempre se disponibilizou a me auxiliar, assim como todos os demais alunos.

Por fim, a todos os meus familiares e amigos dedico esse espaço também a vocês, que me perdoaram pela ausência, me passaram energias positivas mesmo longe e me amaram sem cobrança. Com pequenos gestos, nem que fosse através de um breve telefonema, vocês sempre demonstravam esse amor e preocupação. Podem ter a certeza que tudo isso e a simples noção que vocês existem e fazem parte da minha vida contribuíram muito para que eu completasse essa jornada e pudesse chegar onde eu estou hoje.

RESUMO

O papel da biotecnologia vem sendo objeto de discussão tanto nos países desenvolvidos quanto nos países em desenvolvimento. Esse debate se deve ao fato de a biotecnologia ser um campo emergente com grande concentração de conhecimento, que possibilita diversos avanços, principalmente, nas áreas do meio ambiente, saúde e agrícola. A biotecnologia não pode ser tratada apenas como um elemento que compõe um sistema setorial de inovação, pois seu efeito de transbordamento e os impactos em diversos setores demonstram a sua abrangência como paradigma técnico-econômico. O objetivo do trabalho é analisar o perfil das empresas usuárias e/ou produtoras de biotecnologia no Brasil, com intuito de verificar se o seu esforço e desempenho inovativo se assemelham às empresas que não utilizam biotecnologia. Para realizar essa análise empírica, o trabalho utiliza-se de diversas versões da PINTEC/IBGE. Dentre os resultados encontrados pode-se destacar que as empresas biotecnológicas possuem um caráter inovador e colaborativo marcante, dada a natureza complexa da base tecnológica utilizada pelas mesmas.

Palavras-Chave: Biotecnologia, Paradigma técnico-econômico, Sistema Setorial de Inovação

ABSTRACT

The role of biotechnology has been the subject of discussion in developed and in developing countries. This debate is due the fact that biotechnology be an emerging field with a high concentration of knowledge, enabling many advances, especially in the areas of environment, health and agriculture. Biotechnology cannot be treated as just one element that makes up a sectoral system of innovation, because its spillover effect and impacts on various sectors demonstrate its coverage as a techno- economic paradigm . The objective is to analyze the profile of users and / or producers of biotech in Brazil , in order to verify if your effort and innovative performance resemble those companies that do not use biotechnology. To accomplish this empirical analysis, the work makes use of various versions of PINTEC / IBGE. Among the findings can be noted that biotech firms have an innovative and collaborative striking character, given the complex nature of the technology base used by them.

Key-words: Biotechnology, Techno-economic Paradigms, Sectoral System of Innovation

Sumário

Lista de Abreviações	10
Lista de Quadros	11
Lista de Tabelas.....	12
Lista de Figuras	14
Introdução	15
Capítulo 1 – Teoria Neoschumpeteriana: Suporte teórico à definição de biotecnologia	17
1.1 Paradigmas Tecnológicos e Técnicos – Econômicos.....	17
1.2 Sistemas de Inovação	26
1.3 A Biotecnologia e os Desafios Teóricos	32
Capítulo 2 – Os Padrões de Desenvolvimento da Biotecnologia no Brasil e no Mundo	47
2.1. Panorama Internacional da Biotecnologia.....	47
2.2. A Biotecnologia no Brasil: Evolução de 2001 a 2009	72
Capítulo 3- Perfil das Empresas de Biotecnologia no Brasil	107
Considerações Finais.....	135

Lista de Abreviações

CNAE - Classificação Nacional de Atividades Econômicas

CTNBio - Comissão Técnica Nacional de Biossegurança

DB - Department of Biotechnology

INPI – Instituto Nacional de Propriedade Intelectual

IPOs - Initial public offering

M&A- Merger and Acquisition

MCT – Ministério de Ciência e Tecnologia

NEBs – Novas Empresas Biotecnológicas

OGM – Organismos Geneticamente Modificados

PINTEC – Pesquisa de Inovação Tecnológica

RT – Regime Tecnológico

SFDA - State Food and Drug Administration

SNI – Sistema Nacional de Inovação

SSI – Sistema Setorial de Inovação

USPTO - U.S. Patent and Trademark Office

Lista de Quadros

Quadro 1 - Lista de Técnicas Biotecnológicas Definida pela OCDE	33
Quadro 2- Características Principais da Biotecnologia como Paradigma Tecno- Econômico..	376
Quadro 3 - Regime Tecnológico do Setor Farmacêutico de Acordo com a Metodologia de SSI	409
Quadro 4- Número de linhas de pesquisa, pesquisadores, grupos e relações segundo setor e processos biotecnológicos	743

Lista de Tabelas

Tabela 1 - Número de Empresas de Biotecnologia e Especializadas em Biotecnologia.....	509
Tabela 2 - Total de gastos em P&D biotecnológico no setor empresarial	543
Tabela 3 - Porcentagem de Empresas com Menos de 50 Funcionários e de P&D Realizada Por Pequenas Empresas de P&D Biotecnológico	565
Tabela 4 - Total de Gastos Públicos em P&D em Biotecnologia (Milhões USD PPP) e Porcentagem desses Gastos no Total de Gastos Públicos com P&D	587
Tabela 5 - USPTO Patentes em Biotecnologia por Países: 2000-2008	59
Tabela 6 - Países que Apresentaram Vantagens Tecnológicas em Biotecnologia pela Participação em Patentes de Biotecnologia.....	62
Tabela 7 - Intensidade de P&D relativamente ao tamanho da empresa em 2001	754
Tabela 8 - Internalização de P&D com universidades e centro de pesquisas: 2001	776
Tabela 9 - Distribuição das empresas por números de depósitos de patentes no INPI(%): 2007	77
Tabela 10 - Distribuição das empresas por depósito internacional e nacional de patentes (%):2009.....	787
Tabela 11 - Diretório nacional de empresas de biotecnologia em 2001, 2007, 2009 - Distribuição total e percentual por estados.....	81
Tabela 12 - Distribuição de empresas de biotecnologia por número de funcionários em 2001	832
Tabela 13 - Distribuição de empresas de biotecnologia por número de funcionários em 2006, 2007 e 2008	843
Tabela 14 - Distribuição regional/estadual das empresas incubadas: 2001 e 2007.....	854
Tabela 15 - Grau de maturidade das empresas (Start ups, Novas e Maduras): 2001	865
Tabela 16 - Distribuição das empresas de biotecnologia por idade (%): 2007 e 2009.....	876
Tabela 17 - Distribuição das empresas por segmento de mercado e percentuais gerais de participação por segmento em estados de maior concentração: 2001	887
Tabela 18 - Distribuição das empresas de biotecnologia por setor de atividade(%):2007 e 2009	898
Tabela 19 - Número Empresas por Número Ocupado - 2005	1109

Tabela 20 - A porcentagem de empresas usuárias e/ou produtoras e das não usuárias e/ou produtoras por região - PINTEC 2005 e 2008	111
Tabela 21 - Características das empresas quanto ao Capital Controlador e Mercado de Atuação - PINTEC 2005 e 2008.....	112
Tabela 22 - Número de Empresas que Realizam Atividade Biotecnológica e Número de Empresas que Não Realizam Atividade Biotecnológica - PINTEC 2005 e 2008.....	118
Tabela 23 - Dispendio com Atividades Inovativas: 2005 e 2008.....	120
Tabela 24 - Dispendio com P&D: 2005 e 2008	122
Tabela 25 - Nível de qualificação dos funcionários por setor: 2005 e 2008	125
Tabela 26 - Esforço inovativo: 2005 e 2008	128
Tabela 27 - Nível de Importância dado a certas fontes de informação para as empresas que são usuárias e/ou produtoras de biotecnologia - 2005.....	129
Tabela 28 - Nível de Importância dado a certas fontes de informação para as empresas que são usuárias e/ou produtoras de biotecnologia (Média) - 2008	130
Tabela 29 - Porcentagem de Empresas usuárias e/ou Produtoras e das Não-Usuárias e/ou produtoras que Inovam (por Produto ou Processo) e que Protegem as Suas Inovações - PINTEC 2005 e 2008.....	131
Tabela 30- Receita Líquida das Empresas Usuárias e/ou Produtoras por CNAE - 2005 e 2008	133

Lista de Figuras

Figura 1 - Porcentagem de Investimento em P&D de Biotecnologia por Área de Aplicação.....	64
Figura 2 - Porcentagem de Empresas Especializadas em Biotecnologia por Área de Aplicação.....	66

Introdução

A biotecnologia pode ser definida como uma tecnologia que contempla vários segmentos produtivos e envolve, em seu desenvolvimento, distintas áreas do conhecimento como microbiologia, engenharia química, biologia molecular, fisiologia, imunologia e genética. A complexidade envolvida no desenvolvimento da biotecnologia certamente é um condicionante que dificulta esse processo e que estimula a formação de redes de cooperação e o envolvimento de diversos atores em grande parte dos setores que esta compõe. Assim, a ascensão do novo paradigma da “biotecnologia” traz para o centro da análise do processo de inovação o conhecimento interativo, marcado por relações de cooperação, competição e *feedback*, com o envolvimento simultâneo de agentes heterogêneos que se relacionam em busca de compartilhar, alcançar e desenvolver conhecimentos podendo vir a resultar em novos produtos e processos..

A biotecnologia pode ser considerada como uma verdadeira revolução tecnológica. O seu uso tem permitido resolver problemas diversos relacionados à utilização de novos medicamentos, tratamento de doenças, reprodução de espécies vegetais e animais, desenvolvimento e melhoria de alimentos, desenvolvimento sustentável, recuperação e tratamento de resíduos químicos, dentre outras áreas, além de agregar valores a diversos produtos.

Diante da abrangência da biotecnologia e do seu importante papel na dinâmica industrial recente, o objetivo desse estudo é analisar o perfil das empresas brasileiras de biotecnologia, identificando suas características (tamanho, origem de capital, localização geográfica), o esforço inovativo realizado (gastos com atividades inovativas, gastos com P&D, mão-de-obra qualificada, participação em redes, P&D contínuo) e o desempenho inovador alcançado (inovação de produto, inovação de processo, receita líquida). Sendo assim, o estudo pretende responder a seguinte pergunta: qual o perfil das empresas brasileiras que utilizam e/ou produzem biotecnologia?

Acredita-se, a priori, que dada a necessidade de um intenso esforço inovativo (gastos em P&D, participação em redes de cooperação, proporção de mão-de-obra qualificada), as empresas brasileiras usuárias e/ou produtoras de biotecnologia apresentem um perfil inovador superior às empresas que não o fazem. Mais que isso, acredita-se também que essas empresas de biotecnologia consigam obter um

desempenho inovativo (inovação de produto e inovação de processo) superior à média das empresas brasileiras que não são usuárias e/ou produtoras de biotecnologia.

Para atender esse objetivo, o trabalho está estruturado em três capítulos. O primeiro capítulo apresenta o debate teórico desenvolvido pela abordagem neoschumpeteriana, com intuito de posicionar a biotecnologia dentro desse arcabouço. Para isso, o capítulo enfatiza a perspectiva de paradigma tecnológico e paradigma técnico-econômico, e a perspectiva de sistemas de inovação.

O segundo capítulo dedica-se à apresentação da biotecnologia no mundo e no Brasil nos anos 2000. Para isso, o estudo baseia-se em pesquisas de organismos internacionais de relevância, como OCDE (2011), e em estudos desenvolvidos por entidades especializadas no tema no Brasil (BIOMINAS, 2009). Maior ênfase será dada ao caso brasileiro, ao se analisar a evolução das instituições nacionais que acompanham as necessidades do desenvolvimento da biotecnologia no Brasil.

O terceiro capítulo desenvolve uma análise empírica das empresas de biotecnologia no Brasil a partir da base de dados da PINTEC/IBGE. O objetivo desse capítulo é evidenciar o desenvolvimento da biotecnologia no país, de acordo com os seguintes indicadores, divididos em três dimensões: a) características da empresa: tamanho, origem do capital e localização geográfica; b) esforço inovativo: gasto em P&D, cooperação, P&D contínuo e pessoal ocupado com terceiro grau completo; c) desempenho: receita líquida de vendas e patente. Para isso, foram usados dados das duas últimas edições da PINTEC, 2005 e 2008. Vale ressaltar que os dados necessários para esse capítulo foram fornecidos por meio de tabulação especial realizada pelo IBGE. Por fim, os resultados do estudo são apresentados nas considerações finais.

Capítulo 1 – Teoria Neoschumpeteriana: Suporte teórico à definição de biotecnologia

A biotecnologia para alguns autores pode ser tratada como paradigma tecnológico ou tecno-econômico (CEPAL, 2008; LASTRES e FERRAZ, 1999; OCDE, 2005). Contudo, outro conjunto de autores, como Malerba (2002 e 2005), considera a biotecnologia um elemento do sistema setorial de inovação. Diante desse debate, o objetivo deste capítulo é fazer uma investigação teórica, a fim de discutir o suporte que a teoria neoschumpeteriana fornece para o estudo da biotecnologia.

O capítulo 1 está dividido em três seções. A primeira seção tem como objetivo apresentar a definição dos conceitos de paradigma tecnológico e paradigma técnico-econômico. Na segunda seção são expostos os pressupostos da teoria de sistema de inovação nos níveis nacional e setorial. Por fim, a terceira seção apresenta a adequação da biotecnologia nessa discussão teórica.

1.1 Paradigmas Tecnológicos e Técnicos – Econômicos

O objetivo dessa seção é apresentar os conceitos de paradigmas tecnológicos e técnico-econômicos, a partir da interpretação de importantes autores da corrente neoschumpeteriana, como Dosi (1982) e Perez (2004). As inovações tecnológicas possuem origens diferentes, que variam de acordo com o contexto. Por isso, a literatura econômica vem impelindo um grande esforço para definir alguns elementos comuns a um amplo conjunto de inovações e/ou invenções, na tentativa de identificar a principal força que impulsiona o processo de inovação (DOSI, 1982).

Na visão neoschumpeteriana o processo de inovação não pode ser explicado de forma unilateral. Isso pode ser explicado pelas interações características da atividade inovativa entre avanços científicos, fatores econômicos, variáveis institucionais e, até mesmo, dificuldades na determinação do caminho tecnológico a ser seguido (DOSI, 1982). Essa complexa estrutura de *feedbacks* entre essas variáveis e a direção da mudança tecnológica é o que de fato define o processo de inovação. Dosi é um dos primeiros expoentes desse debate. Esse autor construiu um modelo mais abrangente que buscou abarcar grande parte dos fatores que impacta no processo de inovação.

A teoria econômica em geral define tecnologia como sendo um conjunto de fatores que combinados, de forma qualitativa e quantitativa, resultam em um novo produto (DOSI, 1982). O progresso técnico, por sua vez, é visto como um aumento da capacidade e das possibilidades de produzir novos produtos ou como um aumento de produtos executáveis e comercializáveis (DOSI, 1982).

Dosi (1982) sugere uma definição mais ampla, que julga ser tecnologia um conjunto de parcelas de conhecimentos, práticos (“problemas e dispositivos concretos”) e teóricos (“praticamente aplicáveis, mas nem sempre utilizados”), resultados de sucessos e fracassos, procedimentos, métodos, *know-how*, e de dispositivos físicos e equipamentos. No contexto do desenvolvimento da tecnologia, quando se passa a conhecer o problema de forma que consiga resolvê-lo, pode-se dizer que houve um avanço no processo de desenvolvimento. Essas atividades de resolução se baseiam em conhecimentos práticos, resultados de experiências e resoluções de problemas passados, formando *expertises* particulares, e em conhecimentos ligados ao estado-da-arte, juntamente com conhecimentos teóricos advindos dos avanços científicos e de resultados das pesquisas e desenvolvimentos. As possíveis alternativas tecnológicas e o norte dos futuros desenvolvimentos são delimitados por essa definição de tecnologia (DOSI, 1982).

Para o autor o conceito de tecnologia se aproxima do conceito de ciência, porém, é claro, sem a pretensão de considerar essa aproximação uma identidade. A ampla analogia feita pelo autor entre paradigmas científico e paradigmas tecnológicos lhe auxiliou na construção da definição de paradigma tecnológico e de progresso técnico. Dosi (1982) define paradigma tecnológico “como um “modelo” ou “padrão” de resolução de problemas tecnológicos selecionados, baseados em princípios seletos, derivados das ciências naturais, e em tecnologias materiais escolhidas” (DOSI, 1982, p.41). Ou seja, quando um problema específico a um setor é apontado, a sua resolução ocorre por meio de um conjunto de procedimentos capazes de direcionar a atividade que investiga o problema tecnológico, contextualizando, definindo as metas e os recursos necessários. Dessa forma, pode-se afirmar que uma tecnologia particular emerge a partir da própria solução encontrada para os seus problemas, com a exclusão de outras possibilidades (DOSI, 1982).

Assim como o paradigma científico¹, o paradigma tecnológico nada mais é que uma grande promessa de sucesso em relação à solução de um problema selecionado. O comprometimento basilar do paradigma tecnológico é com o progresso técnico. Quando a promessa contida nesse paradigma é concretizada com sucesso, ocorre uma atualização, muito próxima da predição feita pelo paradigma tecnológico, dos avanços na extensão do conhecimento inerente ao próprio paradigma, estabelecendo o progresso técnico. Portanto, “assim como a ciência normal constitui a efetivação de uma promessa contida num paradigma científico, o progresso técnico é definido por meio de certo paradigma tecnológico” (DOSI, 1982, p. 42).

O progresso técnico acontece ao longo de uma trajetória tecnológica definida, por sua vez, por um paradigma tecnológico². Para Dosi (1982) trajetória tecnológica é um modelo de atividade “normal”³ de resolução de problema, que busca efetivar a promessa de sucesso contida no paradigma tecnológico, ou seja, instituir o progresso técnico. É bom ressaltar ambos, o caráter contínuo e descontínuo das mudanças tecnológicas ao longo das trajetórias.

Essas trajetórias são constituídas por um conjunto de possibilidades tecnológicas, cujos limites são impostos pelo próprio paradigma. É como se a trajetória fosse um cilindro em um espaço multidimensional, composto por variáveis econômicas e tecnológicas, e o paradigma tecnológico as hastes do cilindro. Dessa forma, o paradigma (programa de pesquisa) vincula fortes determinações sob as direções da mudança técnica a serem perseguidas ou negligenciadas. Possui, assim, um poderoso poder de exclusão que restringe as possibilidades tecnológicas *ex ante* (DOSI, 1982). A mudança desse paradigma implica na alteração da rotina de produção da firma, configurando-se em um reinício para a resolução dos problemas.

Depois de estabelecida e selecionada, a trajetória tecnológica passa a ter impulso próprio e a delimitar as direções a serem perseguidas pela atividade de resolução de problemas. Isso é definido por Nelson e Winter (1977) como trajetórias naturais. Esses autores explicam que cada tecnologia particular exige uma trajetória específica ou um

¹ Paradigmas científicos podem ser definidos como uma “perspectiva” que oferece uma explicação a problemas relevantes, um “modelo” de averiguação (DOSI, 1982).

² Equivale ao caráter contínuo da mudança, ao passo que, a sua descontinuidade arremete-se ao surgimento de um novo paradigma.

³ “Normal aqui deve ser entendido tal como proposto na abordagem Kuhniana, com o sentido “normativo” - conjunto de regras que direcionam os procedimentos e critérios de validação, regras definidas pelo paradigma vigente – e não no sentido estático – procedimentos mais freqüentes, embora a trajetória também o seja, mas como consequência *ex post* de sua normativa *ex ante*” (Kupfer, 1996, p.357)

regime tecnológico exclusivo. Assim, técnicos, engenheiros e cientistas envolvidos na atividade de P&D estabelecem um corpo de conhecimento único associado ao desenvolvimento de uma nova tecnologia. Porém, embora específicas a uma tecnologia, existem trajetórias naturais que apresentam certa semelhança ou se complementam, devido ao poder conferido a alguns critérios de seleção como, por exemplo, o custo da capacidade de proteger a nova tecnologia. A exploração progressiva de economias de escala e a expansão da mecanização da produção são exemplos de trajetórias naturais comuns a diversos setores.

O progresso técnico ao longo de uma trajetória tecnológica apresenta aspectos cumulativos, que evidência o vínculo existente entre a posição das firmas ou dos países em relação à fronteira tecnológica e a possibilidade de desenvolvimentos futuros de uma nova tecnologia. Nesse caso, a fronteira tecnológica é o nível mais alto alcançado pelo desenvolvimento tecnológico em termos econômicos e tecnológicos. Assim, quanto mais próximos estão os agentes da fronteira tecnológica, maior é a capacidade das firmas (ou países) de inovarem baseadas nas competências tecnológicas acumuladas e nos conhecimentos tácitos. De acordo com Perez (2004), inovações tecnológicas modificam as “melhores práticas de fronteira” de todos os setores da economia.

Outro aspecto que merece ressalva é a forte complementaridade entre diferentes trajetórias, dada a interação entre diferentes conhecimentos, experiências (passadas ou recentes, oriundas do desenvolvimento de outras tecnologias ou do próprio aprimoramento impelidos em uma tecnologia) e habilidades no processo de desenvolvimento de uma nova tecnologia.

Dentro desse contexto, é importante analisar como ocorre a emergência de um paradigma tecnológico, tanto no que diz respeito ao *timing*, quanto à preferência frente diversas alternativas. A explicação da escolha de um paradigma tecnológico dentre um conjunto de possibilidades explicita em grande parte como a teoria proposta por Dosi de paradigmas e trajetórias tecnológicas superam as fragilidades apresentadas pelas teorias do impulso pela tecnologia e da indução da demanda⁴.

⁴ Essas duas abordagens, *Demand Pull* e *Technology-Push*, também impeliram grandes esforços na tentativa de definir alguns elementos comuns ao amplo conjunto de inovações, com o intuito de identificar a principal força que impulsiona o processo de inovação (Dosi, 1982). Tais abordagens apresentam uma dicotomia fundamental entre si no que diz respeito ao papel atribuído aos sinais de mercado na motivação e direção do processo de desenvolvimento de invenções e/ou inovações e nas mudanças tecnológicas. A teoria da *Demand Pull* (Teoria da Indução pela Demanda) reconhece as forças do mercado como os principais determinantes da mudança técnica, enquanto, a teoria da *Technology-Push*

Diante da presença da racionalidade limitada⁵, a natureza incerta da atividade de pesquisa também dificulta a tomada de decisão em relação à escolha de um paradigma tecnológico dentre outras possibilidades. As incertezas intrínsecas aos resultados, tanto em relação aos aspectos econômicos quanto tecnológicos, impossibilita a comparação entre diferentes paradigmas *ex-ante*. Porém, no decorrer da trajetória tecnológica ao longo do fluxo ciência – tecnologia – produção, percebe-se que existem mecanismos seletivos que acabam orientando essa escolha. As forças econômicas, aliadas aos fatores sociais e institucionais, comportam-se como dispositivos seletivos que através de interações complexas determinam a direção dos esforços tecnológicos e de pesquisa de acordo com alguns critérios, que de certa forma são óbvios e amplos, como a viabilidade, o grau de comercialização e a lucratividade (DOSI, 1982). Os mecanismos de seleção vão se intensificando ao longo do tempo e, concomitantemente, definindo cada vez mais a trajetória tecnológica, dentro de um conjunto de possíveis trajetórias, refinando os balanços entre variáveis econômicas e tecnológicas.

Esses mecanismos citados operam como seletores *ex-ante* em relação à direção e a escolha do paradigma tecnológico. Diferentemente do mercado, que funciona como um mecanismo de seleção *ex-post* e, portanto, opera na etapa na qual os produtos são vendidos, estabelecendo recompensas para as empresas com produtos bem sucedidos e penalizando as empresas com produtos com baixa difusão pelo mercado. A importância dos mecanismos de mercado na seleção *a priori* das direções tecnológicas é pequena, principalmente no estágio inicial de um ramo industrial. Por exemplo, as variações na distribuição de renda e nos preços afetam a demanda por diversos produtos e, portanto, a sua lucratividade por parte da empresa. Assim, os produtores provavelmente reagem a esse movimento (aos sinais do mercado) por meio de tentativas para melhorar a sua

push (teoria do impulso pela tecnologia), considera, na verdade, a tecnologia como um fator autônomo, ou quase, pelo menos no curto prazo.

⁵ Para Simon (1986), os indivíduos possuem racionalidade limitada. As possibilidades de escolhas não são bem definidas e os resultados não podem ser conhecidos *ex-ante*, ou seja, apesar dos indivíduos, ao tomarem uma decisão, levarem em consideração experiências e informações disponíveis, permitindo assim a formação de expectativas quanto às possíveis consequências futuras, o elevado grau de incerteza que envolve esse processo impede, muitas vezes, que os resultados sejam otimizados. Dessa forma, rompe-se com a noção de racionalidade instrumental dos neoclássicos ao admitir que os agentes se encontram em um ambiente incerto e possuem um número infinito de escolhas e decisões, ao passo que, possuem apenas um número limitado de informações e capacidades de processamento. Nessa direção, pode-se afirmar que a racionalidade resulta do processo de aprendizado oriundo das interações com o mercado e novas tecnologias e que, portanto, não pode ser pré-definida (TIGRE, 2005).

qualidade técnica e, desse modo, satisfazer as novas necessidades percebidas no mercado. Entretanto, isso ocorre dentro da fronteira da trajetória tecnológica, definida pelo próprio paradigma, que acaba conduzindo os desenvolvimentos tecnológicos relevantes e condizentes com o paradigma tecnológico. Por conseguinte, mudanças nas condições de mercado são importantes, mas, isso não quer dizer que quando essas condições mudam, a trajetória tecnológica é substituída por outra, ou seja, que instantaneamente a tecnologia responde a essas variações.

A perspectiva evolucionista sugerida por Nelson e Winter (1977) constrói um arcabouço teórico que recorre à explicação dos mecanismos de seleção pelo mercado das mutações, como resultado do processo competitivo, para explicar o fluxo do processo de inovação. O ambiente econômico, nesse caso, age como um agente seletivo sobre as rotinas e sobre o processo de busca das empresas. Dosi (1982) afirma que a seleção das inovações pelo mercado pode ser igualada a “seleção das mutações pelo meio ambiente” (NELSON e WINTER, 1977). Nessa linha, na tentativa de distinguir o processo de busca e seleção, *ex ante* e *ex post*, os referidos autores descrevem como o desenvolvimento tecnológico é afetado pelas interações entre fatores econômicos, científicos e institucionais, mostrando primeiramente a seleção do paradigma tecnológico (da direção da mutação) e, num segundo momento, demonstrando a seleção *ex-post* das inovações (as mutações), a partir de tentativas e erros, como no modelo schumpeteriano.

No intuito de contribuir para o debate Freeman e Perez (1986) constroem o conceito de paradigma técnico-econômico, que por muitos é considerado mais abrangente que os conceitos de paradigma tecnológico e trajetórias tecnológicas propostos por Dosi, principalmente, no que tange à delimitação das interações no decorrer do ciclo econômico (CONCEIÇÃO, 1996). As idéias sugeridas por Freeman e Perez (1986) diferenciam-se de duas maneiras da perspectiva defendida por Dosi: 1) a determinação de um novo paradigma tecno-econômico afeta ramos inteiros da economia, criando inclusive novos setores, como se fosse um metaparadigma; e 2) esse impacto pode ser oriundo de vantagens técnicas e econômicas, por isso a denominação “paradigma tecno-econômico”.

Freeman e Perez (1986) tentam demonstrar que uma mudança técnica ou do paradigma tecno-econômico envolve vários eventos com características disseminadoras, que afetam toda a economia. Além de resultarem em novos produtos ou processos, uma

mudança técnica afeta quase toda a economia, pois as “constelações” (assim chamadas as novas tecnologias por FREEMAN, CLARK e SOETE, 1982) de inovações, técnicas e econômicas impactam diretamente no sistema econômico. As externalidades positivas geradas por uma inovação podem estimular esforços inovativos ao seu redor, na medida em que sua implementação favorece também o desenvolvimento de outros produtos inovadores, e, portanto, aumenta a difusão dessas inovações. Além disso, os gargalos ao longo das trajetórias incrementais também podem se configurar em incentivos a certas atividades inovativas em áreas correlatas, com trajetórias relacionadas, podendo incorrer até mesmo em inovações radicais em outras indústrias. Isso ocorre porque as externalidades geradas amenizam as incertezas características do momento em que a inovação é introduzida no mercado e passam por uma nova seleção.

Uma inovação abarca mais que aspectos tecnológicos, ela envolve também inovações na produção, nos insumos, organizacionais e administrativas. Mais que isso, as mudanças técnicas podem proporcionar transformações sociais e institucionais e, até mesmo, políticas. Portanto, tais alterações implicam na relativa redistribuição de todos os *players* da economia, incluindo o desaparecimento de alguns e o surgimento de outros, vinculadas a mudanças em alguns parâmetros em que se baseiam as atividades econômicas (PEREZ, 2004).

Os entrelaçamentos que circundam a mudança de um paradigma no decorrer do ciclo econômico elucidam bem a abrangência do termo utilizado por Freeman e Perez. As vantagens econômicas e técnicas de um novo paradigma e dos *keyfactors*⁶, aliadas a mudança no senso comum, permitem que esse paradigma se imponha sobre o antigo. Quando o senso comum muda, aumentando a aceitação em relação ao novo, dadas as circunstâncias geradas pelas mudanças, principalmente por parte dos engenheiros e gerentes, a difusão do novo padrão tecnológico é acelerada e a dinâmica de investimentos se modifica. O avanço da ciência e as pressões competitivas e sociais impulsionam a adoção de um novo paradigma com vistas em superar os limites do crescimento, impostos pelo padrão antigo, e aumentar a lucratividade e a produtividade.

⁶“A mudança de um paradigma para outro não pode ser percebida sem a presença do *key factor*, que é um insumo que, por suas características, se impõe como fator fundamental à articulação de um paradigma. Ele deve ter custo baixo e decrescente, disponibilidade quase ilimitada e potencial de uso ou incorporação a uma gama múltipla de produtos. No fordismo, o *key factor* foi o aço; atualmente o *cheap* da microeletrônica assume esse papel” (CONCEIÇÃO, 1996, p. 426).

Essas mudanças envolvem outras transformações em amplos setores da economia, adaptações culturais e a criação de um conjunto de facilitadores institucionais, todos impulsionados pela determinação do novo paradigma tecnoeconômico. Uma nova organização das firmas, especialização da mão-de-obra, adaptação dos fornecedores às novas necessidades, novas tendências de inovação radical e incremental, novo padrão de alocação dos investimentos (nacionais e internacionais), investimentos em infraestrutura, novo tipo de empreendedor inovador, novo padrão de consumo de bens e serviços, nova forma de distribuição de renda, assim como a criação de novas regras e regulamentações, podem ser considerados alguns exemplos de mudanças nas diferentes esferas da economia, como especificado acima (CONCEIÇÃO, 1996).

A mudança de paradigma inauguram uma nova era tecnoeconômica, envolvendo a criação de setores e atividades; novas formas de gerar e transmitir conhecimentos e inovações; produzir e comercializar bens e serviços; definir e implementar estratégias e políticas; organizar e operar empresas e outras instituições públicas e privadas (de ensino e pesquisa, financiamento, promoção, etc.). Dentre outras exigências associadas, destacam-se ainda novas capacitações institucionais e profissionais, assim como mecanismos para mensurar, regular e promover as atividades econômicas” (LASTRES e FERRAZ, 1999, p.32).

Acredita-se que os fatores institucionais influenciam fortemente o processo de inovação, ou seja, “sem um adequado ambiente institucional, tanto para viabilizar determinado modo de regulação, tanto para criar condições à propagação de inovações tecnológicas, não há ciclo longo possível e duradouro” (CONCEIÇÃO, 1996, p. 412). Nessa direção, o desenvolvimento de inovações tecnológicas só acontece caso exista um ambiente institucional favorável e compatível ao novo patamar tecnológico, dada a sua importância no funcionamento e na articulação do ciclo econômico, que pode vir a se tornar mais longo. Isso se dá devido ao aumento da confiança dos empresários na execução de investimentos de longo prazo como resultado da amenização das incertezas que circundam o processo de inovação pelo aperfeiçoamento das intermediações institucionais.

Mas, é importante deixar claro que os investimentos em inovação, de produtos e processos, envolvem uma incerteza estrutural que impossibilita conhecer *a priori* os futuros resultados. Dessa forma, ao mesmo tempo em que as mudanças tecnológicas podem aumentar a confiança dos investidores, ela pode desestabilizar os fluxos de

investimento, retraindo a confiança dos empresários com relação ao mercado, à firma em si, à indústria e à economia como um todo.

Para que um paradigma tecno-econômico seja estabelecido e se torne preponderante é essencial que ocorram mudanças institucionais e sociais, caso contrário, esses ajustamentos podem vir a acontecer sob as duras penas de uma crise estrutural (FREEMAN e PEREZ, 1988; WOLFE, 2010). A estrutura institucional pode, muitas vezes, facilitar a difusão das inovações tecnológicas, mas podem também dificultar esse processo, podendo impor significativa resistência a difusões de certas inovações. Por isso, é importante que o ambiente institucional seja ajustado de acordo com as necessidades do avanço do novo paradigma.

Cada ciclo econômico é marcado por um tipo de paradigma tecno-econômico e por um modelo de crescimento, assim como por diferentes idéias, comportamentos, organizações e instituições, dependendo das necessidades das mudanças técnicas vigentes (PEREZ, 2004). Quando um novo padrão tecnológico (ou inovação) é adotado de forma desacoplada do aparato institucional, isso pode implicar em consequências severas para a economia, como um longo período de depressão com taxas mínimas de crescimento.

As transformações nas instituições e a ativação de novos mecanismos sociais ocorrem estimuladas pelos próprios princípios práticos oriundos das mudanças técnicas. Esses princípios servem como paradigmas, conscientes ou inconscientes, que orientam tais mudanças. Por isso, para que o aparato institucional seja renovado de maneira consciente e eficiente é necessário que se conheça bem a natureza do paradigma.

Mas, essas transformações não são triviais, muito menos instantâneas. A substituição de um paradigma por outro nem sempre é percebido pelas instituições momentaneamente. As mudanças nas regras, nos hábitos, nas rotinas e práticas dos agentes demandam certo tempo e acabam dificultando as alterações necessárias nas instituições. É muito importante, portanto, que se reconheça a necessidade de adaptação do comportamento do próprio agente frente às transformações tecnológicas e econômicas. Mesmo quando o reconhecimento existe, as instituições e os aspectos sociais permanecem em um estado natural de inércia, devido a alguns interesses em partes e a resultados satisfatórios no passado (PEREZ, 2004). Apenas quando ocorre a difusão da inovação, frente à superioridade econômica e tecnológica do novo paradigma, e as drásticas consequências oriundas desse desacoplamento se estabelecem

como, por exemplo, aumento da taxa de desemprego e a falta de mão-de-obra qualificada, aumentando a pressão social, é que as instituições se adéquam.

Em que pese a grande complexidade em adotar todas as variáveis que envolvam o desenvolvimento da biotecnologia, se considerou apropriado utilizar também como amparo teórico a perspectiva de sistemas de inovação, que será melhor detalhada no próximo item.

1.2 Sistemas de Inovação

O objetivo dessa seção é analisar a perspectiva de sistemas de inovação, sob dois recortes, nacional e setorial. Para a perspectiva de sistema de inovação o processo de inovação possui uma natureza sistêmica e é caracterizado por complexas relações de interação entre atores heterogêneos. Nesse ponto de vista, portanto, a inovação não ocorre de forma linear e unidirecional, partindo da pesquisa básica para a pesquisa aplicada⁷.

O conhecimento pode estar no interior da firma, conectado às atividades rotineiras de produção ou a impressões advindas da distribuição e do consumo dos produtos (*feedbacks* do mercado), que cria *inputs* para o processo de inovação e determinando a direção do esforço inovativo.

Segundo a perspectiva sistêmica, a inovação não acontece de forma isolada, mas sim por meio de relações de cooperação entre as diferentes organizações e instituições, interações com o mercado e inter-firmas, por meio de contratos, fornecedores de materiais e serviços e clientes (EDQUIST, FREEMAN, 1995). O intuito de administrar complexos sistemas é, além de criar novos conhecimentos, possibilitar a aprendizagem compartilhada através de interações entre diferentes agentes econômicos, políticos e reguladores (LUNDVALL, 2001; LASTRES e FERRAZ, 1999).

Lundvall (1992) desenvolve o conceito de sistema nacional de inovação (SNI), definindo-o como um conjunto heterogêneo de elementos e de relações de interações na

⁷ A base que sustenta o modelo linear de inovação tecnológica de acordo com a vertente ortodoxa é pesquisa básica, que é na verdade para eles a precursora do progresso tecnológico. Formalmente, o modelo linear pode ser descrito como um gráfico unidimensional tendo em sua origem a pesquisa básica, passando pela pesquisa aplicada, pelo desenvolvimento, seguido pela produção e finalmente chegando ao mercado.

produção, difusão e utilização de novos conhecimentos, localizados dentro da fronteira nacional.

Essa abordagem foi construída em consonância com as novas aspirações da economia do conhecimento, que reconhece o caráter interativo do aprendizado que, por sua vez, se encontra no centro da atividade inovativa como o principal processo. Diferentes contextos influenciam de maneiras diferentes o aprendizado, sendo que, ambientes mais favoráveis à cooperação entre os agentes constituintes do sistema de inovação e com instituições mais bem definidas, propiciam os processos de aprendizado (LUNDVALL, 1992).

O trabalho organizado por Dosi *et al* (1988) auxilia o debate sobre a heterogeneidade entre os sistemas nacionais de inovação, a partir da comparação entre os sistemas nacionais de inovação dos Estados Unidos e do Japão. Esse trabalho reconhece que mesmo que existam similaridades entre os sistemas nacionais de inovação dos países desenvolvidos, é impossível propor um modelo singular de sistema de inovação a ser perseguido por países que buscam se tornar mais competitivos internacionalmente. A causa dessa dificuldade é a heterogeneidade das políticas, programas e mecanismos destinados à inovação e, principalmente, as especificidades culturais, políticas e históricas de cada país. Verifica-se também que essas particularidades nacionais acabam exprimindo desempenhos inovativos (movimentos de *catching up*) desiguais, o que reflete sobre a estrutura organizacional das empresas, participação do setor público, gastos com P&D, disponibilidade de recursos para o financiamento das atividades, e a forma como todas essas variáveis interagem. Portanto, os elementos que compõem cada sistema nacional de inovação exercem uma influência significativa e heterogênea sobre o processo de inovação e aprendizagem (LUNDVALL, 1988).

Apesar desses aspectos variarem de um SNI para outro, a pertinência de fatores como, por exemplo, a relevância dos vínculos criados entre os diferentes atores (como universidades, Institutos de pesquisa e desenvolvimento, instituições públicas e privadas, empresas e seus laboratórios de P&D), assim como das instituições que mediam essas relações, chama a atenção nos resultados obtidos pelo trabalho proposto por Dosi *et al* (1988).

Essas experiências empíricas evidenciam que os países com melhor desempenho inovativo são capazes de explorar os processos de interconexões e de

colaboração entre atores constituintes do sistema, que condicionam o aprendizado baseado em *learning-by-interacting*⁸. Nesse sentido, quando as partes envolvidas fazem parte do mesmo ambiente nacional, compartilhando a mesma cultura, assim como a história, a linguagem, e as instituições sociais e políticas, as interações no processo de aprendizagem são facilitadas (LUNDVALL, 1992; BRESCHI e MALERBA, 1997).

As instituições que constituem o SNI representam rotinas, normas, contratos, leis, e também tem o poder de orientar a produção, a distribuição e a utilização de inovações. As formulações ou aprimoramentos do arcabouço institucional devem acompanhar as demandas das novas tecnologias. Para que isso seja possível, é fundamental conhecer o contexto sistemático específico passivo de intervenção ou, caso contrário, as fraquezas inerentes ao SNI poderão ser reproduzidas ou a introdução de mecanismos incompatíveis com a nova lógica instituída poderá solapar as expectativas de crescimento alimentadas pelos novos avanços (LUNDVALL, 1992).

Dada a relevância desse recorte analítico, Lundvall e Borras (1998) exaltam a importância das políticas públicas para o fortalecimento do SNI. As políticas públicas destinadas à dinamização dos sistemas de inovações devem formatar a maneira como as empresas interagem com a sociedade, contribuir com a qualificação das empresas e das instituições e oferecer condições para a formação de redes de cooperação. A maior exposição à concorrência externa, com a intensificação da globalização, tem exigido dos países maiores empenhos para tornar as empresas nacionais mais competitivas. Nada mais apropriado, então, do que o reforço das políticas e mecanismos relacionados aos sistemas nacionais e regionais de inovação.

O conceito de sistemas de inovação pode ser apresentado em distintos níveis analíticos: nacional, regional e setorial. Tais recortes podem ser definidos de acordo com o objeto de estudo, embora todos os níveis sejam complementares e importantes para a consolidação das variáveis ligadas aos sistemas de inovação.

O recorte setorial justifica-se pela diferença estrutural existente entre os diversos setores. Assim, a abordagem de Sistema Setorial de Inovação (SSI), além de abarcar

⁸Sob a perspectiva da teoria da aprendizagem, existem ainda os conceitos de *learning-by-doing* e *learning-by-using*, que são outras duas importantes modalidades de aprendizado, visto que, toda experiência acrescenta conhecimentos técnicos e mercadológicos, acumulados e utilizados no direcionamento de possíveis inovações.

essas diferenças, tenta superar as limitações dos estudos setoriais feitos pela teoria econômica industrial tradicional. Essa nova perspectiva surge com a finalidade de prover uma visão multidimensional, integrada e dinâmica dos setores, de como eles trabalham e sofrem transformações ao longo do tempo, de forma coevolutiva (MALERBA, 2003). Breschi e Malerba (1997) definem sistema setorial de inovação como um grupo de firmas que operam de forma dinâmica e simultânea na geração, desenvolvimento, produção e difusão das inovações, dentro de condições específicas de cada setor, que apresentam base de conhecimento, tecnologia, estruturas competitivas, instituições, organizações, insumos e condições de demanda particulares.

As fronteiras geográficas dos sistemas de inovação nacional e regional são delimitadas exogenamente, diferentemente das fronteiras geográficas do SSI que são determinadas a partir de fatores endógenos, subordinados as condições específicas de competitividade e interatividade, e ao formato organizacional e institucional de cada setor (BRESCHI e MALERBA, 1997). Por isso, os limites das fronteiras do SSI podem transcender as fronteiras geográficas, sendo possível ultrapassar as fronteiras nacionais e regionais. As características do conhecimento constitutivo do setor e as suas condições de demanda também são fatores que podem influenciar a demarcação da fronteira espacial do conhecimento nesses setores.

Para construir a teoria de SSI, Malerba (2002) considera quatro dimensões como as mais influentes e importantes na dinâmica, criação e utilização das novas tecnologias, assim como para produção e organização da atividade inovativa. Essas dimensões ficaram conhecidas como os *building blocks* e correspondem ao regime tecnológico, aos agentes e suas relações, às instituições e à demanda (MALERBA, 2003).

A primeira dimensão setorial diz respeito à identificação das características do regime tecnológico. Os setores se diferenciam entre si em termos de domínio tecnológico, isto é, em relação à base de conhecimento (científicos e tecnológicos) e ao processo de aprendizagem, envolvidos na atividade inovativa (MALERBA, 2002). Assim, cada setor possui uma base de conhecimento e utiliza tecnologia e insumos específicos. O regime tecnológico (RT), que basicamente corresponde ao conhecimento e a tecnologia dominante, apresenta um resumo das forças que influenciam a dinâmica do sistema setorial de inovação e a delimitação da sua fronteira espacial, que varia ao longo do tempo (BRESCHI e MALERBA, 1997). Essas forças arremetem-se às condições de oportunidade, cumulatividade, apropriabilidade, acessibilidade e à

natureza da base do conhecimento (origem e transmissão), e além de caracterizar o regime tecnológico, o diferencia entre os setores (MALERBA, 2002).

As condições de oportunidade demonstram a acessibilidade do conhecimento externo ao setor, visto que, as firmas podem buscar conhecimento de várias fontes, universidades, usuários, fornecedores, laboratórios em P&D, dentre outros. Porém, como essa acessibilidade é distinta entre setores e firmas, as maiores capacitações de algumas firmas para transformar esses conhecimentos externos em produtos ou processos podem se configurar em vantagens competitivas.

A segunda característica do RT, a cumulatividade do conhecimento, está ligada ao conceito de *path dependence*, que demonstra a relação de dependência entre o conhecimento novo e o conhecimento passado acumulado, apontando a superioridade dos refinamentos em relação à inovação original (ROSENBERG, 1982). O caráter cognitivo do processo de aprendizado de cada organização, as capacidades organizacionais específicas a cada firma e as respostas do mercado frente às inovações correspondem a algumas fontes de cumulatividade, de acordo com Malerba (2002). Quanto maior o nível de cumulatividade do conhecimento mais elevada a apropriabilidade do mesmo.

Como terceira característica do RT, a apropriabilidade está relacionada às possibilidades de proteção da inovação contra imitações e de aproveitamento dos lucros advindos desta, portanto, o seu conceito está ligado inversamente ao conceito de acessibilidade. Quanto mais acessível é o conhecimento, menor é a apropriabilidade tecnológica e a concentração industrial, e maiores são as externalidades geradas.

Por fim, a natureza do conhecimento também se configura como um atributo do RT. Um conhecimento pode ser considerado independente e/ou sistêmico, tácito e/ou codificado, genérico e/ou específico, complexo e/ou simples. A noção sobre a natureza do conhecimento permite compreender como acontece a transmissão do conhecimento e a comunicação entre os atores do setor. Então, caso o conhecimento seja tácito, complexo e faça parte de um grande sistema, os meios de transmissão de conhecimento são mais “informais” e podem ocorrer, por exemplo, por meio de treinamentos, mobilidade de pessoal e transmissão “*face to face*”. Por isso, este conhecimento acaba sendo mais sensível à distância geográfica entre os agentes.

A segunda dimensão do sistema setorial de inovação busca identificar o conjunto heterogêneo dos agentes que compõem o sistema setorial e as relações estabelecidas

entre eles, demonstrando a função de cada um no processo de desenvolvimento da inovação. Os sistemas setoriais de inovação são constituídos por indivíduos (empresários, consumidores, cientistas), instituições e por diferentes organizações, que podem ser firmas (produtores, fornecedores, usuários) e não-firmas, tais como universidades, instituições de pesquisa, agências de financiamento, órgãos governamentais, autoridades locais, dentre outras (BRESCHI e MALERBA, 1997; MALERBA, 2002; MALERBA, 2005).

A forma como os agentes interagem entre si, se diferencia em cada sistema setorial devido às particularidades da demanda, base de conhecimento, processo de aprendizado, base tecnológica e *links* mais importantes (MALERBA, 2003). As relações entre esses agentes (*networks*) ocorrem por meio de processos de cooperação, comunicação, troca e mesmo através da competição entre eles, ou seja, elas podem ocorrer através de relações comerciais ou não comerciais. As formas de interação são sistêmicas e envolvem uma troca intensa de conhecimentos relevantes entre os atores, essenciais ao desenvolvimento da atividade inovativa. Entretanto, como cada indivíduo ou organização apresenta competências, comportamentos, objetivos, estrutura organizacional e processos de aprendizado peculiares. Por isso, a intermediação das relações entre os respectivos pelas instituições torna o processo de interação mais funcional e exeqüível.

A terceira dimensão que contempla a análise multidimensional de SSI refere-se à análise das instituições. As instituições variam de país para país e de setor pra setor, além de abarcarem o conjunto de relações entre as organizações (EDQUIST e JOHNSON, 1997; MALERBA, 2002). A definição de instituições compreende os conceitos de leis, normas e regras, os conceitos de rotinas, hábitos e práticas, isto é, aspectos formais e informais que mediam e formatam as relações entre os agentes, restringindo-as ou incentivando-as (EDQUIST e JOHNSON, 1997; MALERBA, 2002; LUNDVALL, 1982).

Existem instituições que são consideradas nacionais, enquanto outras são vistas como setoriais (MALERBA, 2002; 2003). Essa conotação é determinada de acordo com o campo de influência de cada instituição, considerando seu impacto na dinâmica dos setores. As instituições que ofertam financiamento e regulam o mercado de trabalho especificamente de um setor, provavelmente, são consideradas instituições setoriais. Outro aspecto importante da análise refere-se à relação existente entre as instituições

nacionais e os sistemas setoriais e as instituições setoriais em relação a outros setores. A influência que as instituições nacionais exercem sobre diferentes setores sobressalta as vantagens competitivas dos setores que melhor se adequam a estrutura institucional nacional como, por exemplo, ao sistema de patente. Porém, essa influência pode ocorrer de maneira inversa, de forma que as instituições setoriais ganham amplitude nacional e passam a influenciar vários outros setores da economia, dada a sua importância estratégica para a economia do país. Nesse caso, algumas de suas características originais sofrem transformações, ou mesmo deixam de existir.

Por fim, o papel que a demanda exerce em relação à produção e ao desenvolvimento de inovações exprime outra relação fundamental, nesse caso entre usuários e produtores, inerente ao processo de mudança tecnológica que caracteriza a perspectiva de SSI. A demanda é composta por uma gama heterogênea de agentes que interagem em vários níveis com os produtores, influenciando de maneira diferente o processo inovativo. O *feedback* do mercado em relação às inovações servem como estímulo ou constrangimentos e demonstram, portanto, o caminho a ser perseguido pelas empresas (MALERBA, 2005; 2002). A mudança da conduta e dos valores por parte dos consumidores provoca transformações na estrutura da demanda que, dependendo da percepção dos fabricantes, podem gerar *inputs* para mudanças tecnológicas.

A partir da análise dessas quatro dimensões torna-se possível a análise do SSI de maneira integrada e multidimensional, como proposto por Malerba (2005).

Com base nesse breve panorama teórico, fundamentado nas discussões propostas pelas abordagens de paradigma tecnológico, paradigma tecno-econômico e sistemas de inovação, o objetivo da próxima seção é verificar como o conceito de biotecnologia é posicionado nesse debate teórico.

1.3 A Biotecnologia e os Desafios Teóricos

O objetivo desta seção é verificar como a biotecnologia se encaixa dentro desse arcabouço teórico, explicitado nas seções anteriores. Na tentativa de achar um melhor enquadramento para os determinantes e as variáveis que compõem a biotecnologia e superar os desafios teóricos criados pela biotecnologia moderna, a partir de agora, serão

explicitadas algumas considerações de ordem teórica objetivando uma melhor compreensão das questões referentes a essa nova e complexa tecnologia.

A biotecnologia possui uma natureza multidimensional, na medida em que envolve diferentes bases de conhecimento, científico e tecnológico, e procedimentos, que podem ser aplicados nos mais diversos setores como, por exemplo, saúde humana e animal, agricultura, meio ambiente e bioenergia (OCDE, 2005; BIOMINAS, 2007). O grande conjunto de métodos biotecnológicos juntamente com as suas variadas formas de aplicação resulta em diferentes interpretações acerca das dimensões que compõem a biotecnologia (OCDE, 2005). Por isso, para que se constituam indicadores mais seguros e confrontáveis, a biotecnologia deve ser definida de forma cautelosa.

Para Silveira *et alli* (2002) a existência de diversos enfoques teóricos que englobam o conceito de biotecnologia, assim como as dificuldades de ordem teórica e prática, evidenciam a necessidade de um arcabouço teórico mais sólido do que uma mera esquematização de resultados advindos das percepções dos agentes. Por isso, o estudo da biotecnologia solicita novos mecanismos de avaliação, que utilizem de vários enfoques teóricos para complementar e ampliar alguns conceitos tradicionais, já consolidados, como o de trajetórias tecnológicas (SILVEIRA, 2002). Isto é, bases teóricas complementares devem se entrelaçar para contemplarem a complexidade que envolve a biotecnologia.

Acredita-se que as abordagens que tratam especificamente de paradigma tecnológico e tecno-econômico, e de sistemas setoriais de inovação são complementares no que tange à definição teórica da biotecnologia. Tem-se a convicção que a biotecnologia pode ser considerada um paradigma tecno-econômico, na medida em que o conjunto de técnicas de base biológicas afeta e redefine o funcionamento e a própria estrutura de vários setores, em termos econômicos, sociais e institucionais (SILVEIRA *et alli*, 2002; ARBIX, 2007; CEPAL, 2008). Por outro lado, a biotecnologia pode corresponder também a um dos *building blocks* dos SSIs, o regime tecnológico, determinante da dinâmica competitiva, distribuição geográfica dos inovadores e da delimitação da fronteira do conhecimento desses setores, afetando também outras três dimensões (atores e interações, instituições e demanda) desses sistemas de inovação (MALERBA, 2002, 2003 e 2005).

A Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE) define biotecnologia como sendo “a aplicação de ciências e tecnologias baseadas em

organismos vivos, assim como partes, produtos e modelos oriundos destes, desenvolvidos com o intuito de alterar materiais vivos e não vivos para a produção de conhecimento, bens e serviços” (OCDE, 2005, p.9). Em outras palavras, a biotecnologia corresponde a tecnologias ligadas à manipulação de seres vivos para a produção de novos produtos, processos e serviços. Para facilitar essa classificação a OCDE criou uma lista de técnicas biotecnológicas, exposta a seguir:

Quadro 1 - Lista de Técnicas Biotecnológicas Definida pela OCDE

Lista de Técnicas Biotecnológicas
DNA/RNA: genômica, farmacogenômica, sondas gênicas, engenharia genética, seqüenciamento/síntese/ amplificação de DNA/RNA, perfil de expressão gênica, e uso de tecnologia anti-senso. Proteínas e outras moléculas: seqüenciamento/síntese/engenharia de proteínas e peptídeos (incluindo hormônios de alto peso molecular); métodos de endereçamento de drogas de alto peso molecular; proteômica, isolamento e purificação de proteínas, sinalização e identificação de receptores celulares. Cultura e engenharia de células e de tecidos: cultura de células/tecidos, engenharia de tecidos, fusão celular, vacinas/imunomoduladores, manipulação de embriões. Técnicas de processamento biotecnológico: fermentação utilizando bioreatores, bioprocessamento, biolixiviação, biopolpação, biobranqueamento, biodessulfurização, biorremediação, biofiltração e fitorremediação. Vetores gênicos e de RNA: terapia gênica, vetores virais. Bioinformática: construção de base de dados de genomas e sequências protéicas; modelamento de processos biológicos complexos, incluindo biologia de sistemas. Nanobiotecnologia: utilização de ferramentas e processos de nano/microfabricação para construção de dispositivos para o estudo de sistemas biológicos e aplicações como veículos de administração de drogas, na área diagnóstica, etc.

Fonte: OCDE (2005, p.9)

As concepções de paradigma tecnológico e paradigma técnico-econômico podem ser consideradas oportunas para tratar da biotecnologia como ela se apresenta (CEPAL, 2008). O surgimento de novas técnicas biotecnológicas (seqüenciamento do genoma, genes e DNA, modificação do DNA, dentre outras) criou oportunidades inovativas em diversos setores da economia. Por exemplo, as tecnologias ligadas ao DNA/RNA podem ser aproveitadas em diversas áreas, na saúde humana, ciência animal, horticultura, engenharia ambiental, bioinformática, etc (OCDE, 2005). Isso revela como a biotecnologia, no papel de paradigma, redefine as trajetórias tecnológicas de diversos setores, sociais e econômicos.

O novo paradigma da biotecnologia pode ser visto como um resultado de novas necessidades ambientais ligadas, por exemplo, a conservação ambiental e ao aproveitamento sustentável da biodiversidade, como também, do esgotamento, revelado pela elevação dos custos de descobertas de novos produtos na área farmacêutica (SILVEIRA, 2002; CASA CIVIL, 2007).

Conforme já destacado, a partir dos anos de 1970, desde os primeiros estudos com DNA recombinantes, evidenciou-se o desenvolvimento da biotecnologia a nível mundial, principalmente após a aprovação do primeiro produto biotecnológico (insulina) em 1982 nos Estados Unidos e em outros países (SILVEIRA e BORGES, 2004).

Além das técnicas biotecnológicas possuírem variadas aplicações, essa tecnologia ocorre em “blocos lógicos” compostos pela interação de diversas disciplinas como biologia molecular, biologia celular, genética, bioquímica, química, bioinformática, física e diversas áreas da ciência médica (SILVEIRA e BORGES, 2004). Por isso, a biotecnologia é conhecida como uma tecnologia multidisciplinar, caracterizada pelo elevado nível de complexidade (SILVEIRA *et al*, 2004).

A sobreposição da biotecnologia como paradigma tecnológico dominante se deveu tanto a vantagens técnicas quanto econômicas. Os grandes avanços conquistados pela biologia molecular e nas ciências relacionadas, assim como o crescimento das oportunidades para produzir novos produtos e processos, ratificaram a posição da biotecnologia como paradigma tecnológico dominante (CEPAL, 2008). Contudo, as novas necessidades institucionais e as amplas transformações geradas na economia como um todo pelo estabelecimento desse novo paradigma, amplia, na prática, a noção de paradigma tecnológico para paradigma tecno-econômico.

As mudanças técnicas originárias da biotecnologia proporcionaram mais que avanços tecnológicos, formas muito mais complexas de interação, como também novos conhecimentos, formas de administração e organização. Seus desdobramentos afetam não apenas a esfera econômica, atingindo também as esferas sociais, institucionais, ambientais e até mesmo políticas (SILVEIRA, 2002; CEPAL, 2008, OCDE, 2005). Os impactos econômicos incluem reduções de custos de negócios, melhoramento de produtos e processos, aumento da competitividade internacional dos países e das empresas e em mudanças na própria estrutura industrial, de modo geral. Os aprimoramentos na área da saúde são os principais impactos sociais da biotecnologia.

novos aspectos de sustentabilidade têm influenciado os desenvolvimentos da biotecnologia em favor de processos de produção menos agressivos ao meio ambiente, afetando menos a biodiversidade.

No que se refere à esfera institucional, um dos requerimentos da biotecnologia se encontra em reformulações nas leis de direito da propriedade intelectual que permitam que os inovadores usufruam, por um determinado tempo, das vantagens criadas pela adoção de inovações advindas da biotecnologia, facilitando também a formação de redes de cooperação, típicas da área. A biotecnologia também cria novos caminhos de integração para o compartilhamento de conhecimentos e estimula o estabelecimento de diversos tipos de alianças entre os agentes. A institucionalização dessas relações pode ocorrer quando existe reciprocidade na forma de tipificação das ações habituais por parte de cada agente (BERGER e LUCKMANN *apud* WOLFE, 2010). Assim, várias adaptações tiveram que ser realizados no campo institucional para que o novo paradigma fosse difundido e absorvido pela economia e novas competências tecnológicas e de aprendizado fossem preservadas e transmitidas.

O avanço da difusão do novo paradigma técnico-econômico tem exigido mudanças na rotina, produção, capacidade de gerar novos conhecimentos e estratégias das empresas e na forma como as instituições (como universidades, institutos de pesquisas e administração pública) interagem com esses agentes. A capacidade de absorver o novo paradigma da biotecnologia passa, por exemplo, a depender fortemente de esforços com P&D e de intensa qualificação da mão de obra.

O quadro 2 resume algumas características importantes da biotecnologia como novo paradigma tecno-econômico, revelando os transbordamentos oriundos do seu desenvolvimento para diversos setores (saúde humana e animal, agricultura, meio ambiente e bioenergia); países que lideram o desenvolvimento da biotecnologia e os que ainda estão longe da fronteira tecnológica; fatores-chaves que servem como *inputs* para a produção da biotecnologia; a infraestrutura mais apropriada para a sua execução; as principais inovações geradas; a descrição da lógica de produção e suas formas dominantes; e, por fim, os possíveis estímulos gerados pela intervenção estatal.

Quadro 2- Características Principais da Biotecnologia como Paradigma Tecno-Econômico

Principais Características da Biotecnologia como de Paradigma Tecno-Econômico	
Início e Término	1970 - Em continuidade.
Descrição	Biotecnologia, tradicional e moderna.
Fatores- Chaves	Biologia molecular, biologia celular, genética, bioquímica, química, bioinformática, física área da ciência médica.
Setores Alavancados de Crescimento	Saúde humana e animal, agricultura, meio ambiente e bioenergia.
Infra-estrutura	Redes de cooperação, parques tecnológicos, base científica, incubadoras.
Outros Setores Crescendo Rapidamente	Nanotecnologias, tecnologias da informação, atividades espaciais.
Países Líderes	Estados Unidos, Japão, França, Inglaterra, Canadá, China.
Países em Desenvolvimento	Coréia, Índia, Singapura, Brasil, México, Argentina.
Principais Inovações Técnicas	DNA/RNA, proteínas e outras moléculas, cultura e engenharia de células e de tecidos, técnicas de processamento biotecnológico, vetores gênicos e de RNA, Bioinformática, Nanobiotecnologia
Lógica de produção quanto ao uso de fatores-chaves	Atividades biológicas, intensivas em conhecimento científico, preocupada com conservação ambiental e de recursos.
Padrões de produção dominantes	Interligação em rede, formação de spin offs e spin outs, de incubadoras, parques tecnológicos.
Forma de intervenção e Políticas Governamentais	Promoção de Interações, desenvolvimento do sistema de C&T, regulamentação, P&D.

Fonte: Lastres e Ferraz (1999), OCDE (2005), CEPAL (2008). Elaboração própria.

Em razão das novas necessidades e dos avanços científicos, típicas do século XX, a biotecnologia tem tendido a se tornar rotina em várias economias e empresas (ARBIX,2007). Porém, a complexidade dos processos inovativos ligados a essa tecnologia cria grandes desafios aos agentes que estão dispostos a investirem no seu

desenvolvimento e passa a demandar a participação de diversos indivíduos e organizações. Dessa forma, a Biotecnologia não pode ser tratada de forma linear, muito menos de maneira convencional (SILVEIRA, 2002). As dificuldades enfrentadas no seu desenvolvimento, ligados ao seu caráter multidisciplinar e às complexas interações ao longo da cadeia produtiva, impedem que as empresas biotecnológicas produzam de forma isolada, exigindo que densas redes de cooperação sejam formadas em prol da capacitação dos agentes, além da criação de novos mecanismos de regulamentação.

A biotecnologia também pode ser encarada como um dos *building blocks*, o regime tecnológico, que constitui diversos sistemas setoriais de inovação. O recorte teórico de sistemas de inovação, mais especificamente de sistemas setoriais de inovação, auxilia na compreensão desta lógica.

Na tipificação de Breschi e Malerba (1997), por exemplo, o autor considera a biotecnologia como sendo a base de conhecimento, determinante do regime tecnológico, do setor farmacêutico atual. A escolha pelo setor farmacêutico foi aleatória, visto que, a biotecnologia compõe a cadeia produtiva de diversos outros setores.

O setor farmacêutico, portanto, é classificado pelo autor como um setor de alta tecnologia que envolve conhecimentos e tecnologias extremamente complexos. A biotecnologia, como uma das bases de conhecimentos deste setor, combina conhecimentos tácitos e conhecimentos codificados. Os conhecimentos tácitos demandam relações informais (como mobilidade de pessoal, seminários, treinamentos e qualificação) para a transferência de conhecimento, priorizando a concentração geográfica das atividades para o aproveitamento dos *spillovers*. Já os conhecimentos codificados são repassados, em geral, por meio de relações formais (por exemplo, por meio de licenciamento da tecnologia), o que não restringe certas atividades a um local específico.

O regime tecnológico do setor farmacêutico, caracterizado pelo domínio tecnológico e pela base de conhecimento da biotecnologia, é marcado por condições de alta oportunidade, apropriabilidade, cumulatividade⁹ e por uma ampla variedade de possibilidades de soluções tecnológicas. Essas características serão essenciais na determinação da dinâmica e intensidade dos processos de competição e seleção, na distribuição geográfica dos inovadores, bem como na delimitação das fronteiras do

⁹As condições de apropriabilidade dependem de alta cumulatividade para garantia de lucros no longo prazo (MALERBA, 2002)

conhecimento característico do setor observado. Baseado na natureza complexa da base de conhecimento (biotecnologia) e nas características do regime tecnológico, explicitadas acima, do setor, Breschi e Malerba (1997) chegaram à conclusão que as fronteiras espaciais do conhecimento possuíam dupla dimensão: 1) local, aproveitando as externalidades geradas em clusters e 2) global, dada a necessidade de adquirir conhecimentos científicos e tecnológicos novos, que podem estar em qualquer parte do mundo.

Quanto à distribuição geográfica dos inovadores, todas as características do conhecimento citadas acima reafirmam a importância das externalidades locais e, portanto, a tendência do setor em concentrar as atividades produtivas. As regiões com maior concentração de empresas do setor são aquelas que oferecem melhores infraestrutura, maior concentração de agentes essenciais no desenvolvimento da atividade (tais como, universidades, institutos de pesquisa, agências de fomento, dentre outros) e de mão-de-obra qualificada. Agora, no que se refere à dinâmica neoschumpeteriana, percebe-se que existe uma forte tendência de concentração industrial no setor, no sentido em que, apesar de existir uma grande oportunidade de entrada no mercado de novos inovadores, a forte relação entre conhecimento gerado e o acumulado e da forte possibilidade de proteção da inovação (alta cumulatividade/apropriabilidade) limitam a extensão dos *spillovers* e beneficiam as empresas líderes, que se apoderam das vantagens inovativas. O quadro 3 sistematiza essas explicações.

Quadro 3 - Regime Tecnológico do Setor Farmacêutico de Acordo com a Metodologia de SSI

Biotecnologia sob a perspectiva de SSI				
Regime Tecnológico	Alta Oportunidade	Alta Apropriabilidade	Alta cumulatividade	Natureza base de conhecimento
Dimensões de SSI				
Dinâmica Schumpeteriana	<u>Experiência dos inovadores</u> é caracterizada por turbulências em termos de entrada e saída, alta instabilidade na hierarquia das firmas e pela tendência na direção da concentração setorial <u>Pequeno número de inovadores</u>: a alta oportunidade permite que novos inovadores continuem entrando. Embora, as firmas melhores sucedidas acabam obtendo maior sucesso e dominando grande parte do mercado, eliminando as outras firmas que não acompanharam os avanços (seleção)	Limita a extensão dos spillovers do conhecimento e permite que os inovadores mantenham as suas vantagens inovativas. Portanto, espera um alto nível de concentração industrial e um baixo número de inovadores	Nível da firma: está associado com um elevado grau de concentração industrial e uma pequena taxa de inovadores entrantes. O processo de seleção favorece o estabelecimento de líderes. Os inovadores acumulam conhecimento tecnológico e constrói vantagens inovativas que a impactam a competitividade e age como uma forte barreira à entrada.	
Distribuição Geográfica dos Inovadores	1- <u>Alta oportunidade</u>: Maior concentração geográfica dos inovadores em cada país Correlação com a concentração setorial 2- <u>Fonte de oportunidade</u> (relaciona-se com a disponibilidade e transmissão efetiva de conhecimento)		Nível da firma: alta apropriabilidade/ alta concentração dos inovadores e geográfica destes. Nível setorial: Amplas externalidades do conhecimento dentro do setor Nível local: importância das externalidades locais e capacidades de inovação acumuladas pelas firmas e instituições locais	Afetam como as firmas podem efetivamente conseguir acessar as oportunidades inovativas e as externalidades do conhecimento. Tácito, complexo e parte de um grande sistema: população de inovadores concentrados geograficamente/mecanismos de transferência de conhecimento são informais (benefício da clusterização: captura dos benefícios oriundos dos movimentos de spillovers.
Fronteira Espacial do Conhecimento	1- <u>Local</u>: caminho para solucionar problemas específicos 2- <u>Global</u>: a necessidade de adquirir novos conhecimentos científicos e tecnológicos leva a empresa a identificar e absorver conhecimentos genéricos advindos de fontes dispersas ao redor do mundo (mecanismos: patentes, alianças estratégicas, licenciamento, cooperação)			

Fonte: Breschi e Malerba (1997), Elaboração própria.

Além de compor o regime tecnológico de diversos SSIs com base biotecnológica, a biotecnologia afeta todas as demais dimensões que os formam. Essas outras dimensões mencionadas seriam a interação dos atores que compõem esses SSI, as instituições, formais e informais, que regulamentam essas relações e o mercado, assim como a demanda característica desses sistemas.

As atividades biotecnológicas nos diversos sistemas setoriais de inovação, em geral, envolvem a participação de um grupo heterogêneo de agentes: grandes empresas multinacionais, institutos de pesquisas, públicos e privados, agências de financiamento e de capital de risco, pequenas empresas (podem ser *spin offs*, *spin outs*, *start ups*) e as Novas Empresas Biotecnológicas (NEBs – empresas dedicadas exclusivamente a P&D). Esses agentes interagem e colaboram entre si tanto no nível nacional quanto no internacional, em busca de novos conhecimentos, financiamento, capital de risco, recursos humanos qualificados e regulamentação. A formação de *networks* colaborativas entre firmas e não firmas (universidades, institutos de pesquisa, agências de financiamento, *etc*) contribui para ganhos comuns.

O estabelecimento de redes de cooperação entre organizações com diferentes interesses nos setores com base biotecnológica passou a fazer parte de projetos estratégicos em função da complexidade das inovações, do grande envolvimento de conhecimentos tácitos e científicos e devido à multidisciplinaridade das tecnologias envolvidas em biotecnologia, que são, muitas vezes, complementares. Essas redes apresentam um caráter dinâmico e flexível, por isso, não existe um modelo pronto que possa ser copiado indiscriminadamente (PRESTES JUNIOR, 2008). As mesmas podem ser inter-organizacionais, entre diferentes organizações, empresas, institutos de pesquisa ou universidades.

O desenvolvimento da biotecnologia é bastante dependente de pesquisa básica, por isso as empresas biotecnológicas encontram os maiores especialistas dentro das universidades. Isso demonstra que o caminho da parceria é uma das formas de acessar um tipo de conhecimento que normalmente não existe no interior da empresa. Para dar continuidade às pesquisas iniciadas nas universidades, em geral, são constituídas *spin offs* e *start ups*¹⁰. É comum que estas empresas se estabeleçam inicialmente em incubadoras de empresas ou em áreas de concentração de empresas de alta tecnologia.

¹⁰As *Start ups* são empresas nascentes. Tanto as *start ups* quanto as *spin offs* podem também ter origem em pesquisas realizadas por empresas ou institutos de pesquisa.

Seja pela sua origem (pesquisa realizada na universidade), seja pelas necessidades tecnológicas, essas empresas mantêm uma íntima relação com as universidades e com os institutos de pesquisa, os quais dão suporte e abrigo às incubadoras, que auxiliam pequenas empresas a iniciarem os próprios negócios, com a infra-estrutura e o apoio administrativo necessário (JUDICE, 2004).

As Universidades e instituições de pesquisas, principalmente as públicas, são responsáveis por grande parte das atividades de pesquisa e dos investimentos em biotecnologia. São ainda os lugares onde a maioria do pessoal qualificado se concentra. Sabe-se, baseado no conceito de vantagens competitivas, que o recurso humano é um dos fatores primordiais para um desenvolvimento sustentável (BATALHA *et al*, 2004). Dada a complexidade inerente aos processos biotecnológicos, as empresas biotecnológicas atraem profissionais mais experientes, com uma extensa experiência acadêmica e com elevado nível de publicação (SILVEIRA *et al*, 2002). Está aí outro forte elo entre universidades, institutos de pesquisa e empresas.

As grandes empresas, em geral, participam do processo através de parcerias com as NEBs que se encontram na fronteira tecnológica (SILVEIRA e BORGES, 2004). As NEBs são empresas intensivas em pesquisa básica, visto que, em geral, surgem com a finalidade de dar continuidade às pesquisas básicas realizadas nas universidades, porém, possuem um cunho estritamente comercial, pois estão sempre em busca de novos produtos comercializáveis e rentáveis. Silveira e Borges (2004) afirmam que as NEBs equivalem a uma ponte que liga ciência básica e a indústria e que a formação de redes de cooperação é a maneira mais eficaz de terem os seus produtos desenvolvidos e comercializados.

As pesquisas demandadas no desenvolvimento da biotecnologia, em geral, são de longo prazo e envolvem um elevado teor de incerteza e risco. Esses riscos podem ser inerentes à tecnologia, configurando-se em “ameaças a saúde e ao meio ambiente”, ou podem ir além do impacto tecnológico, afetando aspectos sociais, econômicos e culturais (SILVEIRA *et al*, 2004).

Essas características, muitas vezes, criam dificuldades à P&D, especialmente quando o governo não assume uma posição ativa, com um forte marco regulatório, destinado para a proteção dos resultados obtidos com os avanços científicos e tecnológicos, e com programas designados à ampliação do volume de suporte financeiro, especialmente linhas de crédito de longo prazo. A P&D nessa área possui

um elevado grau de incerteza, assim, além de tentar minimizá-las, as instituições públicas são as grandes responsáveis pelo financiamento dessas atividades. Os capitais de risco são uma alternativa ao financiamento tradicional, que têm possibilitado expandir e dinamizar as atividades de pesquisa nessa área, principalmente em empresas que apresentam um diferencial tecnológico e expectativas de alta rentabilidade futura. Instituições financeiras organizadas a partir de capital de risco e mercados de ações são importantes fontes de capitalização para empresas biotecnológicas (SILVEIRA *et al*, 2002).

As instituições, públicas e privadas, são consideradas atores fundamentais para a articulação dos setores que envolvem biotecnologia. Argumentos favoráveis à intervenção estatal, por meio de instituições que tanto regulamentam como estimulam o desenvolvimento desses sistemas setoriais de inovação, discutem alguns campos da biotecnologia que necessitam da cobertura do estado, como: o favorecimento da formação de redes de cooperação (com incentivos voltados para a colaboração com o intuito de difundir o conhecimento e habilidades entre diferentes atores); o suporte à pesquisa biotecnológica; o incentivo à comercialização de produtos biotecnológicos; e o desenvolvimento de projetos que encorajem a aplicação e utilização da biotecnologia como um procedimento (OCDE, 2005).

Os esforços do governo para ampliarem a base de competência científica e tecnológica, notadamente, das instituições de ensino e pesquisa, são reconhecidos pelos agentes do sistema, que acabam respondendo positivamente a esses estímulos. As ações públicas devem, portanto, estarem baseadas em empreendimentos estratégicos que priorizem a formação de recursos humanos, a melhoria da infra-estrutura (tanto de laboratórios quanto das empresas) e o acesso a informações e que aumente a internalização de P&D nas empresas nacionais.

Principalmente no campo de ciências relacionadas à vida, como é o caso da biotecnologia, o papel das instituições vai além de incentivar a atividade inovativa, elas criam condições para a construção de redes de cooperação, fundamentais para o processo de inovação nessas áreas. Como a biotecnologia envolve conhecimentos multidisciplinares, complexos e dispersos por várias áreas de conhecimento, que exigem, na sua maioria, formação de redes de cooperação, as instituições formais devem garantir a apropriação dos benefícios resultantes de uma inovação por meio de leis que regulamentam o direito à propriedade intelectual, assim como o cumprimento

dos acordos contratados entre as partes, por exemplo. O desenvolvimento dessa tecnologia apresenta riscos tecnológicos consideráveis, em relação à saúde humana e animal e ao meio ambiente, por isso, é importante também que leis, como a lei da Biossegurança¹¹, ofereçam uma designação genérica para uma execução segura das atividades.

Porém, o estabelecimento de certas instituições como, por exemplo, leis que regulamentam a apropriação de recursos genéticos nacionais, podem se transformar em obstáculos ao desenvolvimento de processos biotecnológicos novos, já que não acompanham na mesma velocidade as mudanças geradas pelas novas necessidades do mercado, mesmo do desenvolvimento da própria tecnologia. O formato de todas essas instituições citadas, como outras, estão diretamente associadas ao país de origem (MALERBA, 2003)

De acordo com Silveira e Borges (2002) uma sociedade pode moldar o desenvolvimento de uma tecnologia por meio de instituições formais, ou seja, através de leis e órgãos governamentais e não-governamentais, responsáveis pelo controle e pela fiscalização do respectivo setor. Mas, a presença de instituições informais pode influenciar também a trajetória tecnológica de determinada tecnologia. No caso da biotecnologia, alguns receios (hábitos) da sociedade com relação aos transgênicos, por exemplo, assim como convenções tecnológicas que dominam as esferas do governo responsáveis pela aprovação ou reprovação da comercialização desses produtos, dificultam a difusão dessa tecnologia.

Portanto, a relação entre as instituições e o progresso técnico em qualquer área do conhecimento é sempre muito estreita, especialmente em áreas que lidam com ciências relacionadas à vida, como a biotecnologia (SILVEIRA e BORGES, 2004). O papel das instituições no processo de inovação e difusão da biotecnologia só pode ser compreendido se for considerado um conceito mais amplo, que abranja tanto as instituições formais como as informais (SILVEIRA *et al*, 2004).

Por fim, mudanças na demanda dos setores farmacêuticos e da agricultura influenciam o processo de mudança tecnológica do setor biotecnológico. As crescentes

¹¹ Esta lei (Nº 11.105) estabelece 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 organismos geneticamente modificados – OGM 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 (Ministério da Fazenda; 2012).

demandas por alimentos e ao mesmo tempo a vasta preocupação com preceitos ligados à sustentabilidade têm mudado e exigido diversas adaptações no modo como a agricultura vem produzindo. A revolução agrícola atual é muito mais dependente do uso intensivo de conhecimentos científicos e técnicas biotecnológicas do que de inovações mecânicas e químicas (SILVEIRA e BORGES, 2004). Em compensação, o setor farmacêutico tem enfrentado sinais de esgotamento da sua trajetória tecnológica, perceptíveis pela elevação de custos para descoberta de novos produtos (Silveira e Borges, 2004). A aplicação da biotecnologia é vista pelo setor farmacêutico, então, como uma solução vantajosa econômica e tecnicamente, visto que, em muitos casos, reduz o custo de produção e número de erros, principalmente na fase inicial da produção, além de abrir novas oportunidades em drogas genéricas (SILVEIRA *et al*, 2002; SILVEIRA e BORGES, 2004; MALERBA 2003).

Esse panorama apresentado pretende situar os desafios teóricos impostos pela biotecnologia moderna. Entretanto é importante salientar que a biotecnologia possui múltiplas dimensões que merecem um maior aprofundamento. Para vislumbrar a complexidade inerente a esse objeto e dar a devida atenção para as todas as suas dimensões é preciso que diversas correntes teóricas interajam para discorrer sobre o tema.

Por isso, o trabalho julgou ser mais apropriado utilizar duas abordagens, ambas inseridas no arcabouço teórico neo-schumpeteriano. São elas a abordagem de sistema setorial de inovação e a perspectiva de paradigmas tecnológicos e técnico-econômicos. Observa-se que no que concerne o tratamento da biotecnologia estas linhas teóricas apresentam uma grande complementaridade, na medida em que, tem-se a confiança que quanto mais desenvolvido os sistemas de inovação maior é difusão do novo paradigma. A velocidade com que o novo paradigma é absorvido pela economia depende, em grande parte, do contexto institucional e do nível de maturidade em que se encontra o sistema de C&T, medido pelas seguintes variáveis: P&D, capacidade de gerar conhecimento através de pesquisas pelas universidades e institutos de pesquisas, públicos e privados, qualificação da mão-de-obra (CEPAL, 2008). Os países que não impelirem o devido esforço para desenvolver os sistemas, nacional e setoriais, de inovação podem incorrer no sério risco de não conseguirem alavancar a produção nacional de biotecnologia, podendo perder competitividade internacional e não conseguir expandir a fronteira tecnológica.

As transformações que abrangem a biotecnologia ocorrem de maneira complexa na realidade, por isso, a importância dessas teorias que se ocupam em explicar de que maneira essas mudanças ocorrem, de modo a torná-las mais compreensíveis e holísticas. A introdução dos conceitos sistêmicos e de paradigmas auxiliará o trabalho a dissertar sobre os processos concorrenciais e seus desdobramentos dinâmicos típicos da biotecnologia.

Capítulo 2 – Os Padrões de Desenvolvimento da Biotecnologia no Brasil e no Mundo

O presente capítulo apresenta informações referentes à dinâmica da biotecnologia em alguns países desenvolvidos e em desenvolvimento, com a finalidade de identificar os cenários, internacional e nacional, e as suas peculiaridades e como os mesmo interferem no desenvolvimento da biotecnologia no mundo e no Brasil. Pretende-se, assim, analisar alguns indicadores relativos à biotecnologia. Será dada também uma grande ênfase à evolução do ambiente institucional brasileiro que regulamenta o mercado biotecnológico nacional.

Vários esforços empíricos vêm sendo desenvolvidos com intuito de mapear o comportamento dos agentes de biotecnologia no mundo. A OCDE realizou uma pesquisa com a finalidade de comparar o setor biotecnológico em vinte e dois países membros e quatro não-membros, durante o período de 2005 a 2010. Vale ressaltar que no Brasil, o esforço de mapeamento da biotecnologia no país é estruturado pela Fundação BIOMINAS (2001, 2007 e 2009) que realizou um estudo acerca da biotecnologia no Brasil de 2001 a 2009. Essas bases de informações procuraram entender o universo em que as empresas de biotecnologia estão inseridas, de acordo com as respectivas conjunturas, analisando as características relacionadas ao esforço inovativo e ao desempenho econômico dessas empresas. Ambas as bases de dados serão utilizadas pelo estudo para cumprir como objetivo do capítulo 2.

De maneira a propiciar uma exposição mais organizada, o capítulo foi dividido em três seções. A primeira seção desenvolve uma análise do cenário internacional da biotecnologia quanto ao nível de investimento em P&D, participação do setor público, número e porte de empresas biotecnológicas e número de patentes depositadas. A segunda seção analisa o panorama nacional da biotecnologia, seguido pela terceira seção que apresenta o ambiente institucional que permeia o desenvolvimento desta no Brasil.

2.1. Panorama Internacional da Biotecnologia

O objetivo dessa seção é construir um panorama internacional da biotecnologia. Com esse objetivo foi realizada uma pesquisa acerca de alguns indicadores inovativos

de países selecionados que, no caso, foram os países desenvolvidos de maior destaque na produção de biotecnologia global e os países em desenvolvimento que também conquistaram certo espaço na área. A análise se centra no estudo da estrutura de mercado, da dinâmica da biotecnologia quanto ao número e o perfil das firmas biotecnológicas instaladas, dos gastos, das empresas e do governo, com P&D e, por fim, dos transbordamentos característicos da área. Pretende-se com esta análise apontar alguns elementos dos sistemas de inovação, nacionais e setoriais, que propiciam uma maior difusão do paradigma tecno- econômico da biotecnologia em alguns países do que em outros, ou mesmo setores e regiões.

O Setor de Biotecnologia ocupa um lugar de destaque dentro das prioridades das agendas políticas dos governos, tanto dos países desenvolvidos quanto dos países em desenvolvimento. O amplo conjunto de oportunidades criado pela biotecnologia, sobretudo nas áreas de saúde e de agricultura, demonstra a essencialidade do seu desenvolvimento como estratégia de competição e ampliação da inserção externa, principalmente em países em desenvolvimento, como o Brasil.

A biotecnologia oferece um amplo conjunto de benefícios à sociedade relacionados ao meio ambiente e à saúde. O aumento da possibilidade de descobertas de curas de doenças como Alzheimer e testes genéticos para câncer, bem como o aumento da capacidade de gerar energia renovável e produzir bens primários em maior escala, degradando menos o meio ambiente, mostra algumas vantagens cobertas pela biotecnologia. Deste modo, vários países têm direcionado crescente esforço para melhorar as pesquisas-chaves nessa área, capacitar as empresas nacionais e aumentar os investimentos públicos e privados. Esses esforços têm sido impelidos por meio, principalmente, de políticas públicas voltadas para o incentivo da P&D (através de linhas de crédito ou subsídios), qualificação da mão de obra, formação de *clusters* (com o epicentro em parques tecnológicos), oferta adequada de capital de risco (formação de fundos de *capital venture*) e melhoramento da relação de cooperação internacional, entre P&D e universidades e indústrias (OCDE, 2010).

O mercado mundial de biotecnologia entre o ano de 2002 e 2006 cresceu a uma taxa composta de crescimento anual (CAGR)¹² de 13,4%. O mercado norte-americano movimenta grande parte capital do mercado biotecnológico (ABDI e CGEE, 2008). Na

¹²A taxa de crescimento anual composta (CAGR) é uma taxa média que mede o crescimento durante diversos anos, ou seja, é uma média geométrica de taxas de crescimentos anuais.

Ásia e no Pacífico, dentre os países que mais se destacam, o Japão é o mais avançado na área da biotecnologia, por causa principalmente do trabalho conjunto desenvolvido pelo governo japonês, universidades e setores privados, voltado, especialmente, para construção de uma infraestrutura adequada às necessidades das empresas inovativas *start ups* (Ernst e Young, 2011). Em seguida, as atenções se voltam para Cingapura, Taiwan, China, Índia e Austrália (ABDI e CGEE, 2008). O governo Chinês, por exemplo, investiu aproximadamente US\$ 40 bilhões na indústria biotecnológica apenas em 2010, e o governo de Cingapura espera aumentar 20% os investimentos em biotecnologia nos próximos cinco anos, ou seja, pretende-se gastar aproximadamente US\$ 12,5 bilhões em P&D no setor (ERNST e YOUNG, 2011).

A partir desse momento será abarcado o comportamento das empresas que compõem os sistemas de inovação e a dimensão dos mercados pertinentes. De acordo com a OCDE (2009) a definição mais apropriada de empresa biotecnológica é:

“A biotechnology firm can be defined as a firm that is engaged in biotechnology by using at least one biotechnology technique (as defined in the OECD list-based definition of biotechnology techniques) to produce goods or services and/or to perform biotechnology R&D. Some of these firms may be large, with only a small share of total economic activity attributable to biotechnology” (OCDE, 2009, p. 10).

Os Estados Unidos possuem o maior número de firmas biotecnológicas, com 8.583 firmas¹³, seguido pela França (1743 empresas biotecnológicas), Alemanha (1.201 firmas), Coreia (1.191) e pelo Japão (925 empresas instaladas). Segundo Ernst e Young (2011), no ano de 2010 as companhias biotecnológicas dos EUA, juntamente com as da Europa e do Canadá movimentaram cerca de US\$ 25 bilhões.

A medida tomada pelo governo Japonês¹⁴ com relação às linhas de financiamento direcionadas para as empresas biotecnológicas, com juros subsidiados, favoreceu a abertura de novos empreendimentos no país, que desde 1999 passou a vivenciar um aumento significativo da quantidade dessas empresas. Mais do que isso, a aliança entre o governo japonês, universidades e setor privado em prol da constituição de uma infraestrutura adequada, também possibilitou o surgimento de empresas *start ups* biotecnológicas¹⁵ (de acordo com ERNST e YOUNG (2011), cerca de 500 empresas foram criadas em um curto espaço de tempo). Na França, políticas

¹³ Segundo Ernst e Young (2011), de 2009 para 2010 o número de empresas biotecnológicas se manteve estável, enquanto o número de empregados aumentou 5%.

¹⁴ Programa “*Basic Policy Towards Creation of Biotechnology Industry*” (1999).

¹⁵ *Venture-backed biotechnology companies*.

governamentais também são as grandes responsáveis pelo aumento do número de empresas especializadas em biotecnologia no mercado (CEPAL, 2008).

As empresas especializadas em biotecnologia fazem parte de um subgrupo de empresas biotecnológicas, cuja atividade principal envolve a aplicação de técnicas biotecnológicas (como definido na lista básica de definição das técnicas biotecnológicas da OCDE) para produzir produtos ou serviços ou para executar P&D em biotecnologia (OCDE, 2009). Diferentemente das empresas biotecnológicas, a maior parte da atividade econômica dessas empresas não está ligada a produção da biotecnologia, mas sim a aplicação de técnicas biotecnológicas.

A tabela 1 apresenta o posicionamento de nove países em termos de número de empresas atuantes na área de biotecnologia, exclusivamente.

Tabela 1 - Número de Empresas de Biotecnologia e Especializadas em Biotecnologia

Países	Número de empresas biotecnológicas	
	Firmas Biotecnológicas	Firmas Especializadas em Biotecnologia
Estados Unidos (2009)	8.583,0	2.370
França (2008)	1.743,0	676
Japão (2008)	925,0	
Coréia (2008)	1.191	358
Alemanha (2010)	1.201	538
Reino Unido (2010)	487,0	
Dinamarca (2009)	223,0	66
Portugal (2009)	148,0	43
África do Sul (2006)	116,0	38

Fonte: OECD (2011a).

Os Estados Unidos é o país que detêm o maior número de empresas especializadas em biotecnologia (2.370 firmas), com tendência ascendente. O ambiente cultural e institucional propício ao empreendedorismo facilita a disseminação e comercialização dos produtos biotecnológicos novos pelo mercado norte americano. Neste país, tanto as instituições formais quanto as informais favorecem o relacionamento entre pesquisadores e empresários. A grande quantidade de recurso disponibilizada para o desenvolvimento científico e tecnológico em biotecnologia, pelo governo americano, por algumas empresas privadas e fundações, também impacta

diretamente a capacidade do país de associar as atividades de pesquisa em biociências às indústrias. Esses aspectos aliados ao caráter comercial dos institutos de pesquisas americanos e ao avanço do conhecimento de fronteira nas universidades foram cruciais para o surgimento de novas empresas nessa área. O Japão, apesar da sua reconhecida destreza com pesquisas biotecnológicas, possui ação empreendedora restrita por parte dos cientistas japoneses. Por isso, a ação estatal voltada para o desenvolvimento da biotecnologia moderna a partir, principalmente, de investimentos em P&D é tão proeminente.

O movimento de criação de empresas no mercado dos EUA ocorre, na maioria das vezes, por meio de *spin offs*, resultado da continuação de pesquisas iniciadas nas universidades, e através de *spin outs* advindas de descobertas de empresas afins. As *start-ups* financiadas por capital de risco também se configuram como importantes iniciativas em prol da disseminação do conhecimento científico na indústria, principalmente no setor de biotecnologia. Nesse setor, muitas vezes, a pesquisa se concentra em institutos de pesquisas e em universidades e exige um longo período para maturação, dado o caráter incerto das pesquisas biotecnológicas. Nessa direção, mais uma vez é preciso ressaltar que o elevado nível de desenvolvimento do mercado de capitais dos EUA facilita o acesso por essas empresas a capital de risco com prazos mais longos, melhorando significativamente as condições de financiamento do setor, que necessita sempre de técnicas cada vez mais modernas e caras.

A França segue em segundo lugar com 676 firmas especializadas, a Alemanha em terceiro com 538 firmas e a Coréia em quarto com o número de 358 empresas especializadas. Segundo a OCDE (2009) a União Européia tem no total 2.075 empresas especializadas em biotecnologia. A maioria dessas empresas especializadas em biotecnologia possui menos de 50 funcionários (OCDE, 2009). É importante também ressaltar que dada a composição do mercado europeu, formado por indústrias de tamanhos diferentes, existem menos potenciais “*hunters*” (ERNEST e YOUNG, 2011).

O estudo realizado pela Global Bioeconomy Consulting LLC (2006), apontado pela pesquisa da ABDI e CGEE (2008), posiciona 35 países em termos de número de empresas, públicas ou privadas, excluindo EUA e a Argentina. De acordo com este estudo, a Índia é o país que concentra o maior número de empresas biotecnológicas, com 810 empresas. O Brasil segue em 11º lugar no ranking. Entretanto, baseados nos resultados apontados pela OCDE (2011a), verifica-se que a depois do Estados Unidos, o

maior detentor de empresas biotecnológicas, a França é o segundo país com o maior número de empresas biotecnológicas, com 1.743 empresa, seguida pelo Reino Unido (1.201), Coréia do Sul (1.191) e Japão (925).

Mas, não se pode esquecer que o mercado biotecnológico indiano apresenta um grande potencial em termos de empregos e receitas esperadas, evidenciando esse país no mercado mundial. O grande contingente de mão-de-obra qualificada formada anualmente no país¹⁶, bem como a participação proativa do governo (oferta de infraestrutura propícia para pesquisa (laboratórios), universidades públicas, formação de incubadoras e parques tecnológicos e por meio da regulamentação desse mercado) têm contribuído para que esses avanços.

No período de 2005 e 2006, de acordo com a ABDI e CGEE (2008), a bioindústria indiana movimentou US\$ 1,07 bilhão. As empresas biotecnológicas indianas tem se destacado pelo desenvolvimento de tecnologias de fronteiras na área que conta, em alguns momentos, com parcerias internacionais.

A China, por sua vez, é um país que promete ainda obter muito sucesso na área de biotecnologia nos próximos cinco anos (ERNST e YOUNG, 2011). A sua estratégia baseada em empresas especializadas em P&D biotecnológico, principalmente focadas no desenvolvimento de novos medicamentos passíveis de competir com as multinacionais e com ampla aceitação internacional, tem substituído eficazmente a política passada de substituição de importação. Outra ação para superar os desafios impostos pela meta do governo chinês, de se tornar uma das potências na área, está ligada ao aumento dos investimentos em empresas de serviços na área médica, pois oferece vantagens competitivas, apesar de ter uma baixa participação no depósito de patentes (ERNST e YOUNG, 2011).

Quanto ao esforço inovativo, pode-se afirmar que os Estados Unidos é o país que mais gasta com pesquisa e desenvolvimento na área de biotecnologia. Em 2009, o país despendeu US\$ 22 bilhões de dólares em P&D, apenas no setor empresarial; seguido pela França, Alemanha e Canadá, com o total de gastos das firmas com P&D

¹⁶ “A Índia possui mais de 300 instituições educacionais de alto nível que oferecem cursos em biotecnologia, bioinformática e ciências biológicas, formando cerca de 500.000 estudantes por ano. Possui ainda, mais de 100 universidades de medicina, que formam cerca de 17.000 profissionais por ano. Mais de 300.000 pós graduandos e PhDs são qualificados anualmente nas áreas de biociências e engenharia” (ABDI e CGEE).

no valor de aproximadamente, US\$ 2,5, 1,3 e 1bilhões de dólares, respectivamente (OCDE, 2011^a; 2011b).

Para a Global (2007), a falta de capital disponível para o financiamento de pesquisas e a escassez de mão-de-obra qualificada, com experiência, são dois obstáculos constantemente enfrentados pelos empresários da área. Os grandes volumes de recursos disponibilizados para pesquisas pelos Estados Unidos se devem, em grande parte, ao grau de desenvolvimento dos mercados de capitais americanos¹⁷. A receita das empresas americanas de capital aberto, de acordo com Ernst e Young (2011), cresceu a uma taxa de 10% em 2010 para 61,6 bilhões de dólares. A existência de um mercado de capital mais desenvolvido possibilita o uso dos recursos financeiros (capital semente e capital de risco) por períodos mais longos, o que favorece a P&D na área, visto que, devido à incerteza inerente ao seu processo de desenvolvimento e em relação aos resultados almejados, a sua realização acontece durante um longo período de maturação (ABDI e CGEE, 2008; SILVEIRA *et al*, 2002). Entretanto, mesmo dentro dos Estados Unidos, existem regiões que sentem as mesmas dificuldades, enfrentadas também por outros países, causadas pela falta de capital (GLOBAL, 2007).

Na Europa, pode-se observar também um bom funcionamento do mercado de capital de risco, especialmente no Reino Unido, na Alemanha e na França. O Reino Unido é o país que mais conseguiu alavancar capitais de risco para o financiamento das empresas biotecnológicas sediadas no país. Esse continente, que havia diminuído 2% as despesas em P&D, em 2009, retomou o crescimento, aumentando 5% os gastos com P&D em 2010 (ERNEST e YOUNG, 2011).

O mercado biotecnológico chinês, no mesmo sentido, foi largamente favorecido pela maior articulação dos mercados de capitais domésticos (ERNST e YOUNG, 2011). No ano de 2010, houve um forte crescimento dos investimentos de capital de risco, IPOs (*Initial public offering*), operações F&A (Fusão e Aquisição)¹⁸ e de financiamento

¹⁷Os EUA dominam os financiamentos mundiais (Ernst e Young, 2011).

¹⁸IPO é a primeira venda de ações de uma empresa privada para o público, enquanto operações M&A referem-se às estratégias corporativas ou acordos financeiros e administrativos, que definem compras e vendas de empresas por diferentes organizações, com o objetivo de implementar uma estratégia de rápido crescimento sem criar uma nova sede, nem mesmo por meio de uma *joint venture*. Na indústria farmacêutica operações de F&A são componentes estratégicos e, relativamente, comuns (ERNST e YOUNG, 2011).

públicos, na China, o que beneficiou o setor de ciências biológicas nesse ano¹⁹ (ERNST e YOUNG, 2011). O Japão, mesmo após a crise de 2008, procurou alavancar novamente o seu mercado de capitais de risco com o objetivo de restaurar o dinamismo e revigorar o mercado de IPOs. A maior parte dos recursos oriundos das transações de IPOs, em 2010, foi destinada a P&D e para estratégias de globalização (ERNST e YOUNG, 2011).

Outro fator importante que aumenta o destaque dos Estados Unidos mundialmente refere-se à presença de uma forte indústria farmacêutica, com elevado gasto com pesquisa e desenvolvimento (ABDI e CGEE, 2008). A forte interação entre empresas farmacêuticas, empresas biotecnológicas e universidades em busca de avanços científicos tecnológicos, confere ao mercado norte americano um intenso dinamismo, responsável pelo ótimo desempenho dos inovadores da área²⁰.

Tabela 2 - Total de gastos em P&D biotecnológico no setor empresarial

Países	Total de P&D em Biotecnologia	
	Milhões USD PPP	BERD (%)
Estados Unidos (2009)	22.030,0	7,6
Canadá (2007)	944,5	7,2
França (2008)	2.454,9	9,1
Coréia (2008)	957,5	2,8
Alemanha (2010)	1.262,6	2,2
Dinamarca (2009)	463,7	11,0
Portugal (2009)	37,1	1,8
África do Sul	19,0	0,8

BERD: Business Expenditures on R&D. ND: Não Disponível

Fonte: OECD (2011a); OECD (2011b).

Os gastos em P&D das empresas (*Business Expenditures on R&D*) é um indicador criado pela OCDE (2009) que mede a porcentagem de gastos empresariais com P&D em biotecnologia. Quatro países analisados se destacam pelo enfoque dado à P&D em biotecnologia pelo setor empresarial. A Dinamarca lidera com 11% do P&D

¹⁹ A China se tornou o líder global em IPO devido às claras oportunidades de crescimento sinalizadas pelo mercado chinês. IPOs de ciências biológicas continuaram crescendo em 2010, em número e volume (ERNST e YOUNG, 2011).

²⁰ A presença de firmas especializadas em biotecnologia e de grandes empresas farmacêuticas encorajou a formação de vários tipos de alianças, fortalecidas, por sua vez, pela grande disponibilidade de capital de risco e financiamentos públicos (CEPAL, 2008).

empresarial focado em P&D biotecnológico, seguido pelo Japão (9,1%), Estados Unidos (7,6%) e Canadá (7,2%).

Além de investir em P&D, as grandes corporações internacionais focadas no desenvolvimento de biotecnologia estão procurando formas alternativas de acesso à conhecimentos, que podem ser portas de entrada para novos mercados consumidores, como, por exemplo, por meio de relações de cooperação entre empresas, institutos de pesquisas e universidades. As operações de fusão e aquisição também podem ser alternativas adotadas por empresas biotecnológicas em busca de competitividade. Entretanto, esse tipo de estratégia envolve riscos operacionais que devem ser analisados com cautelas. Grandes empresas americanas também têm freqüentemente adotado estratégias de fusão e aquisição com a finalidade de aumentar ainda mais a competitividade e manter a liderança comercial.

Apenas 11,7% da pesquisa e desenvolvimento em biotecnologia nos Estados Unidos são realizadas por pequenas empresas de P&D biotecnológico. Quando se analisa a porcentagem de P&D, no ano de 2010, executada pelas empresas líderes comerciais e pelas empresas emergentes (de menor porte), separadamente, verifica-se que enquanto as primeiras aumentaram 7% dos seus gastos com P&D, as últimas reduziram esses gastos em 1% (Ernst e Young, 2011). Isso se deve principalmente às diferentes condições de capitalização no mercado de uma empresa para outra. O desempenho no mercado de ações das empresas de menor porte é inferior ao das empresas líderes²¹ (ERNST e YOUNG, 2011).

Além da diferenciação entre diferentes empresas americanas, existe ainda uma grande disparidade entre algumas regiões focadas no desenvolvimento de biotecnologia nos EUA em termos de disponibilidade de recursos para o financiamento das atividades. Clusters mais desenvolvidos, com um sistema de inovação mais articulado e dinâmico, acabam dominando o sistema de financiamento, especialmente o de capital de risco, na medida em que apresentam maiores vantagens e, portanto, repassam uma maior segurança aos investidores (ERNST e YOUNG, 2011). Boston e São Francisco, por exemplo, são duas regiões que concentram um grande número de empresas de biotecnologia, pelo fato de manterem sinergias positivas entre empresas, universidades, departamento acadêmico e por deterem um elevado montante de financiamento de

²¹ O capital levantado pela indústria americana recuperou os níveis pré-crise, porém esses recursos têm sido destinados a um grupo de empresas cada vez mais concentrado. A parcela de 83% de financiamento nos EUA esteve voltada para apenas 20% das melhores empresas do mercado (Ernst e Young, 2011).

capital de risco, atraídos pelas vantagens apresentadas por esses mercados (MELDMAN e ROMANELLI, 2006; ERNEST e YOUNG, 2011).

Ao contrário do que acontece nos EUA, na Europa verifica-se que ambas as empresas apresentaram aumento dos gastos com P&D em 2010, apesar dos gastos das empresas líderes comerciais terem sido maiores (ERNST e YOUNG, 2011). Na Alemanha, Portugal, Canadá e na Coreia, 42,3%, 40,6%, 33,9% e 30,4% da P&D em biotecnologia, respectivamente, é feita por empresas de P&D biotecnológico de pequeno porte. Mesmo com um ambiente de financiamento mais vulnerável e avesso a risco, novas fontes de financiamentos não tradicionais tornaram-se mais freqüente no financiamento da biotecnologia na Europa como o *Corporate venture capital (CVC)*²² (ERNST e YOUNG, 2011).

Tabela 3 - Porcentagem de Empresas com Menos de 50 Funcionários e de P&D Realizada Por Pequenas Empresas de P&D Biotecnológico

Países	Empresas com menos de 50 empregados (%)	Porcentagem de P&D em Biotecnologia Realizada por Pequenas Empresas de P&D Biotecnológico (%)
Estados Unidos (2009)	76,0	11,7
Canadá (2005)	75,0	33,9
França (2008)	71,7	12,2
Japão (2008)	42,5	-
Coreia (2008)	60,9	30,4
Alemanha (2010)	86,4	42,3
Dinamarca (2009)	74,0	12,1
Portugal (2009)	59,4	40,6
África do Sul (2006)	89,0	-

Fonte: OECD (2011a).

A maioria dos países analisados tem a estrutura de mercado composta por um grande número de empresas com menos de 50 funcionários. Oitenta e nove por cento do mercado biotecnológico da África do Sul é formado por empresas com um número menor que 50 funcionários. O mercado alemão acompanha essa tendência, visto que,

²² O CVC é o investimento de fundos corporativos aplicados diretamente em empresas start-up. Por exemplo, a participação acionária em uma empresa pequena, mais inovadoras ou especializadas, por outra grande empresa, a qual também pode auxiliar no gerenciamento e com a estratégia de marketing, pode ser considerado um financiamento do tipo de CVC.

86,4% do mercado são compostos por pequenas empresas com no máximo 50 funcionários, acompanhado pelos Estados Unidos (76%), Canadá (75%), Dinamarca (74%) e Coréia (60,9%).

É sempre bom falar de alguns países que não foram abarcados pela pesquisa feita pela OCDE (2011a e 2011b), mas possuem um relevante papel no mercado mundial, como a Índia, por exemplo. A maior parte da indústria biotecnológica da Índia é composta por pequenas e médias empresas, muitas das quais tem como atividades principais centradas na área de serviços e na produção de vacinas, que por sinal, é a grande responsável pela elevada competitividade indiana (ERNST E YOUNG, 2001).

De acordo com a OCDE (2009), P&D biotecnológico realizado pelo setor público corresponde à P&D feita tanto pelo governo como pelo ensino superior. Dentro de cinco países, o governo alemão é o que mais investe em P&D biotecnológico com 4.605 milhões USD, seguido pela Coréia (1.908,7 milhões) e pelo Canadá (724,4 milhões). Apesar do valor despendido com P&D em biotecnologia pelo governo coreano ser menor que a metade dos gastos do governo alemão, a porcentagem desses gastos em relação ao gasto total do governo com P&D é alta, assim como na Alemanha. Isso demonstra a importância que ambos os governos conferem à biotecnologia e, portanto, à P&D biotecnológica.

Mesmo não tendo os dados disponibilizados pela OCDE (2011a e 2011b), sabe-se que, além do sistema de inovação norte americano possuir diversas condições favoráveis ao desenvolvimento da biotecnologia, o governo norte americano é o governo que mais investe em P&D na área. Isso aumenta a atratividade desse mercado para a instalação de pesquisas de empresas estrangeiras e demonstra como a participação da esfera pública é vital para a manutenção da liderança desse país na primeira posição do ranking de países com maior número de empresas de biotecnologia (ABDI e CGEE, 2008).

Tabela 4 - Total de Gastos Públicos em P&D em Biotecnologia (Milhões USD PPP) e Porcentagem desses Gastos no Total de Gastos Públicos com P&D

Países	% de P&D Público em Biotec no Total dos Gastos com P&D Público (%)	Total dos Gastos P&D Público em Biotec (Milhões USD PPP)
Canadá (2008)	6,69	724,4
Coréia (2008)	18,16	1.908,7
Alemanha (2008)	19,31	4.605,0
Dinamarca (2009)	9,65	199,1
Portugal (2008)	2,11	32,6

Fonte: OECD (2011a); e OECD (2011b).

A China também tem tentado se consolidar como uma grande potencia na área de C&T. Em particular, na área de biotecnologia, os esforços em P&D são crescentes, assim como os investimentos destinados à área. Hoje o país já possui uma infraestrutura propícia ao desenvolvimento de inovações, com laboratórios, institutos de pesquisa e universidades, todos interligados. Pode-se afirmar que parte significativa do orçamento tanto da Academia Chinesa de Ciências (CAS) quanto da Fundação Nacional de Ciências Naturais (NSFC), dois importantes órgãos chineses na esfera de C&T, é destinado às áreas de biociência e biotecnologia (ABDI e CGEE, 2008). O financiamento dessas atividades é facilitado pela diversidade de fontes de recursos disponibilizadas para o desenvolvimento da biotecnologia. Ademais, algumas parcerias internacionais ou acordos multilaterais como, por exemplo, o acordo de livre comércio entre a China e a Nova Zelândia, abrem novos caminhos para maiores investimentos em biotecnologia.

Na Índia, o mercado de capitais de risco ainda é pouco desenvolvido, além de existirem poucas empresas com o capital aberto, isto é, poucas empresas possuem IPOs. Por isso, o governo indiano exerce um papel fundamental de suporte à indústria. O governo indiano, em 2010, criou planos estratégicos com o objetivo de montar um fundo de risco com um montante de US\$ 100 bilhões para dar apoio a P&D e ao melhoramento da infraestrutura (principalmente por meio de parques tecnológicos), do setor de saúde.

Países como China, Índia e países africanos possuem uma séria necessidade em encontrar meios eficazes e seguros para produzir uma maior quantidade de alimentos, tanto devido a aspectos demográficos quanto às questões ligadas à segurança alimentar.

Dessa forma, os desafios da biotecnologia exigem desses países mais do que meros avanços na área da saúde ou reduções de custo de produção, trata-se da necessidade de combater a fome, evitando a morte ou a desnutrição em massa de grande parte da população (GLOBAL, 2007).

A Pesquisa e Desenvolvimento em biotecnologia demandam um elevado investimento inicial devido, principalmente, à necessidade de mão-de-obra qualificada e de infraestrutura adequada. Países menores como Cingapura, Islândia, Israel e Cuba, muitas vezes, não possuem essas qualidades porque encontram dificuldades em atingir economia de escala e possuem uma base de pesquisa relativamente pequena e escassez de financiamento de risco (GLOBAL, 2007). Importantes iniciativas deveriam ocorrer na direção dos recursos locais, na tentativa de gerar economia de escala e criar sinergias, e de parcerias internacionais, tanto financeiras quanto de pesquisas. Para tanto, o quadro de políticas nacionais destinadas a esse mercado conta muito. A Alemanha e a França, até mesmo Cingapura, estão implementando fortes políticas de incentivo para alavancar a indústria de biotecnologia doméstica (GLOBAL, 2007).

No que se refere aos resultados dos desenvolvimentos biotecnológicos internacionais medidos por patentes, primeiramente, deve ser lembrado que o caráter multidisciplinar da biotecnologia, a extensa aplicabilidade e reformulações dos sistemas de propriedade intelectual têm criado oportunidades importantes para a aplicação da biotecnologia, que impactam, sobretudo na evolução do número de patentes (CEPAL, 2008). Até 2002 o número de patentes concedidas pela USPTO aumentou significativamente. Essa tendência começou a acelerar em 1995 e depois a declinar em 2002, em parte por que as restrições impostas pelas autoridades responsáveis pela aprovação dos pedidos de patentes em biotecnologia passaram a ser mais severas (CEPAL, 2008).

A “monetização da propriedade intelectual”, segundo Cepal (2008), reestruturou a indústria biotecnológica, com a ajuda de inovações institucionais. Juntos esses dois eventos ampliaram o conjunto de produtos passíveis de patenteamento e de organizações aptas a entrarem na indústria. O processo de monetização da propriedade intelectual permite que pesquisadores ou empresários obtenham lucros a partir do produto criado e também do conhecimento gerado, que pode ser transferido a partir da venda da licença do produto patentado.

Na tabela 5 é possível visualizar como as patentes concedidas pela U.S. Patent and Trademark Office (USPTO) se distribuem pelos países, desenvolvidos e em desenvolvimento. Há um contraste expressivo de patentes concedidas entre esses dois grupos de países.

Tabela 5 - USPTO Patentes em Biotecnologia por País: 2000-2008

	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Estados Unidos	2.156	2.351	2.121	1.849	1.625	1.336	1.682	1.631	1.372
Japão	258	288	242	220	212	217	297	288	285
Alemanha	125	182	154	177	160	126	143	148	151
Reino Unido	130	161	136	101	89	66	99	111	75
França	101	126	93	116	81	73	87	81	67
Canadá	112	116	105	78	74	53	71	78	57
Dinamarca	64	72	44	50	27	29	37	33	29
Coréia do Sul	16	34	29	28	20	28	55	45	45
Índia	5	9	23	27	19	16	25	25	20
China	2	6	3	7	7	8	16	15	11
Rússia	0	6	12	7	6	9	7	11	12
México	3	3	2	3	1	2	0	0	2
Brasil	0	5	2	1	4	0	2	2	1

Fonte: USPTO (2011)

Os países asiáticos obtiveram muito mais patentes concedidas pela USPTO a partir da década de 1990. Isso se deve às políticas públicas de financiamento voltadas para P&D e ao retorno de trabalhadores experientes e qualificados ao país de origem (CEPAL, 2008). A Coréia do Sul, por exemplo, apresentou uma trajetória ascendente, que se sobressaiu dentre os demais países emergentes.

Os Estados Unidos se sobressai na maioria dos quesitos analisados, referente à biotecnologia. Não é diferente com relação ao número de patentes desse país registrado na USPTO que, por sinal, é a maior quantidade. Mais que isso, verifica-se que o número de patentes concedido pelo USPTO em biotecnologia aos Estados Unidos é maior do que o número concedido a todos os outros continentes. Mesmo a Europa e a Ásia, que competem diretamente com esse país, não possuem nem a metade do depósito de patentes aprovados dos EUA (USPTO, 2011). As empresas farmacêuticas européias têm buscado ultimamente renovar os seus modelos de negócios e aumentar a produtividade,

como maneira de atrair mais capitais de riscos e, assim, tampar o imenso buraco causado pelo baixo número de patentes e P&D em relação aos EUA (ERNST E YOUNG, 2011). Essa nova estratégia tenta driblar a tendência decrescente do número de investidores na Europa e desconcentrar o financiamento.

Mesmo quando sai do sistema de patenteamento norte americano e observa a participação em patentes de biotecnologia em geral, como se pode observar na tabela 6, dentre os 18 países analisados os Estados Unidos mantêm-se na liderança como uma ampla margem de vantagem. Do total das patentes analisadas 41,52% é dos Estados Unidos, seguido pelo Japão (11,01%), Alemanha (7,25%) e pela França (com 4,54).

Os BRICs seguem em 5º lugar com a participação de 4,16% em patentes de biotecnologia. O Brasil se destacou bastante em relação à produção científica mundial em vários temas de fronteira e também apresentou um nível alto de empregabilidade na área (ABDI e CGEE, 2008). Entretanto, esses resultados favoráveis não se replicam quando se analisa os indicadores de propriedade intelectual. Entre os 19 países analisados, o Brasil se encontra na 14º posição, na frente apenas da África do Sul, Portugal, México, Chile e Argentina. A China (9º lugar com 2,17%), a Índia (11º com 0,89%) e a Rússia (13º com uma participação de 0,54%) se sobressaem em relação ao Brasil, em termos de propriedade intelectual.

As empresas indianas, segundo a consultoria Ernst e Young (2011), estão bem posicionadas nas pesquisas em 48 produtos biológicos, com grandes chances de patenteamento na próxima década e rendimento estimado em US\$ 73 bilhões. Cingapura é considerado um país com forte sistema de proteção da propriedade intelectual. Como pode ser observado na tabela 6, a Cingapura se encontra na 12º posição, com uma participação de 0,59% das patentes mundiais em biotecnologia. Existem grandes expectativas em cima desse país quanto ao crescimento da biotecnologia devido às parcerias firmadas com multinacionais (*joint venture*, por exemplo), infraestrutura moderna, localização estratégica, marco regulatório favorável e existência de mão-de-obra qualificada (ERNST E YOUNG, 2011). Porém, os recursos disponíveis para o financiamento de atividades ligadas a biotecnologia ainda são escassos.

Tabela 6 - Participação em Patentes de Biotecnologia

Países	Participação dos países em patentes de biotecnologia (%)	Índice de patentes com base em pedidos depositados	
		1997-99	2007-09
Estados Unidos	41,52	1,3	1,4
Japão	11,01	0,8	0,6
Alemanha	7,25	0,5	0,6
França	4,54	0,9	1,0
BRICs	4,16	1,1	0,6
Reino Unido	4,16	1,1	1,1
Coréia	3,11	0,8	0,6
Canadá	2,94	1,7	1,6
China	2,17	3,0	0,4
Dinamarca	1,81	1,6	2,3
Índia	0,89	..	1,0
Cingapura	0,59	..	1,5
Federação Russa	0,54	0,5	1,1
Brasil	0,38	..	1,1
África do Sul	0,17	0,2	0,7
Portugal	0,14	..	..
México	0,10	..	0,8
Chile	0,08	..	..
Argentina	0,08	..	..

Fonte: OECD (2011b).

As áreas de aplicação de biotecnologia envolvem um amplo conjunto de setores econômicos e serviços: saúde humana (biofármacos, terapêutica, diagnóstico in vitro, vacinas recombinantes e drogas), agricultura (culturas geneticamente modificadas, inoculantes, planta micropropagação, controle biológico e marcadores moleculares), a saúde animal (vacinas, diagnósticos e melhoramento de espécies); indústrias de alimentos (processos de fermentação, alimentos funcionais, probióticos e prebióticos), ambiente (resíduos de processamento, biorremediação, purificação de água); industrial processamento (bioprocessamento nas indústrias têxtil, couro, celulose, papel e outros; utilizações não alimentares de plantas e culturas), os serviços de apoio (testes de produtos, controle de qualidade, consultorias de tecnologia; piloto produção de serviços), e exploração de recursos naturais (CEPAL, 2008).

Até o presente momento, os principais avanços, a nível mundial, têm se concentrado nas áreas de medicina e saúde humana, produção agrícola e de alimentos

(CEPAL, 2008). O setor de saúde lidera o ranking de gastos com P&D em todos os países analisados. As reformas na área da saúde ocorridas nos Estados Unidos e na China em 2010 impactaram diretamente os convênios, os fabricantes de medicamentos e a dinâmica dos investimentos na área, gerando diversos desafios à indústria e um novo quadro para o desenvolvimento de biosimilares²³. Só para se ter ideia, a China tem destinado mais de 125 bilhões de dólares à reestruturação e atualização da infraestrutura física do setor de saúde chinês e às pesquisas nacionais em biociência (ERNST E YOUNG, 2011). Além do apoio governamental, as empresas farmacêuticas chinesas são favorecidas pelos investimentos de capital de risco. O governo indiano e as empresas nacionais também têm focado nas oportunidades na área da saúde, mais especificamente na área de medicina personalizada.

Outro fator que colabora com a liderança dos gastos com P&D em saúde está na pressão sobre os *policy makers* em relação aos aspectos demográficos. O envelhecimento da população em grandes potências econômicas como, EUA, Europa, Japão e China, tem sido um dos focos dessa pressão, sob a qual esses países terão que se esforçarem para descobrir novos tratamentos para doenças degenerativas e crônicas (ERNST E YOUNG, 2011). O mesmo movimento será vivenciado em poucos anos pelos países emergentes, que vem crescendo a taxas crescentes e aumentando o número de pessoas inseridas na classe média, com um maior poder aquisitivo, dispostas a cuidarem da saúde²⁴. Outro ponto importante se refere à curva ascendente de custo com cuidados com a saúde, impulsionada principalmente pelo número de internações em hospitais.

A biotecnologia (especialmente as áreas relacionadas a medicina, saúde humana, sementes, genética e processamento industrial) representa 3% do PIB da economia norte americana, enquanto na União Européia ela representa cerca de 1,7% do PIB (CEPAL, 2008). Só que neste último, maior parte dessa participação é ocupada pelos setores agrícolas²⁵ e químicos.

A Austrália, dentre os nove países analisados, é o país que mais gasta com P&D na área de saúde (91,3%). Ainda na Austrália, o gasto com P&D agrícola é de apenas

²³ Biosimilares são produtos biofarmacêuticos inovadores.

²⁴ Por exemplo, segundo Ernst e Young (2011), o aumento da classe média na China aliado a esse programa de estímulo a pesquisa e atualização da infra-estrutura têm impulsionado o mercado chinês de cuidados com a saúde, que cresce de 20% a 25% ao ano.

²⁵ Mesmo sabendo que a manipulação genética no setor agrícola ainda não foi aprovada na União Européia (CEPAL, 2008).

0,1%, enquanto é gasto 1,7% com processamento industrial. A Bélgica é o segundo país que mais gasta com P&D biotecnológico na área de saúde, dedicando 87,7% dos gastos em P&D nessa área, 9,0% a área agrícola e 1,4% para a área de processamento industrial. Em terceiro lugar no ranking de países que mais gastam com P&D biotecnológico em saúde está o Canadá (87,3%). Depois da Polônia (53,6%), o Canadá apresenta a segunda maior porcentagem de gastos com P&D biotecnológico agrícola (9,2%), seguido pelo setor de recursos naturais (1,4%). Já a Alemanha dedica 70,6% dos gastos em P&D na área de saúde, 4,6% a área de processamento industrial e 2,9% para a agricultura. Por fim, na Coreia 51% dos gastos com P&D são com o setor de saúde, 18,7% com o setor de Alimentos e Bebidas, 5,0% com a área de meio ambiente e 4,6% com o campo de bioinformática.

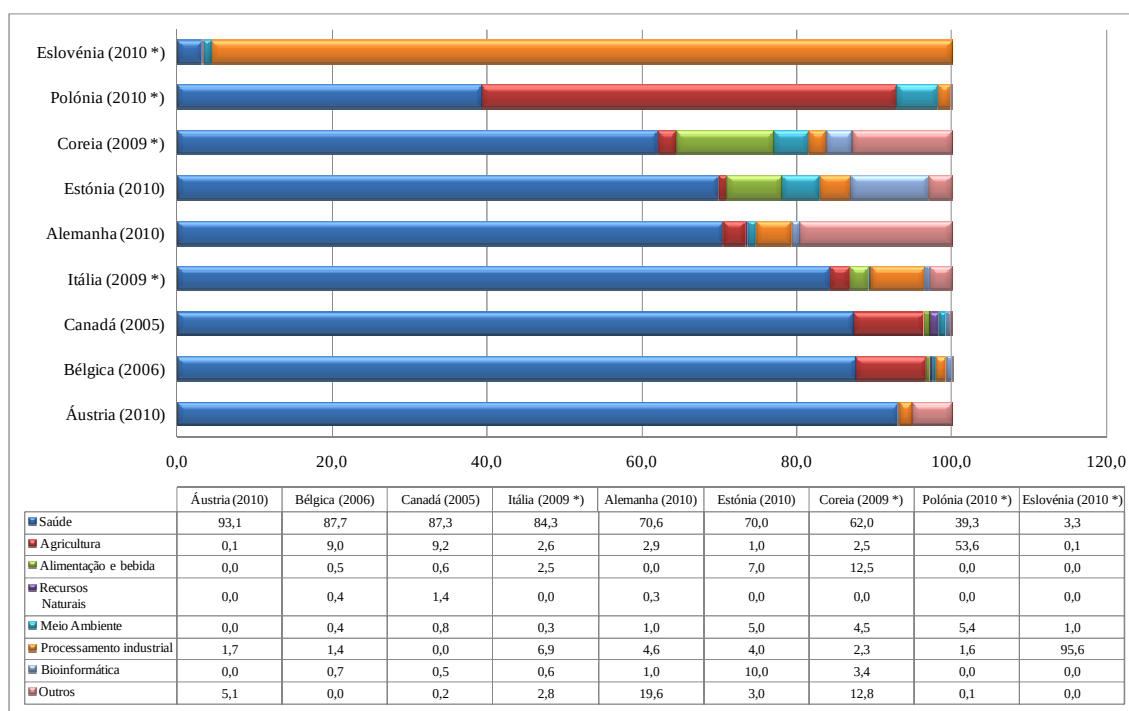


Figura 1 - Porcentagem de Investimento em P&D de Biotecnologia por Área de Aplicação

Fonte: OECD, (2011a).

Segundo a CEPAL (2008), em 2003 a distribuição de empresas biotecnológicas por área de aplicação nos Estados Unidos foi a seguinte: 60% no setor de saúde humana, 33% em serviços, 5% em biotecnologia agrícola e 2% em meio ambiente. Os números para a União Europeia foram de 51%, 35%, 7% e 7%, respectivamente. Como

pode ser observado na figura 2, a concentração de empresas na área de saúde segue a mesma tendência de concentração dos investimentos em P&D nessa área. O Reino Unido é o país que tem a maior concentração de empresas biotecnológicas voltadas para desenvolvimentos na área de saúde. A distribuição de empresas biotecnológicas por área de aplicação neste país no ano de 2011 estava assim: 80,0% das empresas se encontravam na área de saúde, 1,0 % no setor agrícola, 1,0% na área de alimentos e bebidas, 2,0% no setor relacionado ao meio ambiente, 7,0% na área de processamento industrial e 6% na área de bioinformática.

No Canadá, em 2005, essa distribuição se dava da seguinte forma: 58,3% das empresas se encontravam na área de saúde, 20,01% no setor agrícola, 7,3% na área de alimentos e bebidas, 3,9% de recursos naturais e 7,3% no setor relacionado ao meio ambiente. A indústria biotecnológica alemã tinha 46,7% das empresas biotecnológicas no setor de saúde, 4,5% na agricultura, 5,8% na área de processamento industrial, 3,9% em bioinformática e 3,5% na área de meio ambiente. A África do Sul, por sua vez, é o país que possui a maior porcentagem de empresas no setor agrícola. A porcentagem de empresas biotecnológicas inseridas no setor agrícola (37%) é quase igual a da área de saúde (39%). Do mesmo modo a Coreia que tem 31% das empresas biotecnológicas na área de saúde e 22,8% na área de alimentos e bebidas.

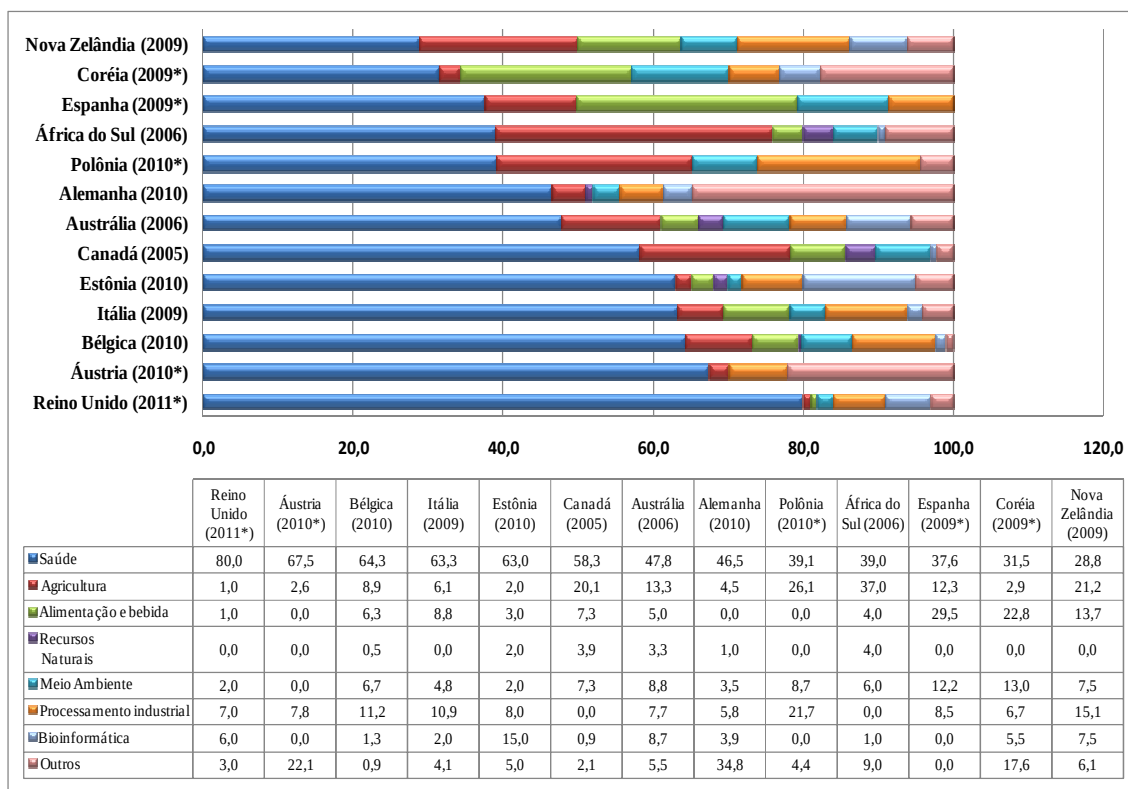


Figura 2 - Porcentagem de Empresas Especializadas em Biotecnologia por Área de Aplicação

Fonte: OECD (2011a).

Por fim, serão apresentados os avanços institucionais internacionais, principalmente os formais, criados desde a disseminação desse novo paradigma e da criação de novas demandas relacionadas a regulamentações.

A *Bayh Dole Act*, lei criada década de 80 pelos Estados Unidos, instituiu alguns instrumentos que estimularam as universidades a tirarem proveito das pesquisas científicas por elas desenvolvidas economicamente, isto é, essa lei incentivava estes agentes a patentear as suas pesquisas e, posteriormente, venderem as licenças para o setor privado. Desde então, as universidades e os institutos de pesquisas dos EUA tem aproveitado de maneira mais intensa as oportunidades comerciais e empreendedoras criadas pelo fortalecimento do sistema de propriedade intelectual e pela flexibilização do modelo da estrutura acadêmica (CEPAL, 2008; ABDI e CGEE, 2008).

A Comissão da Comunidade Européia é um órgão supranacional, com funções de coordenação e planejamento estratégico no campo dos sistemas nacionais de inovação dos países que compõem a União Européia. Nos últimos anos, a organização e

regulamentação da biotecnologia no bloco têm sido feita através da normatização e prescrição das ações dos agentes. Em 2002, a comissão estabeleceu um amplo programa de ação, conhecido como “*Life Sciences and Biotechnology: a strategy for Europe*”. Esse documento demonstrava a tentativa da Europa de superar os desafios impostos pela biotecnologia moderna e reduzir o hiato existente entre os EUA e o continente. Para isso, pretendia-se aumentar o contingente de mão-de-obra qualificada, investimentos em P&D, recursos financeiros disponíveis, mobilidade de recursos, financeiros e humanos, dentro bloco e fortalecer o marco regulatório da propriedade intelectual.

No que diz respeito às instituições, as empresas européias e americanas priorizam a formação de clusters, com a intenção de aproveitar os transbordamentos gerados pelas pesquisas desenvolvidas em regiões particulares. Os clusters mais conhecidos da Europa ficam nas regiões de “Berlim e Munique, na Alemanha; Londres, Oxford, Cambridge e Escócia, no Reino Unido; Paris e Strasbourg, na França; assim como arranjos cooperativos crescentes, envolvendo os países bálticos (Finlândia, Dinamarca e Suécia), Irlanda e Milão” (ABDI e CGEE, 2008 p. 14). Contudo, o porte e a escala são considerados pequenos, em comparação aos arranjos dos EUA, e os mercados menos competitivos. O mercado biotecnológico japonês também é marcado pela presença de arranjos locais e clusters como, por exemplo, “os pólos de Kanto, na região de Tóquio, que concentra 51% das empresas do país, Kinki, Kyoto e Kobe, na região de Osaka, com 14,2% das empresas e Hokkaido, com 11,6% das empresas de biotecnologia do país” (ABDI e CGEE, p.16).

Apesar das refinadas aptidões em pesquisas biotecnológicas criadas pelo governo Japonês, o país enfrenta algumas limitações ligadas ao distanciamento entre empresários e pesquisadores, principalmente devido à falta de empreendedorismo por parte dos cientistas japoneses, e entre o mercado de capitais e as empresas biotecnológicas. No sentido de superar esses obstáculos, em 1999 o governo japonês criou o programa “*Basic Policy Towards Creation of Biotechnology Industry*” (ABDI e CGEE, 2008).

Esse programa estimulava principalmente a ação empreendedora dos cientistas e pesquisadores japoneses, por meio da simplificação e flexibilização das relações entre pesquisadores e indústria e através do estímulo a comercialização de aplicações em biotecnologia. De acordo com o panorama detalhado pela ABDI e CGEE (2008), as

universidades e os institutos de pesquisas se tornaram mais independentes para estabelecer contratos de parcerias, licenciamento e transferência de produtos e processos com a indústria. Além disso, os pesquisadores poderiam se ausentar por três anos das suas obrigações acadêmicas para trabalhar em empresas de biotecnologia, o que estimulava o ingresso de mão de obra qualificada no mercado. O programa buscou também financiar a P&D na área, aumentar os recursos disponíveis para o doutorado em biotecnologia, fortalecer a área de bioinformática e ampliar e articular as redes de cooperação e estimular a formação de novas redes.

Em 2002 foi criado o fórum “Biotechnology Strategy Council”, com a participação de representantes da indústria, universidade e governo e de especialistas na área médica, com a finalidade de acompanhar as ações estipuladas no programa e implementar melhorias no setor de alimentos a partir de engenharia genética.

Grande parte dos países emergentes sofre com a “fuga de cérebros”, ou seja, a falta de oportunidades, ou mesmo as baixas remunerações, condições características de países em desenvolvimento, ocasionam emigração em massa de indivíduos com aptidões técnicas e conhecimentos tácitos particulares. Para evitar que esses indivíduos saiam do país ou pra atrair os cientistas, que saíram do país para se qualificar no exterior, a China tem desenvolvido alguns projetos que prevêm um maior volume de recursos e a continuidade dos esforços em P&D (ABDI e CGEE, 2008).

Em 2006 a China lançou o documento “*National Guidelines for Medium and Long-term Plans for Science and Technology Development: from 2006 to 2020*”, com o objetivo de acelerar o movimento de *catching up* da economia chinesa e, portanto, tirar o país da condição de imitador e colocá-lo em posição de inovador, mais perto da fronteira tecnológica. Nessa direção, uma das prioridades do programa era consolidar o sistema nacional de inovação chinês, juntamente com a articulação de redes de cooperação.

A China também se preocupa com a regulamentação do mercado biotecnológico. Com relação ao uso de recursos genéticos, à Biossegurança e a bioética são alguns dos temas tratados pela legislação chinesa referentes a esse setor. O governo chinês tem procurado também aperfeiçoar o seu sistema de propriedade intelectual e as legislações conexas. Baseado nas normas internacionais da Organização Mundial do Comércio, patentes de outros países são reconhecidos e respeitados pela China (ABDI e CGEE, 2008). Além disso, reformas também foram realizadas para tornar mais eficiente o

processo de aprovação de produção de remédios biotecnológicos, seguindo normas de segurança para medicamentos (ERNST e YOUNG, 2011). O Ministério da Saúde e *State Food and Drug Administration (SFDA)*, desde 2010, supervisionam a produção de vacinas sob a orientação de novas regras, com o intuito de garantir a qualidade. No ano seguinte o SFDA lançou uma regulamentação específica de Boas Práticas de Fabricação (BPF) que prioriza o controle da qualidade e a gestão de riscos, bem como faz exigências quanto às instalações das produções²⁶.

No ano de 2010, foi lançado o Plano Quinquenal que funciona como uma espécie de guia para o planejamento de desenvolvimento econômico e social na China. O Plano mencionado aponta a indústria biofarmacêutica como uma das áreas mais estratégicas, sobretudo em países emergentes (ERNST e YOUNG, 2011). Em comum acordo, o Ministério da Indústria e Tecnologia da Informação, Ministério da Saúde e o *SFDA*, definiram as diretrizes para a reforma da saúde no país, especialmente no que diz respeito à reestruturação da indústria farmacêutica. Essa reestruturação previa a descoberta de novos produtos e tecnologias, aumento da competitividade a nível internacional da indústria farmacêutica chinesa e a consolidação de grandes grupos farmacêuticos (ERNST e YOUNG, 2011).

A criação do *Department of Biotechnology (DBT)* em 1986 foi um grande passo conquistado pela Biotecnologia na Índia. Esse departamento tem dado suporte às pesquisas biotecnológicas do setor e dos setores com afinidades, além de aprimorar a infraestrutura de C&T do país. A sua forte articulação com as universidades, institutos de pesquisas e laboratórios públicos, e o fortalecimento da infra-estrutura física dos mesmos, têm possibilitado um melhor aproveitamento dos conhecimentos e aptidões técnicas acumuladas por esses agentes. Outras iniciativas foram executadas pelo *National Technology Board (NTB)* em favor da pesquisa básica e aplicada.

O governo indiano ainda adotou medidas para estimular inovações em biotecnologia, com o foco na criação de condições favoráveis de financiamento de P&D de tecnologias nascentes e de fronteira, e na constituição de parcerias entre empresas privadas, preferencialmente de pequeno ou médio porte, e institutos e órgão públicos por meio do Programa “*Small Business Innovation Research Initiative (SBIRI)*”. O

²⁶ Os fabricantes de medicamentos chineses têm até 2015 para fazer as devidas alterações e se adequarem às novas normas de produção (Ernst e Young, 2011).

referido programa oferecia empréstimos a taxas subsidiadas para *start ups* biotecnológicas, especialmente no seu estágio inicial.

Pra completar, o governo indiano acredita que o planejamento de desenvolvimento da biotecnologia deve estar diretamente ligado ao sistema de educação do país, bem como ao sistema de regulação desse mercado. O desenvolvimento da biotecnologia exige mão-de-obra altamente qualificada e com grande experiência, por isso, o vínculo do seu desenvolvimento com as políticas educacionais é tão intenso. Nessa linha, além do governo indiano ter buscado aumentar o número de bolsas destinadas desde a iniciação científica na graduação até programas de mestrado, doutorado e pós-doutorado, ele procurou dar suporte a universidades ligadas ao desenvolvimento de pesquisa na área.

Em 2007 foi lançada, pelo DBT, uma política com caráter estratégico, conhecida como “*National Biotechnology Development Strategy*”. Essa política, de caráter vertical e ao mesmo tempo horizontal²⁷, apresentou alguns direcionamentos da estratégia de desenvolvimento da biotecnologia em diversos setores no curto, médio e longo prazo (ABDI e CGEE, 2008).

A Autoridade Regulatória Nacional de Biotecnologia (NBRA) da Índia foi criada pelo DB com a finalidade de acelerar os processos de aprovação de medicamentos. Também a fim de padronizar os procedimentos de produção de medicamentos foi aprovada a lei da Clínica e Estabelecimentos (ERNST e YOUNG, 2011). Porém, essa lei precisa ser alinhavada com os padrões internacionais de regulação.

“Em síntese, constata-se pelos relatos das experiências da China e da Índia que esses dois países têm alcançado bons resultados em diversas áreas da biotecnologia, adotando estratégias complementares que poderão ser pensadas para outros países em desenvolvimento, a saber: (i) patenteamento em áreas de fronteira com potencial para atrair capital de risco estrangeiro; (ii) formação de *clusters* e identificação de nichos de mercado em aplicações da biotecnologia; (iii) desenvolvimento da cultura de empreendedorismo; e (iv) formação de alianças estratégicas internacionais” (ABDI e CGEE, 2008 p.22).

²⁷ As medidas da política industrial podem ser de natureza horizontal, destinada para promoção do desenvolvimento da indústria em geral, ou de natureza vertical, destinadas a uma indústria, um produto ou uma tecnologia, em específico (Batista, 2000). Como a biotecnologia envolve vários setores diferentes, políticas destinadas ao seu desenvolvimento acabam tendo caráter dúbio, tanto vertical quanto horizontal.

As empresas multinacionais têm estabelecido relações de colaboração com as empresas de biotecnologia indianas e, por meio delas têm conseguido ter acesso a conhecimentos e tecnologias desenvolvidas na Índia e vice-versa. Em parceria com os EUA, a Índia promete aumentar a produção em larga escala de bicom bustíveis como o biodiesel de alga e etanol celulósico.

Em 2009, o Japão criou o *Innovation Network Corporation of Japan (INCJ)*, que se conforma como uma parceria público-privado em favor da promoção da inovação e da valorização do preço das empresas nacionais. Essa instituição oferece suporte financeiro, tecnológico e administrativo às empresas domésticas, a fim de criar uma cultura empreendedora no mercado, bem como um sistema de inovação baseado no modelo de inovação aberta, isto é, com o aproveitamento de conhecimentos internos e externos à firma. O governo japonês pretende aumentar a capacidade de investimento da economia em US\$ 10 bilhões.

Recentemente, em 2011, o Ministério da Saúde, Trabalho e Bem estar elaboraram um plano que visava o aprimoramento da infraestrutura do Japão em termos de ensaios clínicos para inserir esse país no quadro de países, a nível mundial, competentes o bastante para a realização de testes clínicos com importância global. Além disso, o plano tinha a intenção de reduzir o tempo de aprovação de medicamentos no Japão, reduzindo o *lag* entre o país, os Estados Unidos e a União Européia (ERNST e YOUNG, 2011). Assim, construíram centros nacionais de testes clínicos, novos hospitais e melhorou a infraestrutura de laboratórios para oferecer condições adequadas à realização desses testes.

A *Pharmaceutical and Medical Devices Agency (PMDA)* é uma agência japonesa que presta consultoria, principalmente em ensaios clínicos. Essa agência também tomou algumas medidas para acelerar o tempo de aprovação de novas aplicações de medicamentos.

Para dar maior ímpeto às pesquisas relacionadas a células-tronco realizadas em Cingapura, o Bioethics Advisory Committee sugeriu a criação de um órgão nacional para monitorar e revisar essas atividades (ERNST e YOUNG, 2011).

Nessa seção foram dados alguns pequenos exemplos da maneira como as instituições ao redor do mundo foram se transformando na medida em que novas demandas, voltadas para a regulamentação e fomento por parte do governo, ao longo da evolução da biotecnologia moderna surgiam. Além disso, foi mostrada a relevância das

empresas biotecnológicas e o seu perfil, aspectos relacionados ao esforço inovativo e os transbordamentos gerados por essa tecnologia ao redor do mundo. Agora, portanto, é hora de apresentar a evolução da biotecnologia no Brasil, de maneira a visualizar o cenário nacional da biotecnologia.

2.2. A Biotecnologia no Brasil: Evolução de 2001 a 2009

Essa seção tem a intenção de analisar a biotecnologia no Brasil de 2001 à 2009, a partir da pesquisa realizada pela BIOMINAS (2009). Esse setor ocupa um lugar de destaque dentro das prioridades das agendas políticas dos governos, tanto dos países desenvolvidos quanto dos países em desenvolvimento. O diverso conjunto de oportunidades criado pela biotecnologia, sobretudo nas áreas de saúde e de agricultura, demonstra a essencialidade do seu desenvolvimento como estratégia de competição e ampliação da inserção externa, principalmente em países subdesenvolvidos, como o Brasil.

A Associação Brasileira das Indústrias de Química Fina, Biotecnologia e suas Especialidades (ABIFINA) afirma que o imenso potencial biotecnológico do Brasil se deve à rica biodiversidade brasileira²⁸ e ao grande banco de *germoplasma*²⁹, considerado o maior da agricultura do mundo. Essas evidências e as necessidades de promoção de um ajuste estrutural da economia brasileira, com o objetivo de torná-la mais competitiva, têm ampliado a demanda com relação aos desenvolvimentos da biotecnologia e, portanto, à modernização do parque biotecnológico do país.

O Brasil, na condição de país subdesenvolvido, ainda não domina as tecnologias de ponta, assim conhecidas as tecnologias mais avançadas (ASSAD e AUCÉLIO, 2004). Contudo, mudanças ocorridas na economia mundial na década de 80 têm exigido do Brasil um planejamento estratégico mais perspicaz e coerente com as expectativas ligadas ao desenvolvimento tecnológico do país, que envolve a procura de novos paradigmas técnico-econômicos (ASSAD e AUCÉLIO, 2004).

Desde os anos 80, o Brasil tem acumulado conhecimento na área de ciências da vida e se esforçado para formar um quadro de profissionais qualificados graças,

²⁸ “15% do total de dois milhões de espécies já catalogadas” (MENDONÇA, 2008, p.1).

²⁹ O banco de germoplasma é uma coleção viva de todo o patrimônio genético de uma espécie, sejam elas silvestres, domésticas ou oriundas de programas de melhoramento ou estudos genéticos.

principalmente, a liderança do setor público (MEDONÇA, 2008). A partir de 1994, houve um *boom* na bioindústria brasileira causado pelas condições favoráveis ao seu desenvolvimento no Brasil, propiciadas em especial pelos indicadores de estabilidade macroeconômica (controle inflação), avanço das TICs, enraizamento da cultura de empreendedorismo, apoio às MPEs (incubadoras, ação do SEBRAE, financiamentos públicos a empresas), formação de cientistas e tecnólogos e ao cenário internacional, econômico e tecnológico, favorável. O mercado biotecnológico brasileiro atingiu o patamar de 2,8% do PIB no ano de 2004, no qual, de acordo com o estudo da BIOMINAS (2001), já existiam 304 empresas com bases biotecnológicas (ASSAD e AUCÉLIO, 2004; MENDONÇA e FREITAS, 2008; BIOMINAS, 2001).

O processo de desenvolvimento dos produtos e processos em escala industrial ainda se configura em um problema para o Brasil. Isso pode ser verificado quando se contrasta os indicadores de produção científica e de propriedade intelectual, enquanto o primeiro indicador cresce e se fortalece no Brasil o segundo não vem trilhando o mesmo caminho. A maioria das empresas brasileiras de biotecnologia são resultados de *spin-offs* (tanto de pesquisas situadas nas universidades ou nas empresas usuárias). Só que a maioria dessas empresas é de pequeno porte. Isso acaba comprometendo a parte de desenvolvimento e comercialização dos produtos criados, visto que, muitas vezes as empresas usuárias têm mais interesse em produtos já em estágio de comercialização, gerando um hiato entre as pesquisas realizadas pelas *spin-offs* ou por institutos de pesquisa e a comercialização dos mesmos.

Ao longo dos últimos anos houve uma evolução relativamente significativa no quadro de pesquisadores, de linhas de pesquisa e nos grupos referentes ao setor de biotecnologia brasileiro, como pode ser observado no quadro 4.

Quadro 4 - Número de linhas de pesquisa, pesquisadores, grupos e relações segundo setor e processos biotecnológicos

Ano /Censo	Linhas de Pesquisa	Pesquisadores	Grupos de Pesquisa
2000	3.844	6.616	1.718
2002	3.899	6.655	1.797
2004	4.601	8.090	2.087
2006	4.719	8.497	2.130
2008	4.749	9.167	2.117

Fonte: Diretório dos Grupos de Pesquisa do CNPq. Elaboração própria.

No ano de 2000, a pesquisa biotecnológica no Brasil apresentava os seguintes números: 6.616 pesquisadores, distribuídos em 3.844 linhas de pesquisa e 1.718 grupos de pesquisa. Em 2002 o número de pesquisadores subiu pouco para 6.655, difundidos em 3.899 linhas de pesquisa e 1.797 grupos de pesquisa. A taxa de crescimento desses três indicadores subiu persistentemente no período de 2000 a 2008, com destaque para o período de 2002 e 2004, quando alguns passos em direção a maior regulação do setor são dados pelo governo federal.

As pesquisas realizadas pela Fundação BIOMINAS em 2001, 2007 e 2009, tinham a intenção de mapear o campo de atuação das empresas de biotecnologia no Brasil e averiguar as realizações atuais e potenciais da biotecnologia no país, subsidiando políticas públicas com importantes informações.

Foram analisados, portanto, os aspectos mais relevantes em relação às empresas biotecnológicas brasileiras, de forma qualitativa e quantitativa, levando em consideração as seguintes variáveis: 1) áreas de atuação e localização espacial; 2) estágio de amadurecimento e ciclo de vida (*start ups*, novas e maduras); 3) dimensões econômicas (número de postos de trabalho gerados e tamanho em termos de faturamento anual); 4) P&D (internalização e intensidade); 5) atividades de patenteamento; 6) fontes externas de conhecimento e inovação (relações com universidades e centros de pesquisa); 7) financiamento público e privado, investimentos de capital de risco; 8) regulamentação; 9) necessidades em recursos humanos; 10) áreas e países de maior interesse e afinidade para cooperação e transferência de tecnologia; e 11) dificuldades principais e necessidades de políticas públicas gerais e de C&T.

Como *proxy* do esforço inovativo será analisado o gasto em P&D no Brasil. A Tabela 7, logo abaixo, relaciona a intensidade de P&D e tamanho das empresas, medido pelo número de postos de trabalho. As empresas com até 10 postos de trabalho apresentam ser altamente intensivas em P&D, com 50 a 100% da equipe fazendo parte desta função. Esse é o caso de 7 empresas, 18% da amostra estudada. Cinco pequenas empresas (13% da amostra) possuem de 80 a 100% da equipe integrada ao quadro de funcionários responsáveis pela P&D. As empresas maiores (médias e grandes), em geral, possuem por volta de 5 a 6% de sua equipe trabalhando em P&D, que habitualmente é muito maior do que os 10 funcionários da microempresa. Além de desenvolverem P&D interno a firma, essas empresas interagem com universidades e centros de pesquisa nacionais e internacionais (fontes externas de conhecimentos) por meio de relações formais e informais (BIOMINAS 2001).

Tabela 7 - Intensidade de P&D relativamente ao tamanho da empresa em 2001

NÚMERO DE POSTOS DE TRABALHO	Empresas (n=40)		Intensidade em P&D Tpt/Tp&d	EMPRESAS	
	Nº	%	%	Nº	% Total
De 1 a 10 Micro	17	44	Menos de 50	5	13
			50-80	7	18
			80-100	5	13
			Até 20	6	15
De 11 a 49 Micro	13	33	20 à 40	4	10
			Mais de 40	3	8
			Até 10	3	8
De 50 a 100 Pequenas	3	8	5 à 10	5	13
Mais de 100	6	15	10 à 20	1	2
Média/Grande					
Total	39	100		39	100

Fonte: BIOMINAS, 2001.

A geração de conhecimentos na área de biotecnologia é bastante complexa e exige a interpolação de diversas disciplinas. Por isso a absorção dos avanços científicos exige que os agentes tenham acesso a fontes externas de conhecimento por meio de

cooperações tecnológicas (internalização de P&D) e de cooperações com universidades e centros de pesquisa nacionais e internacionais.

Como essa área é bastante nova, as empresas encontram os maiores especialistas dentro das universidades. Isso demonstra que o desenvolvimento da biotecnologia é dependente de pesquisa básica e que o caminho da parceria é uma forma de acessar um tipo de conhecimento que normalmente não existe na empresa. No entanto, cabe aos governos viabilizarem condições para esse encontro (ABIFINA, 2011).

As Universidades e instituições públicas são responsáveis por 80% das atividades e dos investimentos em biotecnologia no Brasil, onde 90% do pessoal qualificado se concentram. Pode-se dizer que as principais organizações de pesquisa e fomento da biotecnologia no Brasil, tanto públicas quanto privadas, são Instituto Butantã, Fundação Osvaldo Cruz, Instituto de Tecnologia do Paraná – Tecpar, Instituto Ludwig, Embrapa, IAC, Fundação Biominas. (SILVEIRA *et al*, 2004)

As Universidades públicas também apresentam papel essencial para o desenvolvimento do setor de biotecnologia, na formação de recursos humanos, na atividade de pesquisa e como incubadoras de empresas. Para Silveira *et al* (2004), a proximidade entre universidade e empresa privada no Brasil no setor de biotecnologia é muito grande. Agora serão elencados alguns exemplos de parcerias de sucesso entre universidade e empresas neste setor, que resultaram em novos produtos, maior rentabilidade e acessibilidade a conhecimentos pertinentes: 1) IAC e Copersucar; 2) Universidade de Viçosa, Embrapa e Vallée; 3) Embrapa e Vallée; 4) Biobrás, UFRJ, Instituto Biológico – SP, Instituto Pasteur – SP, UFSC e Vallée, 5) Far Manguinhos/Fiocruz e OMS; 6) Far Manguinhos/Fiocruz e Cristália; 7) Instituto Butantã – CAT e *Centre de Énergie Atomique*, da França, dentre outras.

Os resultados que avaliam a internalização da P&D³⁰ e as relações estabelecidas entre empresas, universidades e centros de pesquisa em 2001 podem ser visualizadas na Tabela 8. Segundo indicado nessa tabela, 90% das empresas pesquisadas tem realizado

³⁰ “A existência internalizada de departamentos de P&D tem sido considerada um componente essencial para a geração, assimilação, adaptação e transformação de tecnologias e conhecimentos adquiridos externamente (GIBBONS e JOHNSTON, 1974; WALSH, 1993; FAULKNER, SENKER e VELHO, 1995; JOLY, 1999; BIOMINAS, 2001).

desenvolvimento tecnológico próprio, e 93% possuem relações, formais ou informais, com universidades e centros de pesquisa (BIOMINAS, 2001).

Tabela 8 - Internalização de P&D com universidades e centro de pesquisas: 2001

Situação da Empresa	Empresas que possuem P&D Internalizado		Empresas que possuem relações com Universidades e /centros de Pesquisa	
	Nº	%	Nº	%
Sim	36	90	37	93
Não	4	10	3	7
Total	40	100	40	100

Fonte: BIOMINAS, 2001.

Por sua vez, o número de depósito de patentes no Instituto Nacional de Propriedade Industrial (INPI), das 71 empresas de biotecnologia brasileiras pesquisadas pela BIOMINAS (2007), é muito baixo. O elevado nível de empresas que não depositou patente pode ser imputado a fatores como a “baixa compreensão dos mecanismos de propriedade intelectual e sua importância, baixa atividade inovadora e alto índice de empresas prestadoras de serviço (33%), as quais apresentam menor atividade de patenteamento que o setor industrial” (BIOMINAS, 2009, p. 26).

Segundo a BIOMINAS (2007), trata-se de 17 patentes depositadas por apenas 11 empresas em 2007. A porcentagem de 84,5% das empresas não possui patentes depositadas no Brasil. “Das 15,5% restantes, 10% têm uma patente, 2,8% têm duas e apenas 2,8% têm três patentes depositadas” (BIOMINAS, 2007, p. 28). Uma das explicações plausíveis que justifica o baixo número de depósitos de patentes está na concentração das pesquisas nas universidades e nos centro de pesquisas, dessa forma, as patentes podem ter sido registradas no nome da universidade ou do próprio pesquisador (BIOMINAS, 2007).

Esperava-se que com os novos arranjos institucionais de regulamentação e instrumentos de estímulo, criados pelo governo brasileiro, funcionassem como um fator acelerador do número de pedidos de patentes. O que de fato aconteceu e poderá ser comprovado na tabela 9, na qual são apresentados os depósitos concedidos pelo INPI e por órgãos internacionais em 2009.

Tabela 9 - Distribuição das empresas por números de depósitos de patentes no INPI(%): 2007

Quantidade de Patentes	%
Nenhuma	84,5
Uma	9,9
Dois	2,8
Três	2,8

Fonte: BIOMINAS, 2007.

Em 2009, então, 43,7% das empresas asseguraram ter depositado, ao menos, um pedido de patente no Instituto Nacional de Propriedade Industrial (INPI), enquanto, 37% destas já haviam recebido a concessão. Já no que se refere aos pedidos depositados em órgãos internacionais, 20,7% das empresas de biociências (que envolvem um conjunto mais amplo de empresas do que as biotecnológicas) depositaram, pelo menos, um pedido internacional, sendo que apenas 9,2% desses pedidos já haviam sido concedidos. Para a BIOMINAS (2009), o tímido desempenho internacional das patentes brasileiras pode estar ligado à diversos aspectos, como o alto custo do processo e da manutenção de uma patente internacional, bem como a baixa inserção externa das empresas nacionais.

Tabela 10 - Distribuição das empresas por depósito internacional e nacional de patentes (%) 2009

Patentes	% de Patentes Internacionais	% de Patentes INPI
Patente Depositada	11,5	27,6
Patente Concedida	9,2	16,1
Não Patenteou	79,3	56,3

Fonte: BIOMINAS (2009).

Mudando o foco para a averiguação da relevância e do perfil das empresas biotecnológicas no Brasil, baseado no estudo feito pela ABDI e CGEE (2008), pode-se afirmar que o mesmo aparece em 11º lugar no ranking de países com maior número de

empresas de biotecnologia. Além disso, de acordo com este estudo o Brasil é o 5º país que mais gera emprego no setor (em empresas públicas, privadas ou institutos de pesquisa), ficando atrás apenas da China, Suécia, Japão e Dinamarca. Até 2007 o Brasil ainda possuía uma posição secundária na produção de diversas atividades biotecnológicas, com exceção da produção científica brasileira em reprodução animal e vegetal (8º - com destaque da UFRGS – 14º e UFMG – 19º), controle biológico em agricultura (12º - UFV se sobressaiu – 24º), Conversão de biomassa (13º- ênfase para produção na USP – 11º) e Biodiversidade e Bioprospecção (15º) (ABGI e CGEE).

O quadro de avanço do setor de biotecnologia brasileiro nos anos 2000 é notório. Os grupos de pesquisas criados anualmente praticamente dobraram nos anos de 1990 em relação aos anos de 1980. Porém, esse avanço ocorreu de forma concentrada, tanto regionalmente quanto setorialmente, como afirma Silveira *et al* (2004). O parque nacional estava desenhado da seguinte forma: 81% das empresas de biotecnologia estavam concentradas em três estados: São Paulo (42%), Minas Gerais (29%) e no Rio de Janeiro (9%); e 55% das empresas eram voltadas para os seguintes segmentos: de saúde humana (24%), fornecimento de equipamentos e insumos (17%) e agronegócios (14%). Ao todo, condizente com o estudo feito pela Fundação de Biominas (2001), existiam ao todo no país 304 empresas de biotecnologia.

A Tabela 11, a seguir, apresenta a distribuição espacial das empresas de biotecnologia listadas pelas pesquisas realizadas BIOMINAS (2001, 2007 e 2009) distribuídas por região e unidade da federação (UF). Na pesquisa realizada em 2001 foram catalogadas 594 empresas como empresas biotecnológicas, porém, apenas 304 dessas empresas responderam esta pesquisa. Enquanto, na pesquisa de 2007 apenas 181 empresas foram consideradas biotecnológicas (desta amostra apenas 71 empresas responderam a pesquisa da Biominas produzida em 2007), e na BIOMINAS de 2009 somente 110 empresas de biotecnologia distribuídas em 15 estados brasileiros foram identificadas.

Essa diferença possui uma causa conceitual que envolve a noção de empresas biotecnológicas. A definição orientadora do estudo da BIOMINAS executado em 2001 entendia a biotecnologia como “a aplicação de diversas tecnologias “habilitadoras”, envolvendo organismos vivos, células ou moléculas para a geração de produtos e serviços, tendo, numa visão de “cadeia produtiva”, incorporando também empresas fornecedoras de equipamentos e insumos industriais utilizados e empresas atuantes em

áreas de sinergia e afinidade (biomedicina, biomateriais, aplicações integradas de IT, software, internet)” (BIOMINAS, 2001, p.5). Porém, o estudo feito pela BIOMINAS em 2007 utiliza o conceito adotado pela Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE), que descreve empresas biotecnológicas como sendo aquelas empresas “engajadas com atividades biotecnológicas chaves por meio da aplicação de pelo menos uma técnica biotecnológica para produzir bens ou serviços e/ou executar P&D em biotecnologia” (OCDE, 2005, p.10)³¹.

No último caso, assim, diferenciam-se empresas biotecnológicas de empresas de biociência. Toda empresa de biotecnologia é também uma empresa de biociência, mas o contrário nem sempre é verdadeiro. Tanto é assim que o estudo da Fundação BIOMINAS executado em 2009 fez essa diferenciação e abarcou tanto as empresas de biociência como as empresas de biotecnologia, ampliando o escopo da pesquisa. Das 253 empresas listadas nessa pesquisa, apenas 43% são de biotecnologia.

Apesar dessas peculiaridades inerentes a cada estudo, a tendência à concentração da atividade biotecnológica nas regiões Sudeste e Sul do país é comum às três pesquisas. Em 2001, 90% das empresas de biotecnologia se concentrava na região sul, principalmente na região Sudeste. Juntos, São Paulo, Minas Gerais e o Rio de Janeiro reuniam 81% da atividade empresarial existente no país. As regiões Norte e Nordeste respondiam por apenas 3% do conjunto de atividade empresarial do país. Por final, o Centro Oeste possuía 5% das empresas de biotecnologia. Em 2007 e 2009, nada mudou muito com o predomínio incondicional da região Sudeste, que continuava concentrando grande parte das empresas de biotecnologia, a taxas de 80% (superior) e 72,7%, respectivamente. Seguido pela região Sul, que em 2007 abrigava 8,5% da atividade empresarial e em 2009 13,6%. Apenas 5,6% das empresas de biotecnologia, em 2007, e 7,3%, em 2009, estavam estabelecidas na região Nordeste. A região Norte é o estado que tem o menor número de empresas de biotecnologia instaladas.

Em linhas gerais, tratando das empresas de biotecnologia por unidade federativa em 2007, São Paulo e Minas Gerais podem ser qualificados como os grandes pólos brasileiros em biotecnologia, concentrando 71,8% das empresas. No entanto, São Paulo

³¹ Existem ainda alguns subgrupos de empresas biotecnológicas: 1) empresa especializada em biotecnologia: aquela cuja atividade principal envolve a aplicação de técnicas biotecnológicas para produzir produtos ou serviços ou pra executar P&D em biotecnologia; 2) Firmas de P&D em biotecnologia: firmas que executam P&D sobre as técnicas, produtos e processos biotecnológicos; e 3) Firmas biotecnológicas inovativas: se caracterizam pelo uso técnicas biotecnológicas com a finalidade de aprimorar produtos ou processos da empresa (OCDE, 2005).

é o líder com 42,3% das empresas, seguido por Minas Gerais com 29,6% das empresas. A seguir, aparecem Rio de Janeiro (8,5%) e Rio Grande Sul (5,6%), Pernambuco e Mato Grosso (ambos com 2,8%). Na análise por estado de 2009, São Paulo permanece na liderança com 39,1% e Minas Gerais em segundo lugar com 23,6% das empresas. A terceira posição é ocupada pelo Rio de Janeiro (9,1%), acompanhado pelo Rio Grande do Sul (7,3%).

Finalmente, é interessante contextualizar o tamanho do setor de biotecnologia nacional frente ao mundial. De acordo com o Relatório de Estatísticas Biotecnológicas, publicado no ano de 2009 pela Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE), o número identificado de 110 empresas posiciona o Brasil à frente de países como Irlanda, República Tcheca, Portugal e Eslováquia. É válido ressaltar que a defasagem temporal dos dados é maior para os outros países (BIOMINAS, 2009, p. 23).

Tabela 11 - Diretório nacional de empresas de biotecnologia em 2001, 2007, 2009 - Distribuição total e percentual por estados

	2001		2007		2009	
	Nº	%	Nº	%	Nº	%
Sudeste	246	81		80,28		72,70%
Minas Gerais	89	29	21	29,58	26	23,6
São Paulo	129	42	30	42,25	43	39,1
Rio de Janeiro	28	9	6	8,45	10	9,1
Sul	27	9		8,45		13,6
Paraná	16	5	1	1,41	4	3,6
Santa Catarina	3	1	1	1,41	3	2,7
Rio Grande do Sul	8	3	4	5,63		
Centro Oeste	16	5		5,63		5,4
Brasília	10	3	1	1,41	3	2,7
Goiás	6	2	1	1,41	2	1,8
Mato Grosso do Sul						
Mato Grosso			2	2,82	1	0,9
Norte						0,9
Nordeste	9	3		5,63		7,3
Pernambuco	5	1,7	2	2,82	3	2,7
Bahia	2	0,7	1	1,41	1	0,9

Fonte: BIOMINAS (2001, 2007 e 2009).

Observa-se que as micro empresas, com a possibilidade de ter até 49 postos de trabalho ocupados, preponderaram com 29 empresas e 74% da amostra, sendo que 41% possui apenas 10 postos de trabalho. De acordo com a BIOMINAS (2001), o total de postos diretos de trabalho criados, como informado pelas empresas entrevistadas, foi de 6.232 pessoas ocupadas, o que equivale a uma taxa média de ocupação de 125 pessoas por empresa. Todavia, como grande parte das empresas emprega até no máximo metade deste volume, praticamente quatro grandes empresas ficam responsáveis por 80% do total de postos de trabalho criados.

Tabela 12 - Distribuição de empresas de biotecnologia por número de funcionários em 2001

2001		
Empresas (n=39)		
Número de Postos de Trabalho	Nº	%
De 1 a 10 Micro 1	16	41
De 11 a 49 Micro 2	13	33
De 50 a 100 Pequenas	4	10
De 101 a 149 Médias 1	1	3
De 150 a 500 Médias 2	1	3
Mais de 500 Grandes	4	10
Total	39	100

Fonte: BIOMINAS (2001).

Com o passar do tempo, a predominância de micro³² e pequenas empresas prossegue existindo (metade do setor ainda é composto por empresas com menos de 10 funcionários). A tabela 13 demonstra que em 2006, 2007 e 2008, 53,4%, 53,5% e 50,8%, respectivamente, das empresas, que compunham o parque industrial biotecnológico nacional, possuíam de um a nove funcionários. Nesse caso, as microempresas representam a grande maioria das atividades empresariais (78,5%). Pelo fato das empresas de biotecnologia terem um grau de maturidade ainda baixo, por serem ainda muito novas, é natural que as micro e pequenas empresas prevaleçam. De acordo com a BIOMINAS (2009), principalmente quando observa-se a categoria de empresas

³² Se considerada a classificação do SEBRAE de que a microempresa tem até 19 funcionários (BIOMINAS, 2007).

com 21 a 50 funcionários, percebe-se que houve um crescimento dos postos de trabalho nas empresas de biotecnologia.

Tabela 13 - Distribuição de empresas de biotecnologia por número de funcionários em 2006, 2007 e 2008

	2006	2007	2008
Número de Postos de Trabalho	%	%	%
1 a 5 funcionários	53,4	32,1	50,8
6 a 9 funcionários		21,4	
De 10 a 19 funcionários	25	25	27
De 20 a 49 funcionários	10,7	10,7	14,3
Acima de 50 funcionários	10,7	10,7	7,9

Fonte: BIOMINAS (2007 e 2009).

Como foi citada antes, a área de biotecnologia no país é composta por empresas muito novas, grande parte fundada a partir de 2005 (26,7%). Nessa direção, além de outros aspectos relevantes que devem ser destacado, os estágios iniciais das empresas nascentes, especialmente sua participação em processos de incubação³³, também merecem a devida atenção. Sendo assim, realizada a análise sobre empresas incubadas chega-se a constatação que essas empresas se constituem como um importante segmento da indústria biotecnológica nacional, tanto em 2001 quanto em 2007. Em 2001, das 304 empresas catalogadas 58 empresas, ou um quinto da população total, era formada por incubadas, enquanto, em 2007, das 71 empresas catalogadas, 25 eram incubadas, o que representa 35,2% do total.

Mas a importância da incubação, como ferramenta de constituição de empresas, varia de acordo com as regiões analisadas. A BIOMINAS (2001) apontou que o mecanismo de incubação em Brasília (DF) e no Nordeste se destacava pela competência em criar e manter as empresas de Biotecnologia nascentes. As empresas incubadas representavam parte significativa do conjunto de empresas identificadas em Brasília (80%), no Norte e Nordeste (44%). No Rio de Janeiro e em Minas Gerais aproximadamente um terço dos parques empresariais em Biotecnologia era composto

³³ Em 2009, 19% das empresas de biotecnologia encontravam-se incubadas, enquanto 16,2% são graduadas (BIOMINAS, 2009).

por incubadas. No Sul do país e em São Paulo o processo de incubação representava 15% e 6%, respectivamente.

Em 2007, a representatividade das empresas incubadas em São Paulo aumenta e este estado passa a concentrar praticamente metade do total de empresas incubadas no país (48%). O estado de Minas Gerais segue em segundo lugar, com 24% das empresas incubadas, porém, com uma participação menor no conjunto total de empresas de biotecnologia localizadas no estado. Em Pernambuco e Mato Grosso, por sua vez, o processo de incubação é fundamental para a reprodução do setor nessas unidades federativas, visto que, as incubadas representam a totalidade de empresas de biotecnologia.

Tabela 14 - Distribuição regional/estadual das empresas incubadas: 2001 e 2007

Estado/Região	N.de empresas Incubadas		% sobre o Total de Incubadas		% sobre o Total de empresas por Estado/Região	
	2001	2007	2001	2007	2001	2007
Minas Gerais	26	6	45	24	29	28,57
São Paulo	8	12	14	48	6	40
Rio de Janeiro	8	1	14	4	29	16,67
Brasília	8	-	14	-	80	-
Mato Grosso	-	2	-	8	-	100
Norte	4	-	7	-	44	-
Nordeste	-	-	-	-	-	-
Pernambuco	-	2	-	8	-	100
Sul	4	-	7	-	15	-
Rio Grande do Sul	-	2	-	8	-	50
Total	58	-	100	-	-	-

Fonte: BIOMINAS (2001 e 2007).

Sabe-se que os projetos de Biotecnologia exigem longos períodos de maturação³⁴. Com a noção do ciclo de vida das iniciativas das empresas de biotecnologia e as características de amadurecimento de negócios do setor, a BIOMINAS (2001) considerou as empresas com até 3 anos de funcionamento como

³⁴ “O amadurecimento de uma empresa de Biotecnologia na área farmacêutica costuma levar de 10 a 12 anos ou mais, considerando-se como base o horizonte mínimo de desenvolvimento, testes clínicos, aprovação e lançamento no mercado de um medicamento” (BIOMINAS, 2001, p. 36).

jovens iniciantes (ou *start ups*), empresas entre 4 e 7 anos de existência como apenas empresas jovens (ainda não consolidadas comercialmente, em sua maioria) e, por final, as empresas com mais de sete anos de vida eram consideradas as mais sólidas no mercado.

Assim, a Tabela 15 analisa as empresas de biotecnologia em termos de idade e ciclo de vida, enquanto a tabela 16 separa essas empresas segundo apenas as faixas de idade. No ano de 2001, observa-se que as empresas “maduras”, com mais de sete anos de mercado, representam 49% da amostra, quase metade da mesma, sendo seguidas com 28% pelas *start ups* ou iniciantes e, em seguida, pelas novas com 23%. As primeiras provavelmente já devem ter passado por diversas fases de reestruturação dos negócios e estabelecido vários tipos de relação de cooperação (tanto entre entes nacionais quanto internacionais), com o intuito de compartilhar novos conhecimentos. Além disso, muitas delas devem ter surgido a partir de pesquisas desenvolvidas na academia e em empresas já consolidadas (*spin offs* universitários ou *spin outs*).

Tabela 15 - Grau de maturidade das empresas (Start ups, Novas e Maduras): 2001

Idade	Empresas (n=47)	
	Nº	%
De 1 a 3 anos – Start ups (nascidas após 1998)	13	28
De 4 a 7 anos – Novas (após 1994 até 1997)	11	23
Mais de 7 anos - Maduras (até 1994)	23	49
Total	47	100

Fonte: BIOMINAS (2001).

No ano de 2007, 26,7% das empresas se encaixavam na faixa de empresas com no máximo 2 anos de funcionamento, enquanto 23,9% das empresas tinham de 2 a 5 anos de idade. Isso comprova como o parque de empresas de biotecnologia nacional é jovem, uma vez que 51% das empresas foram estabelecidas a partir de 2002 (BIOMINAS, 2007). Quando se analisa as empresas entre 5 e 10 anos de funcionamento (21%) verifica-se que essa tendência permanece, isto é, somente 28% das empresas de biotecnologia do país foram constituídas antes de 1997. Portanto, além da bioindústria nacional ser eminentemente jovem, ela se encontra em franca expansão. Os dados da pesquisa da BIOMINAS (2009) referente aos anos de 2006 e 2008 demonstram também

o expressivo crescimento do setor de biotecnologia nacional. Constata-se um acréscimo na proporção de empresas nas faixas intermediárias, acompanhado por uma diminuição das empresas com até dois anos de idade (BIOMINAS 2009).

Tabela 16 - Distribuição das empresas de biotecnologia por idade (%): 2007 e 2009

IDADE	2006	2007	2008
Até 2 anos	26,70%	26,70%	9,90%
De 2 a 5 anos	25,90%	23,90%	29,60%
De 5 a 10 anos	21,10%	21,10%	26,80%
De 10 a 15 anos	9,90%	9,90%	16,90%
Mais de 15 anos	18,30%	18,30%	16,90%

Fonte: BIOMINAS (2007 e 2009).

A biotecnologia pode ter múltiplas aplicações em diferentes setores, por isso, é importante também analisar como essa tecnologia e as empresas que as desenvolvem se comportam de acordo com o segmento de atuação. No que se refere a difusão da biotecnologia pela economia brasileira, em diferentes tipos de atividade econômica, verifica-se que 75% das empresas concentram-se em 4 áreas principais: 1) Saúde humana, em primeiro lugar (24%); 2) o segmento que reuniu “multinacionais, empresas públicas e outras” (22 %); 3) fornecedoras de equipamentos e insumos (17%) e 4) Agronegócios (12%). Os estados de São Paulo (42%) e Minas Gerais (29%) são os estados com a maior concentração de empresas de biotecnologia, como já explicitado anteriormente. Mas, existem segmentos de mercado que se concentram de maneira mais expressiva nesses estados como os Fornecedores (92%), Saúde Humana, Animal e Vegetal (79%), Meio Ambiente (78%) e Saúde Humana(72%).

Tabela 17 - Distribuição das empresas por segmento de mercado e percentuais gerais de participação por segmento em estados de maior concentração: 2001

Área de Aplicação	N.o Total	% Total	% Só SP+MG
Saúde Humana	74	24%	72
Saúde Hum., Anim. e Veg.	14	4%	79
Saúde Animal	14	4%	64
Agronegócio	37	12%	57
Meio Ambiente	14	4%	78
Instrumental Complementar	11	3%	63
Química Fina/Enzimas	18	6%	63
Em Sinergia	15	5%	73
Fornecedores	51	17%	92
MNCs, Públicas, Fármacos, Genéricos, Agro	66	22%	64
TOTAL	304	100%	71

Fonte: BIOMINAS (2001).

Dando continuidade essa averiguação em 2007, nota-se que as categorias Agricultura (22,5%) e Insumos (21,1%) são as que apresentam um maior número de empresas. Seguido pelas categorias Saúde Animal (18,3%) e Saúde Humana (16,9%). Em terceiro lugar, com 14,1% das empresas, está a área de Meio Ambiente. Por fim, aparecem as categorias Bioenergia (4,2%) e Misto (2,8%) com número menor de empresas. Em 2009, a agricultura, responsável por 26,4%, continua sendo o segmento com o maior número de empresas, seguido pela área de saúde humana (20%), meio ambiente (16,4%), insumos (15,5%) e saúde animal (14,5%)³⁵.

³⁵ As análises realizadas pela BIOMINAS (2009) baseiam-se no 'Estudo das Empresas de Biotecnologia do Brasil', de 2007, e nas respostas obtidas em 2009 para uma amostra aleatória de 70 empresas.

Tabela 18 - Distribuição das empresas de biotecnologia por setor de atividade(%):2007 e 2009

Área de Aplicação	2007	2009
	%	%
Agricultura	22,5	26,4
Bioenergia	4,2	
Insumos	21,1	15,5
Meio Ambiente	14,1	16,4
Saúde Animal	18,3	14,5
Saúde Humana	16,9	20
Misto	2,8	7,3

Fonte: BIOMINAS (2007 e 2009).

Essa primeira parte dessa seção procurou fazer um panorama geral da biotecnologia no Brasil, demonstrando as características, o esforço inovativo e alguns resultados positivos auferidos por esta ao longo dos anos de 2001, 2007 e 2009. Para que este fique completo, será dado início a apresentação da evolução das instituições em harmonia com os avanços da biotecnologia no Brasil e das suas reais necessidades.

2.3. Evolução das Instituições Brasileiras na Área de Biotecnologia

O avanço tecnológico das últimas décadas tem afetado profundamente o desenvolvimento industrial e a competitividade de todas as economias, ressaltando a importância da inovação no que tange o crescimento econômico. Quando se analisa vantagens comparativas, partindo do princípio que estas vantagens podem ser dinâmicas, considera-se a possibilidade de criar e adaptar as competências inerentes ao processo inovativo. Entretanto, como se sabe, esses atributos nem sempre são concedidos de forma natural, por isso, em várias ocasiões para que estes sejam desenvolvidos é necessário que as instituições façam a mediação entre os atores envolvidos no processo de inovação.

Existem instituições nacionais e outras específicas a certos sistemas setoriais. “A relação entre essas instituições é essencial para maioria dos setores” (MALERBA, 2003, p. 334). Essa relação não é unilateral, ao mesmo tempo em que as instituições nacionais podem influenciar as variáveis setoriais, dependendo da relevância do setor as

instituições setoriais também podem impactar certos aspectos nacionais (MALERBA, 2003). Para Malerba (2003), as instituições de um setor podem colaborar estrategicamente com a criação de emprego e competências competitivas em país, podendo vir a emergir como instituições nacionais, assim tornando-se relevante para outros setores. As instituições nacionais, por sua vez, afetam diferentemente setores distintos ou de maneiras distintas. Os setores que se adaptam melhor as especificações determinadas por estas instituições são favorecidos.

As instituições podem ser formais (leis, normas codificadas e regras) ou informais, incluindo rotinas, hábitos comuns, práticas estabelecidas, modelos de comportamento (MALERBA, 2003). Estas apresentam relações diretas com os avanços tecnológicos de todas as áreas do conhecimento. Além de formatar a cognição e as ações dos agentes envolvidos em certa atividade inovativa, reduzindo a incerteza e estimulando atividades econômicas, estas regulam as interações entre os indivíduos, afetando positiva ou negativamente o processo de inovação e difusão.

Principalmente no campo de ciências relacionadas à vida, como é o caso da biotecnologia, o papel das instituições vai além de incentivar a atividade inovativa, elas criam condições para a construção de redes de cooperação, fundamentais para o processo de inovação nessas áreas. Como a biotecnologia, no caso, envolve conhecimentos multidisciplinares, complexos e dispersos, por área de conhecimento, que exigem, na sua maioria, formação dessas redes de cooperação, as instituições devem garantir a apropriação dos benefícios resultantes de uma inovação por meio de leis que regulamentam o direito à propriedade intelectual. Além disso, o desenvolvimento dessa tecnologia apresenta riscos tecnológicos consideráveis, em relação à saúde humana e animal e ao meio ambiente, por isso, é importante que leis, como a lei da Biossegurança, ofereçam uma designação genérica para uma execução segura das atividades. Para completar as particularidades que caracterizam a biotecnologia, a pesquisa e desenvolvimento nessa área possuem um elevado grau de incerteza, assim, além de tentar minimizá-las, as instituições públicas são as grandes responsáveis pelo financiamento dessas atividades que necessitam de um longo prazo para sua maturação e, portanto, para o pagamento desses empréstimos.

A partir dessa preocupação, é recomendável que se olhe para a história recente do Brasil, visualizando a evolução das instituições que constituem o setor de biotecnologia brasileiro. Por isso, esta seção está dedicada à apresentação da evolução

dessas instituições, entre os anos de 1970 até os dias atuais, com o intuito de mostrar o papel das mesmas no desenvolvimento do setor de biotecnologia no Brasil.

Desde a década de 70, o governo federal passou atuar de forma mais explícita na área de biotecnologia, assim como em vários outros setores, com o intuito de tornar o país mais competitivo e independente em relação ao desenvolvimento científico e tecnológico. A política de ciência e tecnologia do momento buscava reposicionar a economia nacional em relação às economias mais desenvolvidas, de forma a prover uma infraestrutura propícia ao progresso científico e a facilitar o acesso a tecnologias mais avançadas, favorecendo a produção de tecnologias mais modernas pelas empresas nacionais.

Com o advento da revolução tecnológica galgada nas últimas décadas, o governo brasileiro já demonstrava certa preocupação com o desenvolvimento de um sistema de ciência e tecnologia integrado com o setor produtivo nacional. O governo brasileiro constatou que para o aumento da competitividade do país com vistas no crescimento do mercado, interno e externo, era necessário um maior esforço para o desenvolvimento de tecnologias internas. Nesse sentido, equiparava-se a importância do progresso científico para o Brasil da década de 1970 à do processo industrialização nos anos de 1930, por isso, iniciativas mais incisivas começaram a serem tomadas na direção do aprimoramento do sistema de ciência e tecnologia do país.

Nesse período, então, os setores nacionais passaram a serem organizados de forma sistêmica, iniciando a formação do Sistema Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (SNDCT), que tinha como órgão central o Conselho Nacional de Pesquisa (CNPq), transformado em Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico posteriormente, com o auxílio do Ministério do Planejamento e Coordenação Geral.

Além do CNPq, a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e a Financiadora de Estudos e Projetos (FINEP) contribuíram largamente com as políticas de fomento à pesquisa, ligadas à formação de recursos humanos qualificados. Em 1974 a FINEP, por exemplo, teve um papel essencial na promoção do projeto nacional de aumento da oferta interna de tecnologia, elaborado pelo II Plano Básico de Desenvolvimento de Ciência e Tecnologia. Junto às empresas nacionais de consultorias, a FINEP criou incentivos para estimular as empresas nacionais a aumentar o dispêndio com P&D e criar laboratórios próprios de pesquisa.

Além disso, procurou achar meios pelos quais os resultados das instituições de pesquisas governamentais fossem difundidos.

O sistema de fundos formado pelo Fundo de Desenvolvimento Técnico e Científico (FUNTEC), do BNDES, e o Fundo Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (FNDCT), da FINEP, funcionavam como mecanismos de financiamentos fundamentais para a concretização das atividades de P&D e para o fortalecimento de instituições consideradas importantes. A redução dos custos de elaboração de tecnologia e a possibilidade do seu desdobramento ao longo do tempo, proporcionados por esses fundos especiais, conferiam à política de C&T uma maior margem de manobra.

A criação do Ministério da Ciência e Tecnologia em 1985 foi outro marco importante na conformação do sistema nacional de ciência e tecnologia, que passou, a partir dessa data, a liderar esse emaranhado de instituições e a coordenar direta ou indiretamente, por meio do CNPq e da Finep, a política de C&T em todas as áreas, ou seja, do sistema de C&T&I como um todo. A biotecnologia passou a ser alvo das políticas de C&T desde o início da atuação do MCT, que inicialmente instituiu a Secretaria Especial de Biotecnologia, Química fina e Novos Materiais, extinta em 1990, quando a recém criada Divisão de Biotecnologia e Química Fina passou a tratar do tema. A coordenação assim como as ações dessa nova secretaria foi segmentada por vários ministérios, demonstrando a descontinuidade das políticas direcionadas ao setor. Ajustes estruturais continuaram colocando em prática uma gama de transformações, o que acabou resultando no ano de 2000 na criação da Coordenação Geral de Biotecnologia, agora com autonomia decisória e com um novo arranjo organizacional. Essa nova coordenação gerencia o projeto Genoma brasileiro com o auxílio da Secretaria de Políticas e Programas em Ciência e Tecnologia.

Como já destacado, o governo federal desde os anos 70 vem investindo fortemente em P&D&I em biotecnologia. O estabelecimento do Programa Integrado em Genéticas e Doenças Tropicais pelo CNPq em 1970 foi uma das primeiras ações mais objetivas e sistematizadas para a institucionalização da pesquisa em biotecnologia no Brasil. As diretrizes das políticas setoriais destinadas à biotecnologia, mais propriamente aos setores usuários de biotecnologia, se concentravam basicamente na Finep e no CNPq.

A constituição da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) em 1973 foi outro grande acontecimento que marcou o desenvolvimento do sistema de

inovação biotecnológico brasileiro. Sua missão era possibilitar a pesquisa, desenvolvimento e a inovação na agropecuária, com a manutenção de projetos que destacam a aplicação da biotecnologia nesse setor como fonte de produtividade. Hoje, essa autarquia do governo é líder mundial na área de melhoramento vegetal e com o auxílio Programa Genoma vem aprimorando também a sua atuação em pesquisas que envolvem estudos sobre Genômica, Transgenia e Biossegurança. A criação dessa empresa, assim como de outras corporações como, por exemplo, da Associação Brasileira de Empresas Biotecnológicas (ABRABI) em 1986, constituída pelas primeiras empresas de base biotecnológicas, colaboraram para a alavancagem da biotecnologia no Brasil.

No nível Estadual também podem ser levadas em consideração algumas iniciativas importantes para o desenvolvimento, principalmente, das áreas afins que compartilham alguns avanços gerando *spill-overs*, contribuindo para evoluções na aplicação de técnicas biotecnológicas. Algumas ações dirigidas pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (Fapesp), Fundação BIOMINAS (MG), incubadoras de empresas Biorio (RJ) e pelo Instituto de Tecnologia no Paraná (TECPAR), merecem destaque, dada a importância estratégica dessas instituições para os Estados de origem. Essas instituições contribuíram muito com o desenvolvimento dos sistemas locais de inovação constituídos nesses estados.

É preciso não esquecer a função das universidades brasileiras na promoção do avanço do conhecimento voltado para a aplicação de biotecnologia. As pesquisas realizadas pela Universidade de São Paulo (USP), Estadual de Campinas (Unicamp), Estadual de São Paulo (Unesp), Federal de São Paulo (Unifesp), Federal de Minas Gerais (UFMG), Federal de Viçosa (UFV), Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) dentre outras, vêm gerando transbordamentos devido às transferências de tecnologia e conhecimento para os setores industriais.

Até 2007, segundo o estudo feito pela ABDI e pelo CGEE (2008), o Brasil ainda possuía uma posição secundária na produção de diversas atividades biotecnológicas (genômica, pós-genômica e proteômica, farmacogenética, função gênica, elementos regulatórios e terapia gênica, células-tronco, clonagem e função heteróloga de proteínas, nanobiotecnologia, engenharia tecidual, organismos geneticamente modificados e transgênicos, bioremediação, bioinformática). Com exceção da produção científica brasileira em reprodução animal e vegetal, que ocupa 8º posição no ranking mundial,

com destaque das pesquisas desenvolvidas pela UFRGS (14º) e pela UFMG (19º), controle biológico em agricultura em 12º lugar, com o sobressalto da UFV (24º), Conversão de biomassa em 13º, enfatizando a produção na USP (11º) e em 15º posição a produção em Biodiversidade e bioprospecção.

No ano de 1982, o CNPq criou o Programa Nacional de Biotecnologia (PRONAB), o primeiro direcionado para biotecnologia *per se*. O PRONAB visava atender as demandas tecnológicas e de recursos humanos qualificados dos setores usuários de biotecnologia tradicionais através de uma política explícita, que apesar de considerar estrategicamente esses setores, prioriza o desenvolvimento de biotecnologias em si.

Os mentores do PRONAB acreditavam que a formação de recursos humanos aliada ao desenvolvimento de projetos destinados para a aplicação de processos biotecnológicos na indústria poderia estimular a articulação do sistema de inovação biotecnológico no Brasil. Esse programa identificou como áreas prioritárias a saúde, agricultura, pecuária e energia. No caso da primeira área o programa buscou dar atenção às pesquisas relacionadas à produção de polipeptídios, como hormônios de crescimento, insulina e interferon; de vacinas para combate de doenças parasitárias, febre aftosa e hepatite; e de anti-soros (VALLE, 2005). Além disso, foram criados também dois subprogramas, um de engenharia genética, com a intenção de propiciar a absorção do conhecimento acerca da moderna biotecnologia, e outro para coleção de microorganismos e germoplasma.

Quanto à agricultura, a preocupação com pragas e adaptação de plantações em áreas mais hostis sempre esteve evidente, por isso, os estudos focaram a atenção na análise sobre a fixação biológica de nitrogênio para a produção de oleaginosas e redução do custo de fertilizantes, criação de variedades de plantas com resistência à aridez, salinidade, estresse ambiental e maior eficiência fotossintética e controle biológico de pragas (Valle, 2005). Na pecuária o melhoramento genético dos animais foi priorizado com o objetivo de melhorar o rebanho nacional.

Por fim, para falar sobre as medidas tomadas em relação à área de energia, não se pode deixar de considerar as demandas crescentes por fontes energéticas alternativas em meio ao apelo por um crescimento mais sustentável da economia. Ademais, a variação do preço do petróleo ligado a dependência da matriz energética brasileira se tornou uma combinação perigosa nos anos 70 mediante dois choques do petróleo, o que

acabou impulsionando a criação do programa governamental do Proálcool em 1975. Por isso, as medidas do PRONAB destinadas a essa área impeliram maiores esforços para o desenvolvimento de combustíveis alternativos (álcool e gás metano) e enzimas que melhorassem o processo fermentativo que, por sinal, já tinha a sua eficácia reconhecida internacionalmente.

Apesar de todas as conquistas do PRONAB esse programa enfrentou sérios problemas de coordenação devido à crise enfrentada pelo sistema nacional de desenvolvimento científico e tecnológico na época. Desde o segundo choque do petróleo, protagonizado em 1979, houve uma inversão nas condições de financiamento internacional, com a elevação da taxa de juros norte americana. O governo brasileiro, que vinha apresentando taxas de endividamentos insustentáveis, se viu obrigado a adotar políticas anticíclicas de cunho ortodoxo, iniciando uma onda de corte de gastos por parte da esfera pública, principalmente nos investimentos das estatais. Fontes de recursos direcionados para as atividades de inovação, como o FNDCT e recursos externos, entraram em um processo de esgotamento.

Assim, nos anos 80 o Brasil vivenciou uma crise que determinou uma fase de desinvestimento estatal na economia em geral, inclusive nas atividades de ciência e tecnologia. Nesse contexto, o enfraquecimento da coordenação do CNPq e a descentralização dos instrumentos de política de C&T por distintos órgãos do aparelho estatal marcaram a crise do SNDCT. Mas, mesmo com todos os percalços o PRONAB conseguiu passar a mensagem da importância estratégica da Biotecnologia, suscitando novas iniciativas governamentais nessa direção.

O Subprograma voltado para biotecnologia do Programa de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico (PADCT/ SBio) substituiu o PRONAB. Esse programa priorizava o desenvolvimento de áreas correspondentes como a biologia molecular, bioquímica, imunologia básica e engenharia genética.

O PADCT foi idealizado com a finalidade de criar um ambiente propício para o crescimento da indústria nacional, até mesmo da indústria biotecnológica. A primeira fase (1984-89) desse programa (PADCT I) tinha como preocupação basilar a criação de competências nas áreas de ciências básicas. Nesse sentido, o foco do programa se concentrava na formação de recursos humanos qualificados e no melhoramento da infraestrutura de centros de pesquisa. Nessa fase foram disponibilizados US\$ 24 milhões para o financiamento dos projetos contratados que, no caso, foi 258 o número

de projetos firmados. A saúde, a agricultura e a energia continuaram sendo as áreas consideradas prioritárias pelo governo.

A segunda etapa do PADCT (PADCT II), iniciada em 1990, ficou marcada como a primeira iniciativa governamental de estímulo à formação de parcerias entre universidades e empresas. Para tanto, o programa buscava criar condições adequadas para que projetos integrados obtivessem sucesso no que tange a geração de habilidades científicas e tecnológicas através de P&D, pesquisa básica e testes técnicos - científicos bem executados. O programa apoiava projetos que procuravam desenvolver produtos ou pré-produtos biotecnológicos. Alguns dos projetos aprovados pelo PADCT II resultaram na geração dos seguintes produtos: insulina humana, o plástico biodegradável, o biofilme e uma variedade de plantas geneticamente modificadas.

Já a última fase do programa (PADCT III: 1997-2002) procurou estimular o investimento produtivo em áreas que tinham a biotecnologia como um alicerce a partir da geração de competências científicas e tecnológicas via projetos cooperativos. O PADCT III priorizou o desenvolvimento de atividades relacionadas à biologia molecular, engenharia genética e biossegurança, sem perder de vista, as iniciativas direcionadas às áreas de bioquímica, fisiologia, microbiologia, genética e agronomia. No todo, foram aprovados 97 projetos.

Em 1987, mesmo imerso em uma conjuntura política e econômica instável, nasceu um dos programas mais relevantes para o desenvolvimento de habilidades em P&D&I no Brasil da época. O Programa de Recursos Humanos para Atividades Estratégicas (RHAIE) criou condicionantes essenciais que permitiram a internalização das atividades de P&D&I na indústria nacional, incluindo o setor biotecnológico, que também foi favorecido pelas suas ações. Não fossem as dificuldades econômicas e a instabilidade políticas, dada a transição do governo militar para o civil em 1985, a biotecnologia poderia ter auferido mais vantagens com o programa, evoluindo de forma mais contínua e sustentável.

No que diz respeito ao setor de biotecnologia, o programa RHAIE tinha como finalidade formar profissionais capazes de utilizar ferramentas, princípios e conceitos da biotecnologia moderna visando a geração de novos produtos e processos biotecnológicos, assim como o avanço nas pesquisas tecnológicas do setor. Em um curto período de tempo pode se perceber que foi formada uma quantidade significativa de mão-de-obra qualificada no setor de biotecnologia, o que comprovou a eficácia das

medidas de capacitação de recursos humanos voltadas para as instituições de ensino e pesquisa, pública e privada, e para certas empresas, a depender do seu perfil inovador. Isso contribuiu para a concretização de projetos integrados entre universidades e empresas e para a ampliação da capacidade inovativa das empresas nacionais.

Toda inovação tecnológica necessita que o investimento despendido em seu desenvolvimento seja recompensado com os direitos de propriedade intelectual garantidos. O caráter complexo, multidisciplinar e disperso (por diversos setores) da biotecnologia implica na necessidade de formação de redes de cooperação entre grandes empresas já estabelecidas, novas empresas de biotecnologia (NEBs), universidades e institutos de pesquisa. Isso acontece porque cada um desses agentes é especializado em apenas parte do conhecimento necessário para o desenvolvimento dessa tecnologia. Mas, mesmo que essas redes de cooperação ofereçam vantagens para os agentes participantes da atividade inovativa, como o acesso a conhecimentos de fronteira desconhecidos, no caso das grandes empresas que se aliam as NEBs, por exemplo, essas também exigem que as leis que regulamentam o direito de propriedade intelectual prevaleçam, não só como estímulo à inovação, mas como garantia de uma divisão justa entre as partes envolvidas no processo de inovação (SILVEIRA et al, 2004).

A criação em 1970 do Instituto Nacional de Propriedade Intelectual pela lei nº 5.648 se configurou como um grande avanço institucional que colaborou com a evolução do marco regulatório de proteção dos direitos de propriedade intelectual. Em 1997 entrou em vigor a lei de nº 9.279 instituindo a lei de propriedade industrial. No mesmo ano, foi publicado no âmbito do INPI o ato normativo nº127 e as diretrizes para o exame de pedidos de patentes nas áreas de biotecnologia e farmacêutica depositadas após o ano de 1994 (INPI, 2007).

Torna-se pertinente tratar da lei de Acesso aos Recursos Genéticos, visto que, esta apresenta interface com a lei de propriedade intelectual. A Convenção sobre a Diversidade Biológica (CDB) foi um dos compromissos firmados na Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento (CNUCED), ocorrida em 1992. Esse compromisso tinha como finalidade a conservação e o uso sustentável da diversidade biológica respeitando a soberania nacional, visto que, o direito dos governos nacionais de regular o acesso aos recursos genéticos sob a vigilância de leis nacionais seriam respeitados. Em 1994, o Brasil assinou o termo de compromisso que internalizaria esse acordo, com o intuito de garantir a sua soberania sobre a exploração

de seus recursos naturais garantida pela CDB. Na íntegra a lei de acesso a recursos genéticos explicita os seguintes condicionantes:

Regula direitos e obrigações relativos ao acesso a recursos genéticos, material genético e produtos derivados, em condições ex situ ou in situ, existentes no território nacional ou dos quais o Brasil é país de origem, a conhecimentos tradicionais das comunidades indígenas e populações tradicionais ou locais associados a recursos genéticos ou produtos derivados e a cultivos agrícolas domesticados e semi-domesticados no Brasil. (Art 1º, PROJETO DE LEI Nº 306/95)

Em 2001, foi criada como mecanismo de regulamentação a medida provisória de nº 2.186/2001, que ajudaria o país a cumprir com os compromissos firmados. Porém, desde o decreto dessa medida, de acordo com o INPI, o número de pedidos de patentes no setor no Brasil tem reduzido drasticamente. De 1030 depósitos em 2001, foi registrado em 2010 apenas o depósito de 356 patentes. Essa queda significativa se deve ao risco e a incerteza gerada pelo marco legal, que apresenta normas restritivas quanto ao acesso a recursos genéticos, sem contar que a prospecção e transformação do potencial da flora e da fauna em produtos por si só já são processos complexos. A lei de acesso a recursos genéticos não permite o patenteamento de organismos vivos ou suas moléculas, garantindo a proteção apenas do processo tecnológico que deu origem ao novo produto. Essa nova formatação surgiu primeiramente para combater a biopirataria e, em um segundo momento, para atender as condições para um crescimento sustentável.

Essa determinação vem freando o ritmo das inovações em instituições de pesquisa como a Embrapa, o maior depositante de patentes do Brasil. Mesmo assim esta empresa não conseguiu escapar das punições impostas pelo Ibama, que impeliu uma multa de R\$ 100 mil a Embrapa alegando que a mesma foi além do autorizado com as pesquisas ligadas às proteínas utilizadas pelas aranhas para fabricar teias, com a aplicação na indústria têxtil que desfrutariam de um insumo que conferiria uma maior elasticidade as fibras de algodão. Em intervenções realizadas em 2010, fiscais notificaram 100 empresas consideradas irregulares quanto o uso de recursos genéticos, gerando a aplicação no total de R\$ 120 milhões em multas.

Sempre que se tem acesso a recursos genéticos o Conselho de Gestão do Patrimônio Genético (Cgen) deve autorizar a patente, por isso, patentes depositadas antes de 2001 correm sérios riscos de serem canceladas no caso da Cgen não autorizar a

manipulação dos recursos genéticos. Isso acabaria prejudicando as empresas e institutos de pesquisas que investiram em pesquisas nas florestas nativas antes das datas de criação da MP e da Cgen. Essas incertezas têm reduzido os investimentos em prospecções e transformações de produtos oriundos da biodiversidade brasileira, além de ter aumentado as importações de espécies vegetais de outros países. Portanto, para que a vasta biodiversidade brasileira possa ser usada economicamente, de forma eficiente, é preciso um marco legal abrangente que garanta regras mais claras e menos invasivas a produção nacional.

A lei de proteção aos cultivares é outra iniciativa do governo brasileiro para regulamentar as atividades inovativas no setor de biotecnologia. Promulgada em 1997 esta lei buscava tanto o aumento das pesquisas agrícolas como a proteção de variedades de plantas nacionais. De acordo com a Embrapa, essa lei funciona como uma espécie de proteção intelectual dos direitos de criação do pesquisador, que tem o poder de autorização sobre o cultivo de sementes protegidas, exigindo ou não o pagamento de “royalties” pela exploração comercial.

Além das instituições agirem no sentido de garantir a apropriação dos benefícios resultantes das inovações, os riscos tecnológicos deveriam ser mensurados, na medida do possível, e regulamentados pelas instituições pertinentes. Isso fica evidente no caso da biotecnologia, visto que, as suas atividades de P&D incorrem em sérios riscos tanto em relação à saúde humana e animal quanto ao meio ambiente. No caso, a lei de Biossegurança surge no sentido exatamente orientar essas atividades, oferecendo uma “designação genérica da segurança das atividades que envolvem organismos vivos, voltadas para o controle e para a minimização de riscos advindos da exposição, manipulação e uso desses organismos que podem causar efeitos adversos aos homens, animais e meio ambiente” (SILVEIRA et al, 2004). Apesar dessa lei oferecer certa segurança para realização de pesquisas com engenharia genética, avaliando os produtos destinados a comercialização, acordos multilaterais e a falta de padronização da legislação de Biossegurança a nível global ainda dificulta muitas vezes as exportações nacionais de produtos biotecnológicos.

No ano de 1995, a lei n. 8.974 determinou as competências e a composição da Comissão Técnica Nacional de Biossegurança. Em 2005 foi estabelecida a Lei de Biossegurança (nº 11.105), que criou o Conselho Nacional de Biossegurança (CNBS), reestruturou a Comissão Técnica Nacional de Biossegurança (CTNBio), dispondo

acerca da Política Nacional de Biossegurança. O CNBS é responsável por estabelecer princípios e diretrizes que balizam a ação administrativa dos órgãos federais pertinentes quando esses vão julgar um pedido de liberação para o uso comercial de OGM e seus derivados pelo CTNBio.

O CTNBio, por sua vez, segundo o Conselho de Informações sobre a Biotecnologia, como integrante do Ministério da Ciência e Tecnologia e na condição de instância colegiada multidisciplinar, oferece apoio técnico e consultivo ao governo federal na determinação, atualização e implantação da Política Nacional de Biossegurança referente aos OGMs. Além disso, o CTNBio também regulamenta por meio de normas técnicas de segurança e pareceres técnicos conclusivos as atividades que envolvem a construção, experimentação, cultivo, manipulação, transporte, comercialização, consumo, armazenamento, liberação e descarte de OGM e derivados, protegendo a saúde humana, os organismos vivos e o meio ambiente, contra possíveis riscos tecnológicos.

Nos últimos anos, o MCT vem implementando medidas importantes do ponto de vista da construção de um arcabouço legal e de estratégias de financiamento, voltadas para inovações biotecnológicas. O lançamento do Programa de Biotecnologia e Recursos Genéticos no ano 2000 pelo MCT, em parceria com o CNPq e a Finep e com auxílio da Embrapa e Fiocruz, foi uma grande prova desse esforço. Esse programa enfatizava medidas dedicadas à conservação dos recursos genéticos e ao desenvolvimento de produtos e processos biotecnológicos em escala industrial nas áreas da saúde humana e da agropecuária. A orientação desse programa se dava pelo desenvolvimento de produtos da biodiversidade capazes de integrar avanço tecnológico, equilíbrio ambiental, desenvolvimento sustentável, crescimento econômico e qualidade de vida. Segundo Silveira *et al* (2004) as principais ações do programa se concentraram em: 1) caracterizar, avaliar, enriquecimento e conservação de recursos genéticos (a cargo da Embrapa); 2) bancos de germoplasma e coleções de culturas (Finep é o órgão responsável); 3) fomento a centros de pesquisas e a projetos relevantes de biotecnologia aplicáveis a agricultura, pecuária e saúde (de responsabilidade do CNPq); 4) fomento à P&D para a conservação e o uso sustentável da biotecnologia (também a cargo do CNPq); e 5) diretrizes para C&T em Biossegurança.

No ano de 2000, o MCT e o CNPq inauguraram o Projeto Genoma Brasileiro (PGB), com a participação de vinte e cinco laboratórios de biologia molecular,

distribuídos em vários estados do Brasil. Esse projeto reuniu em rede de pesquisa distintas regiões brasileiras em busca de um objetivo em comum, desenvolver o sistema de inovação de biotecnologia no Brasil a partir da expansão da produção científica, da difusão do conhecimento pelo país e por meio da criação de competências específicas referentes às instituições participantes, tornando-as mais aptas a inovar. De acordo com o MCT (2003), as Redes Genômicas criadas pelo PGB são as seguintes: Rede Centro Oeste, Rede Genoma de Minas Gerais, Rede Genoma do Nordeste, Programa de Implantação do Instituto de Biologia Molecular do Paraná, Programa Genoma do Estado do Paraná – GenoPar, Programa de Implantação da Rede Genoma do Estado do Rio de Janeiro, Ampliação da Rede de Genômica no Estado da Bahia, Rede da Amazônia Legal de Pesquisas Genômicas, Programa de Investigação de Genomas Sul.

O seqüenciamento de vários organismos vivos, relevantes principalmente para o setor agrícola e para saúde humana, pode ser considerado uma das ações mais importantes do programa. Esse projeto ganhou prestígio ao tornar-se o primeiro do mundo a seqüenciar um fitopatógeno: “a bactéria *Xylella fastidiosa*, causadora da doença do amarelinho em cítricos”. (SILVEIRA *et al*, 2004, p.7) Hoje o Brasil já ocupa um lugar de destaque no trabalho de mapeamento genético.

O Genoma Regional também faz parte do PGB. Esse projeto conseguiu montar 8 redes de seqüenciamento de DNA, destinadas para interesses locais, e 54 grupos de pesquisa com 260 pesquisadores (SILVEIRA *et al*, 2004).

A FAPESP vem exercendo um importante papel para a concretização do Projeto Genoma Brasileiro. Grande parte dos projetos ligados ao PGB foram financiados pela Fapesp, que acabou formando o seu próprio projeto Genoma. Os projetos relacionados ao desenvolvimento da *Xylella fastidiosa*, Genoma Cana, Genoma Humano do Câncer, Genoma *Xanthomonas*, Projeto FORESTS, *Schistosoma mansoni*, *Leifsonia xyli*, Genoma Funcional do Boi, são alguns exemplos de planos financiados por essa instituição. A organização da Rede ONSA (Organização para o Seqüenciamento e Análises de Nucleotídeos), composta inicialmente por trinta laboratórios de diversas instituições de pesquisa do estado de São Paulo, foi outro grande empreendimento liderado pela Fapesp. Esse projeto contou com a participação da Universidade de São Paulo (Faculdade de Medicina, Veterinária e Zootecnia), Universidade de Mogi das Cruzes, Instituto Butantan e Centro de Biologia Molecular e Engenharia Genética da Unicamp.

O setor biotecnológico brasileiro é caracterizado pela forte participação do setor público, que é responsável por parte significativa dos investimentos em atividades de pesquisa. Além de políticas de fomento, como as leis de isenção fiscal, a criação de linhas de financiamento específicas, tais como os fundos setoriais, e o avanço do marco regulatório, o governo brasileiro vem investindo na formação de recursos humanos e em pesquisas promovidas por institutos de pesquisa públicos nas últimas décadas (SILVEIRA *et al*, 2004). As incertezas inerentes à pesquisa e desenvolvimento nessa área ressaltam ainda mais a importância da participação das instituições públicas no financiamento das mesmas. Nesta última década a agenda de política tecnológica brasileira apresentou algumas transformações significativas no que diz respeito ao apoio financeiro à inovação, criando um diversificado conjunto de mecanismos para estimular a adoção de estratégias inovativas pelas empresas nacionais. Essas medidas tinham como objetivo minimizar os riscos inerentes ao processo de inovação, aumentando a interação entre as esferas pública e privada, reduzindo o custo de capital e criando um ambiente com externalidade positiva.

A instituição da lei n. 10.332 em 2001 estabeleceu alguns mecanismos de financiamento com recursos da Finep para o programa de ciência e tecnologia em áreas de interesse do agronegócio, da saúde, da biotecnologia e recursos genéticos (Genoma), da C&T em aeronáutica e da inovação para competitividade. As parcelas de recursos direcionadas ao financiamento desses programas ficavam alocadas FNDCT até serem restabelecidos para o financiamento dos programas específicos. Essa nova lei visava estimular o desenvolvimento tecnológico empresarial, através de programas de pesquisa científica e tecnológica cooperativa entre universidades, centros de pesquisas e o setor produtivo. Para tanto essa lei previa, de acordo com o artigo 3º: 1) participação minoritária no capital de microempresas e pequenas empresas de base tecnológica e fundos de investimento, através da Finep, o que permitia com que governo atuasse como o catalisador de avanços na área de biotecnologia, minimizando os riscos dos empresários na busca de competências nessa área de fronteira tecnológica; 2) a concessão de subvenção econômica a empresas que estejam executando Programas de Desenvolvimento Tecnológico Industrial - PDTI ou Programas de Desenvolvimento Tecnológico Agropecuário – PDTA; e 3) a constituição de uma reserva técnica para viabilizar a liquidez dos investimentos privados em fundos de investimento em

empresas de base tecnológica, por intermédio da Finep, conforme disposto em regulamento (Lei 10.332/2001).

Particularmente, o Fundo Setorial de Biotecnologia (CT-Biotecnologia) foi instituído em 2001 pelo governo federal e assim como outros fundos setoriais possuíam um montante de recursos superior ao que vinha sendo reservado para financiamento tradicional de pesquisas nos últimos anos. O fundo CT-Biotecnologia é gerido por um Comitê Gestor, que é constituído pelos Ministérios da Ciência e da Tecnologia, da Saúde, Agricultura e Pecuária, pela Finep e CNPq e por membros do segmento acadêmico e do setor industrial. Esse fundo foi criado com a finalidade de fortalecer e incentivar o desenvolvimento científico e tecnológico brasileiro em biotecnologia, favorecendo estudos que colocassem o país na vanguarda da pesquisa de recursos genéticos. A estratégia adotada previa o financiamento de atividades de P&D na área de biotecnologia e recursos genéticos, com o intuito de fortalecer as pesquisas genômicas por meio, principalmente, de parcerias entre instituições de ensino e pesquisa e empresas.

Assim como a criação do fundo CT-Biotecnologia, outras iniciativas do governo federal direcionadas ao financiamento de atividades tecnológicas foram tomadas. O programa Inovar, coordenado pelo MCT e pela Finep, e o programa de capacitação de empresas de base tecnológica, promovido pelo BNDES, podem ser consideradas as duas principais ações do governo se tratando de investimentos em capital de risco. Ambos buscavam aumentar as oportunidades e investimentos em tecnologia aumentando os investimentos em capital de risco em pequenas e médias empresas.

É a partir desse quadro e dessas grandes ações que o governo federal encontrou inspiração para a implantação de propostas mais concretas com vistas à consolidação da biotecnologia, especialmente da bioindústria brasileira. Nesse contexto, no âmbito da Política Industrial, Tecnológica e de Comércio Exterior (PITCE), foi criada a Política de Desenvolvimento da Biotecnologia (PDB). O Fórum de Competitividade é um instrumento utilizado pelo Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior para alavancar a competitividade de setores e áreas tecnológicas estratégicos para o desenvolvimento econômico do Brasil. O Fórum de Competitividade de Biotecnologia foi instaurado em 2004, sob a coordenação do MDIC, MAPA, MS, MCT e, posteriormente com a agregação do MMA. Esses cinco Ministérios com a participação de 63 instituições representativas do governo, do setor empresarial e da

comunidade científica instituíram em 2007 a PDB, oficializada pelo decreto nº 6041/2007, e inauguraram o Comitê Nacional de Biotecnologia (CNB).

A partir de então, os assuntos tratados no Fórum e nos seus grupos de trabalho como, por exemplo, possíveis entraves ao desenvolvimento do setor, alcançam o governo federal por meio do CNB. Portanto, enquanto o Fórum conduz ações setoriais e encaminha ao governo federal, via CNB, as demandas estruturais de interesse dos setores empresariais e acadêmico, o CNB representa as ações políticas, se baseando nas ações estruturais como o marco regulatório, investimentos, recursos humanos e infraestrutura. Esse Comitê é órgão responsável pela coordenação da PDB. Atualmente o Comitê é constituído por 21 componentes de diferentes esferas do aparelho estatal, com representantes do MDIC, que o coordena, da Casa Civil e dos Ministérios da Saúde, Ciência e Tecnologia, Agricultura, Pecuária e Abastecimento, Meio Ambiente, Educação, Desenvolvimento Agrário, Justiça, Defesa e Pesca e Aquicultura. Além destes, conta também com representantes do INPI, ANVISA, CNPq, Embrapa, BNDES, FINEP, CAPES, FIOCRUZ, INMETRO e ABDI, sua Secretaria Executiva

A PDB tinha como objetivo implementar ações que servissem como estímulo para o desenvolvimento e para uma maior difusão das biotecnologias, o que induziria a um nível maior de atividade, integração e competitividade externa dos produtos brasileiros. Para isso, a PDB considerava fundamental incentivar a tradução de conhecimentos científicos em produtos e processos biotecnológicos inovadores, assim como o aumento da eficácia do sistema produtivo nacional, da capacidade inovativa e de absorção das empresas brasileiras e das suas exportações.

A biotecnologia atua em vários setores importantes para o desenvolvimento econômico brasileiro, por isso, a PDB priorizou os setores de saúde humana e animal, do agronegócio, industrial e ambiental, nos quais os mercados estão mais organizados e maduros. Para cada área de atuação foram definidos três alvos preferenciais para o avanço efetivo da biotecnologia no Brasil. Primeiro, foi determinado o alvo estratégico das áreas selecionadas, pautado pelo grande potencial de mercado identificado no curto e médio prazo, que tenha a capacidade de elevar o grau de competitividade da bioindústria brasileira. O segundo alvo seria as áreas priorizadas dentro dos respectivos setores com importância estratégica tanto do ponto de vista mercadológico quanto social, visto que, podem atender tanto as demandas dos setores produtivos quanto da sociedade. E, por fim, o último alvo focou nas áreas da fronteira da biotecnologia, no

qual seriam identificados os campos que são movidos por inovações tecnológicas de alta tecnologia, referindo-se à preocupação com o futuro da biotecnologia no Brasil.

Com advento da Política Nacional em Biotecnologia em 2008 uma nova agenda de ação do governo, discutida no Fórum, foi constituída e vem sendo colocada em prática desde então. Essa política está atrelada a Política de Desenvolvimento Produtivo (PDP – Biotec) do governo federal e de responsabilidade do MDCI e da ABDI. A finalidade básica dessa política é ampliar a produção industrial brasileira de produtos e processos por rota biotecnológica, expandir e fortalecer a base e a infraestrutura científica e tecnológica do país, com serviços tecnológicos e construção de centros de pesquisas em biotecnologia, e disseminar a cultura de biotecnologia na sociedade e no ambiente empresarial. Nessa direção, a PDP – Biotec buscou aumentar os investimentos produtivos públicos e privados para a difusão da biotecnologia pelo mercado nacional e, sabendo que existem grandes divergências sobre a propriedade intelectual no campo da biotecnologia, procurou construir um ambiente regulatório favorável, que induzisse a atividade inovadora em biotecnologia moderna. Além disso, com a intenção de estimular a P&D&I em biotecnologia aplicou políticas de fomento a inovação nas áreas de saúde, agronegócio e da indústria, procurou capacitar recursos humanos (formação e qualificação) e gestores em propriedade industrial para promover inovação em biotecnologia.

A sobreposição do novo paradigma tecno-econômico da biotecnologia gerou fortes transformações em toda economia, dada a abrangência desse paradigma, que acessou e modificou as trajetórias tecnológicas, as instituições (formais e informais), as relações (econômicas e sociais) e até mesmo as concepções em todas as áreas de aplicação, que são extensas. Como tem sido apontado, o paradigma da biotecnologia está transformando diversos aspectos da estratégia e modelo de negócios. Além disso, essas mudanças também têm ocorrido no nível das cadeias produtivas envolvidas no seu desenvolvimento, onde esse conhecimentos são absorvidos.

As has been pointed out, the biotechnology paradigm is transforming various aspects of business strategy, the business model and the structure of production sectors. In addition, it is also accelerating and transforming the markets to which knowledge is transferred. The monitoring of these transformations, both in the case of countries with capacity to generate and develop new knowledge and in the case of countries where there is capacity to adapt the new paradigm, requires a research and development effort and a very large critical mass of human capital, in view of the speed of

Como citado acima, tanto no caso dos países líderes (desenvolvidos), com capacidade para gerar e desenvolver novos conhecimentos, como no caso dos países em desenvolvimento, onde a capacidade de se adaptar o novo paradigma requer um esforço de investigação e desenvolvimento e formação em massa de recursos humanos, a absorção eficaz desse paradigma exige que os sistemas de inovações, em toda a dimensão que este se aplica, sejam articulados e desenvolvidos.

Muitos países olham para a trajetória de sucesso da biotecnologia nos Estados Unidos e tentam enxergar uma forma de replicá-la. Contudo, características peculiares do sistema de inovação norte americano como, por exemplo, a disponibilidade de recursos, arsenal político e a propensão ao empreendedorismo, impedem que essa trajetória seja simplesmente imitada. Mesmo no interior dos Estados Unidos as disparidades regionais afetam de formas variadas a evolução da biotecnologia nas diferentes regiões do país, existindo algumas com maior potencial.

Portanto, em consonância com o que foi dito até agora, as condições nacionais, locais e até mesmo setoriais determinam a forma e a intensidade com que a biotecnologia é absorvida em determinados países. As oportunidades de financiamento, o fortalecimento de parcerias (público e privado, empresa, universidades, institutos de pesquisa e cooperações internacionais), juntamente com a formação de *bioclusters* altamente especializados, base científica sólida e elevado contingente de mão-de-obra qualificada são aspectos que podem ter favorecido a superioridade dos EUA no desenvolvimento desta tecnologia.

Capítulo 3 – Perfil das Empresas de Biotecnologia no Brasil

O processo de inovação demanda interações entre diversos atores, *outsourcing* em busca de P&D externo e construção de *networks*. A busca por inovação por parte das empresas cria um movimento de crescimento na economia, o qual é alimentado por novos conhecimentos que, muitas vezes, são adquiridos via transferência de tecnologia, ou mesmo, de experiências. Essa busca se diferencia de empresa para empresa e entre sistemas nacionais, locais e setoriais de inovação.

Pretende-se, assim, neste capítulo identificar os atores envolvidos no processo de inovação, fronteiras e fontes do conhecimento e características peculiares das empresas brasileiras que participam desse processo. Mais especificamente, o trabalho buscou investigar se as empresas brasileiras de biotecnologia são diferentes das demais empresas no que se refere às características, desempenho e esforço inovativo.

Esse estudo contribui primeiramente com a literatura de Sistemas Setoriais de Inovação a partir da análise geral do funcionamento integrado do SSI do qual a biotecnologia faz parte, avaliando o comportamento e a importância dos diversos atores que fazem parte desse sistema e como esses interagem e colaboram entre si. Esse trabalho também contribui com a perspectiva de paradigma tecnológico ao explorar os vários tipos de fontes de conhecimento, como este transborda, ultrapassa fronteiras e muda ao longo do tempo, juntamente com os hábitos e as trajetórias tecnológicas. Por fim, em terceiro lugar, pode-se verificar como as empresas usuárias e produtoras de biotecnologias se diferenciam das outras empresas, mapeando o perfil dessas empresas no Brasil, bem como a variação do comportamento dessas, de acordo com a sua classificação por intensidade tecnológica.

O Trabalho procurou de forma sistemática, organizada e descritiva, analisar e interpretar os dados oriundos da Pesquisa de Inovação Tecnológica desenvolvida pelo IBGE, em 2005 e 2008, se atentando, sobretudo, para a área de biotecnologia, em especial para as características, econômicas e tecnológicas, das empresas usuárias e/ ou produtoras de biotecnologia. A análise empírica desenvolvida nesse capítulo está dividida em 3 dimensões de indicadores: características das empresas (tamanho, localização e origem de capital), esforço inovativo (gastos em P&D e atividades inovativas) e desempenho inovador (patentes e novos produtos e processos).

A PINTEC (2005 e 2008) criou uma questão específica referente à biotecnologia, com o intuito de identificar as empresas que realizaram alguma atividade relacionada. Assim, foi possível apontar as empresas que utilizam e/ou produzem biotecnologia.

Existe uma discussão que demonstra a dificuldade relacionada à separação dessas empresas. Para a OCDE (2005), as fronteiras entre as atividades-chaves (produtoras) e as empresas usuárias nem sempre podem ser claramente definidas. Essa dificuldade se estende para o campo empírico e podem ser percebidos nos estudos realizados pela BIOMINAS (2001 e 2007). Os trabalhos apresentam uma grande diferença no número das amostras de empresas consideradas biotecnológicas, o que é justificado exatamente pelas dificuldades em delinear as fronteiras que separam empresas biotecnológicas focadas em atividades-chaves das empresas usuárias. Assim, optou-se por tratar as empresas biotecnológicas como sendo empresas usuárias e/ou produtoras de biotecnologia. Porém, isso pode incorrer em alguns problemas, visto que, ao mesmo tempo em que trataremos de empresas que se encontram na fronteira tecnológica, com objetivo máster de encontrar soluções para grandes problemas tecnológicos a partir de desenvolvimentos da biotecnologia moderna, estaremos tratando de empresas que apenas utilizam dessas inovações.

Mas, isso não compromete os resultados, que contam com uma rica gama de informações, qualitativas quanto quantitativas, extraídas dos indicadores setoriais nacionais das atividades de inovação das empresas brasileiras. Estes exprimem o comportamento inovador dessas empresas, estratégias adotadas, esforços empreendidos, incentivos e obstáculos enfrentados no cenário nacional de inovação, mais especificamente nos setores que englobam o desenvolvimento de biotecnologia. Os resultados possibilitarão que as empresas avaliem seu desempenho com relação à média setorial, governos desenvolvam e avaliem políticas nacionais, regionais e setoriais e, por fim, que estudiosos analisem de maneira crítica e sistêmica as características setoriais da inovação.

Quanto ao recorte setorial, o trabalho utiliza-se da Classificação Nacional de Atividades Econômicas³⁶. Com o intuito de identificar algumas diferenças estruturais

³⁶ A Classificação Nacional de Atividades Econômicas - CNAE é a classificação oficialmente adotada pelo Sistema Estatístico Nacional e pelos órgãos federais gestores de registros administrativos (Comissão Nacional de Classificação – Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão). A CNAE mudou da PINTEC de 2005 para a de 2008. A PINTEC 2005 utilizou a CNAE tipo 1, ao passo que, a PINTEC

entre os diversos setores estudados dividiram-se os mesmos em quatro classes definidas por intensidade tecnológica, classificação esta adotada pela OCDE:

- Alta intensidade tecnológica: setores aeroespacial; farmacêutico; de informática; eletrônica e telecomunicações; instrumentos;
- Média-alta intensidade tecnológica: setores de material elétrico; veículos automotores; química, excluído o setor farmacêutico; ferroviário e de equipamentos de transporte; máquinas e equipamentos;
- Média-baixa intensidade tecnológica: setores de construção naval; borracha e produtos plásticos; coque, produtos refinados de petróleo e de combustíveis nucleares; outros produtos não metálicos; metalurgia básica e produtos metálicos;
- Baixa intensidade tecnológica: outros setores e de reciclagem, madeira, papel e celulose; editorial e gráfica; alimentos, bebidas e fumo; têxtil e de confecção, couro e calçados.

Porém, algumas constatações quanto às características que envolvem a dinâmica inovativa, especialmente dos setores tradicionais, considerados setores com baixo nível tecnológico, que se tratam principalmente de recombinações de conhecimentos acumulados, inovações incrementais e rede de cooperação dentro da cadeia produtiva e fora (MORCEIRO *et al*, 2011), não são captadas pela classificação por intensidade tecnológica, incitando a busca por explicações alternativas que extrapolam o campo visual dessa análise.

3.1 Características das Empresas de Biotecnologia

A PINTEC 2005 é composta por 95.300 empresas, dentre as quais, 0,89% são usuárias e/ou produtoras de biotecnologia (denominadas ao longo do texto de “empresas de biotecnologia”) (PINTEC, 2007). Na PINTEC 2008, o número de empresas totalizou 106.861, sendo 1,06% empresas de biotecnologia (PINTEC, 2010).

A primeira dimensão de análise refere-se às características das empresas de biotecnologia em relação ao conjunto de empresas que não são usuárias e/ou produtoras

2008 foi utilizado a CNAE tipo 2, o que exigiu que fosse feito um trabalho de uniformização entre as bases.

de biotecnologia, tais como: tamanho da empresa, localização, origem do capital, formas de nascimento e mercado alvo.

Uma característica importante da dinâmica das empresas de biotecnologia refere-se ao porte das empresas. Os dados da PINTEC 2005 e 2008 apontam que a indústria brasileira é constituída principalmente por empresas de pequeno porte, com 10 a 29 funcionários. Em 2005, 53% das empresas de biotecnologia eram de pequeno porte, enquanto que para a amostra total da pesquisa esse percentual era de 66%. Os dados de 2008 mostram que a participação das empresas de pequeno porte reduziu de 53% para 38%, contudo a preponderância dessas no grupo de empresas de biotecnologia se manteve.

A expressiva representatividade das pequenas empresas é um ponto em comum entre os dois grupos estudados, mas, a representatividade das grandes, com 500 ou mais funcionários, e das médias empresas (de 30 a 49 e 50 a 99), difere de forma significativa entre os mesmos. As grandes empresas em 2005 representavam 15% da amostra de empresas usuárias e/ ou produtoras de biotecnologia, enquanto concebiam apenas 2% das empresas não usuárias e produtoras de biotecnologia. No ano de 2008, a participação das grandes empresas de biotecnologia saltou de 15% para 19%, ao passo que, no grupo de empresas não usuárias de biotecnologia a participação caiu de 2% para 1,51%.

Tabela 19 - Número Empresas por Número Ocupado - 2005

Pessoal Ocupado	2005				2008			
	Biotec	%	Não Biotec	%	Biotec	%	Não Biotec	%
10 a 29	457	53%	62 030	66%	427	38%	68 621	65%
30 a 49	63	7%	13 354	14%	109	10%	16 203	15%
50 a 99	82	10%	10 259	11%	191	17%	11 490	11%
100 a 249	72	8%	5 426	6%	122	11%	5 892	6%
250 a 499	52	6%	1 868	2%	74	7%	1 928	2%
Com 500 e mais	132	15%	1 506	2%	210	19%	1 595	2%
Total de Empresas	857	100%	94 443	100%	1132	100%	105 729	100%

Fonte: IBGE – PINTEC 2007 e 2010.

Quanto à localização das empresas analisadas, a Tabela 19 apresenta a distribuição espacial das empresas de biotecnologia, classificadas por região. Observa-se que a concentração é muito semelhante à encontrada para o conjunto de empresas inovadoras não biotecnológicas. Constatou-se a superioridade da região Sudeste, que concentrava, em 2005, 72,37% das empresas biotecnológicas, e 55,27% das demais empresas. Essa região classifica-se como o grande pólo brasileiro em biotecnologia. Os dados de 2008 reafirmam essa preponderância, mas com um pequeno movimento de desconcentração na região Sudeste das empresas biotecnológicas.

A segunda região onde se concentram mais as empresas de biotecnologia é a região Nordeste. Em 2005, a região Nordeste embora num patamar bem abaixo (10,06%) da região Sudeste, superou as regiões Sul, Norte e Centro-Oeste (9,75%, 1,72% e 6,09%, respectivamente). Em 2008, os dados evidenciam mudanças nessa distribuição regional. A região Sul assumiu o segundo lugar, com 19,83% das empresas de biotecnologia, seguida pelo Centro Oeste (18,27%), Nordeste (9,54%) e Norte (1,73%). Esse resultado não coincide com os resultados encontrados na pesquisa da BIOMINAS (2007 e 2009), com relação às regiões centro-oeste e nordeste, visto que, as evidências apontam que as empresas biotecnológicas ou usuárias se concentram mais na região nordeste do que na região centro-oeste, diferente da presente pesquisa. Isso se deve possivelmente ao tamanho da amostra e possíveis contrapontos conceituais.

A porcentagem de empresas de biotecnologia mais que dobrou nas regiões Centro Oeste de 2005 para 2008, onde passou de 6,09% para 18,27%, e no Sul, que passou 9,75% para 19,83%. Nas regiões do Norte a participação dessas empresas também aumentou, mesmo que de forma muito menos intensa. Enquanto, no Nordeste e Sudeste ocorreu uma redução relativa de empresas biotecnológicas e usuárias de biotecnologia localizadas nessas regiões.

Em linhas gerais, a distribuição por estado segue a mesma tendência das empresas que não declararam serem usuárias e ou produtoras de biotecnologia, porém com algumas diferenças. A região sudeste concentrava em 2005, 55,27% das empresas não usuárias nem produtoras. No entanto, a região sul ocupa o segundo lugar (26,54%), ao invés da região nordeste, que ocupa o terceiro (9,81%). Em seguida, aparece, a região centro-oeste (5,19 %) e, por fim, a região norte (3,19%). Em 2008, apesar de ter ocorrido algumas pequenas alterações na representatividade de todas as regiões, a hierarquia permaneceu a mesma.

Tabela 20 - A porcentagem de empresas usuárias e/ou produtoras e das não usuárias e/ou produtoras por região - PINTEC 2005 e 2008

Região	2005		2008	
	Biotec	Não Biotec	Biotec	Não Biotec
Sul	10%	27%	20%	26%
Norte	2%	3%	2%	3%
Nordeste	10%	10%	10%	11%
Sudeste	72%	55%	51%	55%
Centro-Oeste	6%	5%	18%	6%

Fonte: IBGE – PINTEC 2007 e 2010.

A Tabela 20 apresenta outro conjunto de indicadores que ilustram o comportamento das empresas de biotecnologia quanto à origem de capital e o mercado alvo. Quanto à origem do capital controlador das empresas estudadas, a participação de empresas de capital controlador nacional que utilizam e produzem biotecnologia (91,46%), em 2005, era bem parecida com a média de empresas com capital controlador nacional que não utilizam nem produzem biotecnologia (97,92%). Como no caso das primeiras empresas a média caiu de 2005 para 2008, de 91,46% para 88,90%, essa média passou a destoar da média do grupo das não declarantes (97,34%), que passa a ter uma representatividade maior de empresas nacionais.

No que se refere ao mercado consumidor alvo das empresas, verifica-se que 48,56% das empresas de biotecnologia tinham como principal mercado o nacional³⁷, em 2005. Apesar da média de empresas usuárias e/ou produtoras de biotecnologia, voltadas principalmente para a atuação no mercado nacional ter reduzido, no ano de 2008, ainda assim esta continuou menor que a média do grupo não usuário de biotecnologia. Silveira *et al* (2004) aponta como um ponto de estrangulamento das exportações brasileiras o fator do país exportar produtos biotecnológicos de valor agregado baixo

³⁷ Esse número corresponde às empresas que responderam que o Brasil inteiro é o seu principal mercado. Isso não engloba as empresas que declararam que o seu mercado principal é o estado ou a região onde se localizam. Em uma simulação incluindo os três mercados nacionais (estadual, regional e nacional) os percentuais aumentam para mais de 90% para usuárias e não-usuárias.

para os países da América Latina que, por sinal, possuem demandas instáveis, e de importar reagentes (produtos mais sofisticados tecnologicamente) dos países centrais (EUA e EU).

Outros aspectos que prejudicam as exportações das empresas biotecnológicas nacionais, principalmente no setor agrícola, são as barreiras sanitárias (regulamentadas de forma diferente em cada país, enquanto nos Estados Unidos se considera o cultivo OGM equivalente ao convencional, por exemplo, na União Européia, grande importadora de produtos agrícolas, adotou o “princípio da precaução”, que considera o cultivo OGM diferente do convencional), o baixo grau de adaptação de certas variedades às condições climáticas brasileiras e o controle desse mercado por dez líderes mundiais (SILVEIRA *et al*, 2004). A porcentagem de 75% das empresas biotecnológicas brasileiras não são exportadoras, ao passo que, a maioria importa, principalmente insumos, equipamento e serviços.

Tabela 21 - Características das empresas quanto ao Capital Controlador e Mercado de Atuação - PINTEC 2005 e 2008

Variável	2005		2008	
	Biotec	Não Biotec	Biotec	Não Biotec
Capital Controlador	91%	98%	89%	97%
Principal Mercado da Empresa	49%	30%	47%	36%

Nota: Média (Desvio Padrão)

Fonte: IBGE – PINTEC 2007 e 2010.

Um elemento importante para a análise do comportamento das empresas de biotecnologia refere-se à sua distribuição setorial, como mostra os dados da Tabela 22. Em 2005, o setor produtor de produtos alimentícios dominava o grupo de empresas usuárias e/ou produtoras de biotecnologias (29%), enquanto o setor produtor de vestuário e acessório dominava o outro grupo de empresa com 14,4%. No ano de 2008, a representatividade desse setor aumentou significativamente para 55%, dentro do grupo de empresas que declararam utilizar ou produzir biotecnologia, além de continuar representando de forma expressiva o setor perante também à indústria nacional. O

Brasil apresenta uma forte tendência em produzir bens primários, considerados produtos de baixo valor agregado. Mesmo que a produção de setores como o agrícola esteja vinculada à utilização de tecnologias de alto nível tecnológico, como é o caso da biotecnologia, esse setor é classificado pela OCDE como um setor de baixa tecnologia. Aqui entra uma recente discussão referente aos setores classificados como de baixa tecnologia considerada por muitos, como usuárias passivas de tecnologias desenvolvidas em outros setores (MORCEIRO *et al*, 2011). Porém, essa visão simplifica a complexidade da atividade inovativa e minimiza os obstáculos enfrentados nesse processo. Assim, Moceiro *et al* (2011) propõe uma nova metodologia que se atenta para a complexidade que envolve a atividade inovativa das indústrias tradicionais, que por sua vez, envolvem assimilação, adaptação, criação de novos conhecimentos, ricas interações entre diversos atores, produtos e processos sofisticados, que são desconsiderados pelas classificações tradicionais.

Acredita-se que o significativo crescimento da representatividade do uso de biotecnologia no setor de alimentos se deve a regulamentação dos Organismos Geneticamente Modificados (OGM), conhecido usualmente como transgênicos. A primeira lei de Biossegurança, criada em 1995, instituiu a Comissão Técnica Nacional de Biossegurança - CTNBio (comissão consultiva ligada ao MCT), cuja função era fazer análise de risco biológico dos eventos transgênicos. Qualquer OGM, trabalhos de pesquisas, experimentação ou de liberação comercial tem que passar pela CTNBio. Hoje no Brasil existem 292 grupos com Certificados de Qualidade e Biossegurança (CQB), liberados pela CTNBio, para trabalhar com engenharia genética em universidade, empresas públicas e privadas.

Em 1998 o pedido de comercialização da primeira soja transgênica (resistente a herbicida) foi aprovada pela CTNBio, depois de três anos de análise. Porém, logo em seguida a deliberação foi contestada pela instância judicial do Estado do Paraná, que além revogar a decisão da CTNBio, proibiu o seu exercício em qualquer análise de solicitação comercial durante seis anos. Assim, até 2002 achavam que o Brasil estava livre de transgênicos, o que não passava de uma utopia, visto que, perante as vantagens da soja transgênica, o agricultor brasileiro passou a contrabandear a semente da Argentina, conhecida popularmente como “soja Maradona”. Nesse mesmo ano, já existia cinco milhões de hectares de soja transgênica plantados no Brasil. Com a regulamentação da produção acredita-se que o número de empresas do ramo que

passaram a investir exponencialmente no desenvolvimento de OGM aumentou bastante, principalmente, dadas as condições desfavoráveis do clima tropical (ou muita chuva ou muito calor), que há muito tempo impõem limitações e cria desafios constantes para o agricultor brasileiro, que é reconhecido internacionalmente pelas suas competências para driblar essas adversidades.

Segundo a ISAAA (2009), em 2009 o Brasil já tinha uma área de 21,4 milhões de hectares com lavouras biotecnológicas plantadas (soja, milho e algodão, principalmente), ocupando a segunda posição em área plantada. A soja, o milho e algodão são as *commodities* com maior proporção de variedades geneticamente modificadas, respectivamente. Silveira *et al* (2009) afirmam que a grande e rica biodiversidade brasileira (com 20% das plantas, animais e microorganismos catalogados e com 55 mil espécies – 21% do total classificado em todo mundo) potencializa o desenvolvimento da biotecnologia agrícola no Brasil. Para Silveira *et al* (2009) ainda o forte sistema nacional de pesquisa agrícola do país é outro fator que impulsiona o setor agrícola nacional e promove o destaque verificado na pesquisa. Mas, se pode dizer que mais que um sistema de pesquisa bem estruturado, esse setor possui um sistema de inovação setorial articulado e com a presença de atores de destaque na área de pesquisa, tanto na iniciativa privada quanto na esfera pública. As instituições como a Embrapa, Fapesp, rede ONSA, assim como universidades como a Unicamp, UFRJ e a Esalq se despontam na área de pesquisa no setor, e corroboram com o desenvolvimento do sistema de inovação que circunda este setor.

Os setores químico (21,6%), farmacêutico (6,9%), de máquinas e equipamentos (11%), confecção de artigos de vestiários e acessórios (8%) e fabricação de produtos minerais não-metálicos (5,9%), até 2005, eram os próximos setores com o maior número de empresas declarantes como usuárias e/ou produtoras de biotecnologia. Com relação ao grupo de empresas não usuárias e produtores de biotecnologia, os setores de confecção de artigos de vestiários e acessórios (14,4%) têxtil (4,9%), químico (4,3%), de fabricação de produtos minerais não-metálicos (7,8%), máquinas e equipamentos (6,8%) eram os setores mais representativos em 2005.

O setor farmacêutico brasileiro também possui notáveis instituições de pesquisas como é caso da Fundação Oswaldo Cruz, da Bio-Manguinhos, Instituto de Tecnologia do Paraná (Tecpar), instituto Butantã e Ludwig, que fazem uma ponte entre produção científica e o mercado. Porém, o Brasil ainda não conquistou a representatividade

internacional que almeja nessa área. O mercado de vacinas brasileiro, por exemplo, ainda depende fortemente da importação de insumos, o que acaba elevando os custos de produção e comprometendo os avanços tecnológicos na área (Silveira *et al*, 2004). Além das importações, os longos períodos de maturação das pesquisas da área juntamente com a necessidade de elevados investimentos acabam também elevando os custos desta atividade. O mercado farmacêutico brasileiro, para completar, é controlado por empresas americanas e européias, que foram oligopólios verticalizados (SILVEIRA *et al*, 2004). O Brasil, assim, se configura como um seguidor das transformações que ocorrem na fronteira tecnológica no setor de saúde humana, mas, com o auxílio das instituições de pesquisas, sendo a maioria pública, tem monitorado e mapeado os avanços internacionais.

No que se refere ao crescimento do número de empresas usuárias e produtoras de biotecnologia em 2008, se destacam os setores de fabricação de coque, de produtos derivados do petróleo e de bicomcombustíveis nucleares, que passou de 2,2% em 2005 para 5% em 2008, sem falar no setor fabricante de produtos alimentícios que saiu de uma representatividade de 29,1% em 2005 para 55% em 2008. Quanto ao primeiro setor pode-se dizer que o Brasil, trinta anos após o início do Proálcool, vive uma nova fase que prescreve a expansão da produção em larga escala com o intuito de oferecer combustíveis alternativos, tanto a nível nacional quanto a nível internacional. A confiança em alternativas ao petróleo como combustível move pesquisas que envolvem o desenvolvimento de biodiesel, as quais buscam cada vez mais por maneiras mais eficazes de produzi-los. A biotecnologia veio dar um novo estímulo à produção de álcool no Brasil, como pode ser comprovado com a aprovação do organismo transgênico na área, o etanol criado a partir do processo de fermentação da levedura *Saccharomyces cerevisiae*, extraída do caldo da cana-de-açúcar. Essa descoberta aliada à abundância de matéria-prima (açúcar e carbono) e ao seu baixo custo poderá aperfeiçoar o processo de produção do etanol no Brasil, em escala industrial. Detalhe que o crescimento desse setor não é verificado no grupo de empresas que não alegaram usar e/ ou produzir biotecnologia.

Diferentemente, os setores químicos, de máquina e equipamento³⁸, produtos minerais não-metálicos, artigos de vestuário e acessórios tiveram a sua

³⁸Demonstra a fragilidade do segmento que fabrica equipamentos para a biotecnologia e o porquê da dependência do mercado do Brasil com relação às importações de materiais.

representatividade diminuída com relação ao parque industrial de empresas que utilizam e produzem biotecnologia de 2005 para 2008. No grupo de empresas que não utilizam nem produzem biotecnologia o setor químico acompanhou essa tendência baixista, ao contrário dos setores de produtos minerais não-metálicos e artigos de vestuário e acessórios, que cresceram em números de empresas e do setor de máquinas e equipamentos que se manteve praticamente constante. O setor farmacêutico manteve a representatividade dentro do primeiro grupo de empresas praticamente constante de 2005 para 2008, que por sinal, é considerado muito baixa perto do que este setor representa para os desenvolvimentos internacionais da biotecnologia. Segundo Silveira (1993), a indústria farmacêutica é a que mais recebe atenção das firmas norte-americanas de biotecnologia.

Portanto, os setores considerados pela OCDE como setores com baixo nível tecnológico são os setores que mais utilizam e produzem biotecnologia no Brasil. A biotecnologia como paradigma técnico-econômico pode até se dar de “cima para baixo”, isto é, de setores de alta tecnologia para setores com baixos níveis tecnológicos, porém a absorção desse paradigma exige que os sistemas setoriais de inovação, do qual a biotecnologia faz parte, sejam articulados e bem desenvolvidos. A indústria alimentícia brasileira, por exemplo, forma um dos sistemas setoriais de inovação mais bem preparados para lidar com a complexidade envolvida no desenvolvimento da biotecnologia.

Os setores classificados como alta tecnologia são os que possuem o menor número de empresas biotecnológicas no Brasil, o que acaba comprovando a concentração da produção brasileira em setores de menor intensidade tecnológica.

Tabela 22 - Número de Empresas que Realizam Atividade Biotecnológica e Número de Empresas que Não Realizam Atividade Biotecnológica - PINTEC 2005 e 2008

	2005				2008			
	Biotec	%	Não Biotec	%	Biotec	%	Não Biotec	%
Alta Intensidade Tecnológica								
Fabricação de farmoquímicos e farmacêuticos	56	6,9%	565	0,7%	78	7%	417	0,5%
Fabricação de máquinas para escritório, equipamentos de informática, produtos eletrônicos e ópticos	-	-	211	0,3%	4	0,4%	1461	2%
Fabricação de componentes eletrônicos e de aparelhos e equipamentos de comunicações	2	0,3%	641	0,8%	2	0,2%	593	1%
Fabricação de outros produtos eletrônicos e ópticos	0	0,0%	326	0,4%	1	0,1%	554	1%
Fabricação de aparelhos e equipamentos de comunicações	2	0,2%	316	0,4%	2	0,2%	314	0,3%
Sub-total	61	7,4%	1848	2,2%	83	8%	1878	2%
Média-alta intensidade tecnológica								
Fabricação de produtos químicos	178	21,6%	3623	4,3%	165	15%	2899	3%
Fabricação de máquinas e equipamentos	91	11,1%	5708	6,8%	20	2%	5531	6%
Fabricação de máquinas, aparelhos e materiais elétricos	-	-	1892	2,3%	6	1%	1932	2%
Fabricação e montagem de veículos automotores, rebocues e carrocerias	8	1,0%	2206	2,6%	4	0,4%	2634	3%
Fabricação de outros equipamentos de transporte	-	-	589	0,7%	-	-	500	1%
Sub-total	277	33,7%	14018	16,7%	196	18%	13496	15%
Média-baixa intensidade tecnológica								
Fabricação de coque, de produtos derivados do petróleo e de biocombustíveis e elaboração de combustíveis nucleares	18	2,2%	188	0,2%	55	5%	232	0,3%
Fabricação de artigos de borracha e plástico	14	1,7%	5294	6,3%	23	2%	6438	7%
Fabricação de produtos de minerais não-metálicos	49	5,9%	6595	7,8%	3	0,3%	7858	9%
Produtos siderúrgicos	6	0,7%	376	0,4%	7	1%	482	1%
Metalurgia de metais não-ferrosos e fundição	1	0,1%	1088	1,3%	2	0,2%	1183	1%
Fabricação de produtos de metal	30	3,7%	8543	10,2%	12	1%	10095	11%
Sub-total	118	14,4%	22082	26,3%	101	9%	26288	29%
Baixa Intensidade Tecnológica								
Fabricação de produtos alimentícios	240	29%	10589	13%	596	55%	11127	12%
Fabricação de bebidas	9	1,1%	750	0,9%	21	2%	868	1%
Fabricação de produtos do fumo	1	0,1%	69	0,1%	1	0,1%	61	0,1%
Fabricação de produtos têxteis	16	2%	4138	4,9%	25	2%	3507	4%
Confecção de artigos do vestuário e acessórios	67	8%	12096	14,4%	16	1%	14730	16%
Preparação de couros e fabricação de artefatos de couro, artigos de viagem e calçados	8	0,9%	4548	5,4%	13	1%	5098	6%
Fabricação de produtos de madeira	7	0,9%	5081	6,0%	1	0,1%	5248	6%
Fabricação de celulose, papel e produtos de papel	13	1,5%	1772	2,1%	15	1%	2124	2%
Fabricação de móveis	5	0,6%	5063	6,0%	7	1%	5110	6%
Fabricação de produtos diversos	2	0,2%	2017	2,4%	11	1%	2596	3%
Sub-total	367	44,6%	46123	54,9%	705	65%	50468	55%
Total	823	100,0%	84072	100,0%	1085	100%	92129	100%

Fonte: PINTEC 2007 e 2010

3.2 Esforço Inovativo das Empresas de Biotecnologia

Quanto o esforço inovativo os indicadores utilizados foram: gastos com atividades inovativas, gastos com P&D, realização de P&D contínua, participação em arranjos cooperativos com outras organizações com vista em desenvolver outras atividades inovativas, e manutenção de vínculos com incubadoras.

Os gastos com atividades inovativas envolvem os recursos despendidos com pesquisa e desenvolvimento (P&D), interna e externa, assim como com a aquisição de software e máquinas e equipamentos, treinamento, introdução de inovações tecnológicas no mercado e, por fim, outras preparações para a produção e distribuição do novo produto.

Quando se faz uma comparação entre os valores absolutos dos gastos com atividade inovativa das empresas que realizaram atividades que envolviam biotecnologia e as que não realizaram, percebe-se uma preponderância dos gastos das empresas não usuárias nem produtoras de biotecnologia, tanto em 2005 quanto em 2008. Com exceção das empresas usuárias e/ou produtoras de biotecnologia pertencentes aos setores petrolíferos e fabricante de celulose e outras pastas, que gastam mais com as atividades inovativas, em ambos os anos. Mas, vale lembrar que, como já explicitado anteriormente, o tamanho da amostra de empresas não usuárias nem produtoras de biotecnologia é significativamente maior do que a de empresas usuárias e/ou produtoras, o que interfere no resultado.

Por isso, apesar do presente estudo estar trabalhando como uma amostra de empresas heterogênea, ou seja, com pequenas, médias e grandes empresas, preferiu-se calcular também os gastos com atividades inovativas por empresa. Isso pode incorrer em riscos de superestimação do potencial dos gastos com atividade inovativa de algumas empresas, bem como de subestimação do gasto de outras (esse é o caso da Petrobrás no setor petrolífero, por exemplo). Entretanto, ao mesmo tempo, essa análise permite que se retire o efeito causado pela diferença entre o tamanho das duas amostras estudadas. Quando se analisa os gastos com atividade inovativa por empresa o cenário se modifica, visto que, as empresas que utilizam e produzem biotecnologia aparecem com um gasto massivamente maior do que as empresas não produtoras nem usuárias de biotecnologia, exceto no setor fabricante de metal.

Tabela 23 - Dispendio com Atividades Inovativas: 2005 e 2008

2005							2008						
Biotec				Não Biotec			Biotec				Não Biotec		
Alta Intensidade Tecnológica	Nº de Empresas	Gastos com Atividades Inovativas	Por empresa	Nº de Empresas	Gastos com Atividades Inovativas	Por empresa	Nº de Empresas	Gastos com Atividades Inovativas	Por empresa	Nº de Empresas	Gastos com Atividades Inovativas	Por empresa	
Fabricação de farmoquímicos e farmacêuticos	56	267 110	4 736	565	785 839	1 390	78	687 260	8 811	417	794 107	1904	
Fabricação de aparelhos e equipamentos de comunicações	2	246 576	123 288	316	1 602 201	5 070	2	169 886	84 943	314	970 569	3091	
Média-alta intensidade tecnológica													
Fabricação de produtos químicos	178	556 319	3 123	3623	2 379 048	657	165	1 182 035	7 144	2899	3 124 895	1078	
Fabricação de máquinas e equipamentos	91	163 663	1 799	5708	2 652 874	465	20	78 295	3 872	5531	2 510 945	454	
Fabricação de máquinas, aparelhos e materiais elétricos	-	-	-	1892	1 054 700	558	6	207 001	34 268	1932	1 195 039	619	
Fabricação de automóveis, caminhonetas e utilitários, caminhões e ônibus, reboques e carroceria	8	43180	5 398	2206	4 277 073	1 939	4	270209	67 552	2634	5 194 330	1972	
Média-baixa intensidade tecnológica													
Fabricação de coque, biocombustíveis (álcool e outros) e elaboração de combustíveis nucleares	18	103 024	5 784	188	225 895	1 201	55	83 117	1 521	232	290 328	1253	
Refino de petróleo	8	1 525 170	187 883	67	25 556	379	3	2 370 318	683 789	79	44 163	561	
Fabricação de artigos de borracha e plástico	14	12 063	845	5294	1 500 090	283	23	58 114	2 581	6438	1 672 041	260	
Fabricação de produtos de minerais não-metálicos	49	119 600	2 448	6595	914 153	139	3	5 757	1 919	7858	1 142 125	145	
Produtos siderúrgicos	6	153 600	25 235	376	1 179 552	3 141	7	282 127	40 304	482	2 280 154	4726	
Metalurgia de metais não-ferrosos e fundição	1	14 900	14 900	1088	653 161	601	2	37 988	18 994	1183	1 154 536	976	
Fabricação de produtos de metal	30	1 801	60	8543	1 238 823	145	12	101 820	8 825	10095	1 650 754	164	
Baixa Intensidade Tecnológica													
Fabricação de produtos alimentícios	240	632 691	2 639	10589	2 911 698	275	596	1 740 391	2 920	11127	4 173 795	375	
Fabricação de bebidas	9	47 284	5 055	750	553 761	738	21	423 974	19 905	868	473 379	545	
Fabricação de produtos do fumo	1	48 119	48 120	69	73 307	1 063	1	73 713	73 713	61	96 373	1580	
Fabricação de produtos têxteis	16	18 256	1 128	4138	732 977	177	25	69 660	2 836	3507	670 359	191	
Confecção de artigos do vestuário e acessórios	67	16 574	249	12096	256 256	21	16	9 468	594	14730	424 371	29	
Preparação de couros e fabricação de artefatos de couro, artigos de viagem e calçados	8	12 028	1 562	4548	547 005	120	13	17 447	1 310	5098	554 544	109	
Fabricação de produtos de madeira	7	1 261	171	5081	282 758	56	1	-	-	5248	491 437	94	
Fabricação de celulose e outras pastas	2	185 436	99 755	25	31 269	1 246	3	129 872	43 291	29	17 788	612	
Fabricação de papel, embalagens e artefatos de papel	11	186 654	17 283	1746	697 087	399	12	152 602	12 832	2094	813 925	389	
Fabricação de produtos diversos	2	18 165	8 926	2017	134 994	67	11	42 665	3 980	2596	470 345	181	

Fonte: PINTEC 2007 e 2010

O gasto com P&D é considerado por diversos estudos como uma *proxies* do esforço inovativo das empresas. Por sinal, essa variável é uma das que melhor representa esse esforço, dado o seu vínculo de causalidade com a inovação final. Esses gastos com P&D podem ser tanto internos quanto externos. A análise dos valores absolutos desses gastos sugere que as empresas não usuárias nem produtoras de biotecnologia apresentaram, no ano de 2005, montantes, em média, superiores aos das usuárias e/ou produtoras. Exceto das empresas usuárias e/ou produtoras de biotecnologia pertencentes ao setor petrolífero, que gastou em média com atividades de P&D R\$ 1.069.350 em 2005, respectivamente, montante esse superior à média das empresas petrolíferas não usuárias nem produtoras de biotecnologia, que gastaram, em média, nesse mesmo ano, R\$ 7.217, na devida ordem.

Em 2008, o mesmo quadro foi observado, a maior parte das empresas não usuárias e produtoras de biotecnologia (em 91,66% dos setores analisados) continuaram apresentando uma média de recursos destinados a P&D superiores aos das usuárias e/ou produtoras. Contudo, nesse mesmo ano, além dos gastos de P&D das empresas usuárias e/ou produtoras do setor petrolífero terem ultrapassaram largamente os gastos com P&D das empresas não usuárias e produtoras, os setores fabricante de fumo, celulose e outras pastas declarantes também foram maiores que os da demais empresas.

Porém, além de destinar uma parte maior da receita líquida à P&D, empresas usuárias e/ou produtoras de biotecnologia, em geral, destinam-se mais recursos à P&D, dentre as outras atividades inovativas, que as não usuárias e/ou produtoras. Em 2005, 11,11% das empresas usuárias e ou produtoras de biotecnologia destinavam 50% ou mais dos recursos de atividades inovativas em P&D, 8,3% dessas empresas despendiam de 50% à 40%, 11,11% de 40% à 30%, 5,5% de 30% à 20% e, por fim, 33,3% gastavam 20% ou menos com P&D. Enquanto, das empresas que não realizavam atividades de biotecnologia 5,5% apenas gastavam 50% ou mais com P&D, 5,5% 50 à 40%, 8,3% 40% à 30%, 19,44% de 30% à 20% e 52,77% 20% para baixo. Em 2008, os dois grupos continuaram se destoando, 16,66% das empresas usuárias e ou produtoras de biotecnologia dedicavam 50% ou mais dos recursos de atividades inovativas em P&D, ainda 8,3% dessas empresas despendiam de 50% à 40%, bem como 11,11% ainda situavam no intervalo entre 40% à 30%, no momento em que, 11,11% destinavam de 30% à 20% dos recursos e, para finalizar, 27,77% gastavam 20% ou menos com P&D. Ao passo que, as empresas não usuárias nem produtoras de biotecnologia continuavam

destinado menos recursos a P&D, sendo que 8,3% apenas gastavam 50% ou mais com P&D, 2,7% 50 à 40%, 16,66% 40% à 30%, 5,5% de 30% à 20% e 55,55% de 20% para baixo (PINTEC 2007 e2010).

Em geral, assim como nas empresas usuárias e/ ou produtoras de biotecnologia, os setores de alta e média-alta intensidade tecnológica são os setores que mais gastam com P&D. Seguidos pelo setores de média-baixa e baixa intensidade tecnológica. Mesmo nas empresas que utilizam biotecnologia (tecnologia de ponta) percebe-se que essa estratificação não deixa de existir. Portanto, sem dúvida, os setores de alta intensidade tecnológica consomem uma parte maior da receita com gastos em P&D que os setores com intensidade tecnológica mais baixa.

Tabela 24 - Dispendio com P&D: 2005 e 2008

	2005				2008			
	Dispêndio com P&D							
Alta Intensidade Tecnológica	Biotec	%	Não Biotec	%	Biotec	%	Não Biotec	%
Fabricação de farmoquímicos e farmacêuticos	111 500	7%	206 818	5%	263 549	7%	356 152	8%
Fabricação de máquinas para escritório, equipamentos de informática, produtos eletrônicos e ópticos	-	-	188 521	5%	-	-	-	-
Fabricação de componentes eletrônicos	-	-	-	-	-	-	32 325	1%
Fabricação de outros produtos eletrônicos e ópticos	-	-	36 031	1%	150	-	116 919	2%
Sub-total	111 500	7%	431 370	11%	263 699	7%	505 396	11%
Média-alta intensidade tecnológica								
Fabricação de produtos químicos	227 760	14%	505 148	13%	508 910	13%	616 528	13%
Fabricação de máquinas e equipamentos	45 126	3%	363 272	9%	12 565	0,32%	445 257	9%
Fabricação de máquinas, aparelhos e materiais elétricos	-	-	412 168	10%	158 495	4%	398 628	8%
Fabricação de automóveis, caminhonetas e utilitários, caminhões e ônibus, reboques e carrocerias	17163	1%	285 363	7%	138681	4%	442 043	9%
Fabricação de outros equipamentos de transporte	-	-	834 474	21%	-	-	697 178	15%
Sub-total	290 048	17%	2 400 425	61%	818 650	21%	2 599 633	55%
Média-baixa intensidade tecnológica								
Fabricação de coque, biocombustíveis (álcool e outros) e elaboração de combustíveis nucleares	1 711	0,10%	6 758	0,17%	330	0,01%	4 880	0,10%
Refino de petróleo	1 069 350	64%	7 217	0,18%	2 208 920	57%	9 999	0,21%
Fabricação de artigos de borracha e plástico	750	0,04%	216 312	5%	10 819	0,28%	294 691	6%
Fabricação de produtos de minerais não-metálicos	10 419	0,62%	112 820	3%	3 000	0,08%	76 388	2%
Produtos siderúrgicos	16 407	0,98%	154 173	4%	78 405	2%	234 643	5%
Metalurgia de metais não-ferrosos e fundição	5 000	0,30%	23 123	1%	18 500	0,47%	60 284	1%
Fabricação de produtos de metal	-	-	95 485	2%	25 541	0,66%	171 251	4%
Sub-total	1 103 638	66%	615 888	16%	2 345 515	60%	852 135	18%
Baixa Intensidade Tecnológica								
Fabricação de produtos alimentícios	96 637	6%	200 620	5%	272 749	7%	421 010	9%
Fabricação de bebidas	8 080	0,48%	22 511	0,57%	16 305	0,42%	26 846	1%
Fabricação de produtos do fumo	7 860	0,47%	15 023	0,38%	60 909	2%	17 693	0,37%
Fabricação de produtos têxteis	2 521	0,15%	56 981	1,45%	20 021	0,51%	31 481	1%
Confecção de artigos do vestuário e acessórios	3 976	0,24%	31 729	0,80%	637	0,02%	35 202	1%
Preparação de couros e fabricação de artefatos de couro, artigos de viagem e calçados	4 194	0,25%	69 443	1,76%	6 188	0,16%	101 375	2%
Fabricação de produtos de madeira	194	0,01%	20 294	0,51%	-	0,00%	17 127	0,36%
Fabricação de celulose e outras pastas	14 764	0,88%	2 668	0,07%	26 775	0,69%	2 050	0,04%
Fabricação de papel, embalagens e artefatos de papel	30 671	2%	44 196	1,12%	46 801	1,20%	73 264	2%
Fabricação de produtos diversos	5 500	0,33%	30 656	0,78%	20 259	0,52%	62 993	1%
Sub-total	174 396	10%	494 122	13%	470 643	12%	789 041	17%
Total	1 679 582		3 941 804		3 898 508		4 746 206	

Fonte: PINTEC 2007 e 2010

Quanto o nível de qualificação, foi questionado o número de pessoas segundo o nível de qualificação (graduadas, mestres e doutores), com relação ao quadro de empregados da empresa, que normalmente está ocupado nas atividades de P&D. Em 2005, no grupo de empresas usuárias e/ ou produtoras de biotecnologia os setores que possuíam o maior número de pessoas qualificadas envolvidas com P&D eram os de refino de petróleo (950 pessoas), fabricação de produtos químicos (628), farmaquímicos e farmacêuticos (359) e agrícola (338).

Já em 2008, o setor petrolífero continuou sendo o setor com a maior quantidade de pessoas qualificadas, com 1268 pessoas com nível superior ou pós-graduação, seguido pelos setores farmaquímico e farmacêutico (668), químico (532), agrícola (438) e pelos fabricantes de peças e acessórios para veículos. Como se pode perceber, pelo menos um de cada classe tecnológica está sendo representado como setores com elevado nível de pessoas qualificadas. No grupo de empresas que não realizaram nenhuma atividade ligada à biotecnologia, apesar da disparidade ser um pouco maior, o setor agrícola continua representando os setores considerados de baixa tecnologia, com um elevado número de funcionários qualificados, tanto em 2005, com 1050 empregados graduadas ou pós-graduados, quanto em 2008, com 804 pessoas qualificadas.

A demanda por profissionais qualificados na área de biotecnologia no Brasil é alta. Mas, para que essa demanda seja suprida, é necessário que atitudes sistêmicas sejam tomadas a respeito, envolvendo a participação dos Ministérios do Governo Federal, MEC, MS, MDIC, MCT e MA (BATALHA *et al*, 2004). A quantidade de *papers* publicados na área de biotecnologia em revistas e o número de doutores formados têm aumentado significativamente no Brasil. Isso se deve, em grande medida, aos maiores incentivos dados pelo governo brasileiro, que tem aumentado os recursos destinados a pós-graduação (aumento o número de bolsas de doutorado e mestrado), o que aumento o número de pesquisadores na área.

Tabela 25 - Nível de qualificação dos funcionários por setor: 2005 e 2008

	2005				2008			
	Nível de qualificação							
Alta Intensidade Tecnológica	Biotec	%	Não Biotec	%	Biotec	%	Não Biotec	%
Fabricação de farmoquímicos e farmacêuticos	359	11%	540	3%	668	16%	768	4%
Fabricação de máquinas para escritório, equipamentos de informática, produtos eletrônicos e ópticos	-	-	990	5%	-	-	-	-
Fabricação de aparelhos e equipamentos de comunicações	318	10%	1 327	7%	-	-	1 540	8%
Sub-total	677	21%	2 858	16%	668	16%	2 308	12%
Média-alta intensidade tecnológica								
Fabricação de produtos químicos	628	20%	2 115	12%	532	13%	1 964	10%
Fabricação de máquinas e equipamentos	188	6%	2 370	13%	11	0%	1 147	6%
Fabricação de máquinas, aparelhos e materiais elétricos	-	-	1 388	8%	169	4%	1 546	8%
Fabricação de automóveis, caminhonetas e utilitários, caminhões e ônibus, reboques e carrocerias	-	-	3 115	17%	320	8%	3 326	18%
Fabricação de outros equipamentos de transporte	-	-	2 286	13%	-	-	3 948	21%
Sub-total	816	25%	11 273	62%	1 032	25%	11 930	63%
Média-baixa intensidade tecnológica								
Fabricação de coque, biocombustíveis (álcool e outros) e elaboração de combustíveis nucleares	-	-	-	-	11	0,3%	26	0,1%
Refino de petróleo	950	30%	34	0,2%	1 268	31%	80	0,4%
Fabricação de artigos de borracha e plástico	6	0,2%	731	4%	72	2%	876	5%
Fabricação de produtos de minerais não-metálicos	26	1%	361	2%	4	0%	303	2%
Produtos siderúrgicos	204	6%	578	3%	78	2%	518	3%
Metalurgia de metais não-ferrosos e fundição	6	0,2%	102	1%	55	1%	119	1%
Sub-total	1 192	37%	1 806	10%	1 488	36%	1 922	10%
Baixa Intensidade Tecnológica								
Fabricação de produtos alimentícios	338	11%	1 050	6%	438	11%	804	4%
Fabricação de bebidas	19	0,6%	86	0,5%	38	1%	83	0,44%
Fabricação de produtos do fumo	10	0,3%	152	0,8%	115	3%	32	0,17%
Fabricação de produtos têxteis	20	0,6%	232	1%	48	1%	272	1,4%
Confecção de artigos do vestuário e acessórios	37	1%	78	0,4%	2	0,05%	278	1,48%
Preparação de couros e fabricação de artefatos de couro, artigos de viagem e calçados	1	0,03%	166	0,9%	12	0,3%	375	2%
Fabricação de produtos de madeira	4	0,1%	80	0,4%	-	-	83	0,44%
Fabricação de celulose e outras pastas	33	1%	9	0,1%	63	2%	2	0,01%
Fabricação de papel, embalagens e artefatos de papel	51	2%	245	1%	125	3%	240	1%
Fabricação de produtos diversos	14	0,4%	183	1,0%	53	1%	500	3%
Sub-total	527	16%	2 280	13%	895	22%	2 670	14%
Total	3 213		18 217		4 084		18 830	

Fonte: PINTEC 2007 e 2010

Em 2005, as empresas que utilizavam e/ou produziam biotecnologia apresentaram uma média maior tanto no que se refere realização de P&D contínua quanto no que diz respeito a participação de arranjos cooperativos. De 2005 para 2008, a média de empresas biotecnológicas e/ ou usuárias de biotecnologia que realizam P&D continuamente (20% para 23%) e que participam de arranjos cooperativos (17% para 30%) aumentou significativamente e permaneceu maior do que as mesmas médias das empresas não usuárias e/ou produtoras de biotecnologia. Verifica-se, assim, que a realização de acordos de cooperação e de P&D contínua são características típicas de empresas que realizam atividades biotecnológicas.

Acredita-se que a ampliação e desenvolvimento de redes de cooperação, baseados na visão da inovação colaborativa, se devem a adoção do modelo de inovação aberta, que combina conhecimentos internos e externos (CHRISTENSEN, 2005), por grande parte das empresas que utilizam e desenvolvem biotecnologia (SILVEIRA, 2002). Em geral, esses arranjos de cooperação que envolvem as empresas de biotecnologia contam com a participação de importantes instituições, como o CNPq, FAPESP, FINEP e BNDES, instituições de pesquisa nacionais e internacionais, e diversos outros colaboradores. O objetivo de estreitar o relacionamento com a comunidade científica, também está presente na maioria dessas empresas, que visam estimular e incentivar o desenvolvimento da ciência básica e aplicada. Portanto, buscando gerar conhecimentos e desenvolver processos tecnológicos, as empresas biotecnológicas e usuárias vêm atuando em redes de forma multidisciplinar, desenvolvendo a gestão do conhecimento e da cultura para inovação.

Por isso, acredita-se que os parques tecnológicos, compostos por um conjunto de instituições de pesquisas, empresas especializadas, universidades, dentre outras organizações e instituições, facilitam a aplicação comercial da pesquisa tecnológica, como os desenvolvimentos científicos biotecnológicos, engajadas em circuitos integrados. Esse tipo de formação está presente em todo panorama mundial e esse número tem crescido no século XXI devido às novas necessidades da economia do conhecimento. Os *clusters* de biotecnologia, em geral, costumam formar parques tecnológicos com o objetivo de auxiliar o desenvolvimento das indústrias locais. A biotecnologia e as ciências da vida representam 20% das empresas que ocupam parques científicos ou tecnológicos no mundo. Essa taxa significativa se deve à natureza complexa e multidisciplinar da base de conhecimento que envolve esta indústria.

Os parques tecnológicos são lugares onde os *spillovers* gerados na indústria local, devido à interação e a difusão de novos conhecimentos, beneficiam todos os atores envolvidos no processo de inovação. Nesse caso, os pesquisadores acabam encontrando ambientes mais propícios e dinâmicos de trabalho e as relações entre empresas, universidades, institutos de pesquisa, dentre outros atores, se tornam mais rentáveis e vantajosas.

Outro ponto importante, que caracteriza as empresas biotecnológicas é processo de incubação. As empresas e universidades incubadoras criam condições para que as empresas nascentes (*star ups*) superassem as dificuldades encontradas no estágio o inicial, o mais crítico. São exemplos de empresas incubadoras no Brasil a BIOMINAS, Fundação BIO-RIO/ UFRJ e CIIOTEC/UFRS (Centro de Biotecnologia do Rio grande do Sul) e os institutos nacionais de ciência e tecnologia de biotecnologia (INCTs), como o ordenado pela FAPESP.

Essas empresas oferecem suporte gerencial, administrativo, mercadológico e até mesmo técnico, quando necessários, para empresas iniciantes. Universidades e centros de pesquisas científicas do país também abrigam as incubadoras (JUDICE, 2004).

Os dados referente a média de empresas incubadas está disponível apenas para o ano de 2008. Nesse ano, a porcentagem de empresas incubadas biotecnológicas ou usuárias de biotecnologia (5%) era maior a de empresas incubadas não usuárias e produtoras de biotecnologia (1%). Provavelmente, esse fato acontece devido à mesma causa por que estas empresas têm significativa representação em parques tecnológicos, isto é, devida ao caráter complexo e multidisciplinar do conhecimento envolvido na biotecnologia. Portanto, em comum acordo com Judice (2004), afirma-se que as incubadoras, como instrumento de constituição de empresas, possui uma importância diferenciada para a área de biotecnologia, dada tanto ao longo período de maturação das pesquisas e empresas constituintes dos setores que a envolvem.

Tabela 26 - Esforço inovativo: 2005 e 2008

Variável	2005		2008	
	Biotec	Não Biotec	Biotec	Não Biotec
P&D Contínuo	20%	4%	23%	3%
Arranjo Cooperativo	17%	3%	30%	4%
Vinculada a Incubadora ou Parque tecnológico	-	-	5%	1%

Fonte: PINTEC 2007 e 2010

Quando se analisa um sistema de inovação, importantes funções explicativas cabem às fontes de informação e aos possíveis parceiros de rede, por isso, achou-se relevante levantar quais os *stakeholders* são consideradas importantes fontes de conhecimento para ambos os grupos de empresas. Assim, especificamente no que diz respeito a outras fontes de informação, nas empresas que realizaram biotecnologia em alguma parte do seu processo produtivo, em 2005, maioria das empresas consideravam de alta importância as fontes ligadas ao departamento de P&D, outras empresas, fornecedores, cliente e consumidores, licenças, patentes e *Know how*, enquanto, grande parte achava que os concorrentes, universidades e institutos de pesquisa e centros de capacitação profissional e assistência técnica fontes de informação irrelevantes. O grande gargalo existente entre a produção desenvolvida principalmente pelas universidades e à comercialização e desenvolvimento pelas empresas, acaba dificultando a parceria entre as partes, o que acaba sendo ilógico, do ponto de vista econômico e inovativo, visto que, ambas iriam ganhar em decorrência divisão das benesses oriundas da patente, além de benefícios fiscais destinadas às empresas que fazem esse tipo de parceria e investem em C&T.

Duas fontes consideradas pelas empresas biotecnológicas altamente importantes, o departamento de P&D e a aquisição de licenças, patentes e *Know how*, foram consideradas em 2005 por grande parte das empresas não usuárias de biotecnologia irrelevantes.

Tabela 27 - Nível de Importância dado a certas fontes de informação para as empresas que são usuárias e/ou produtoras de biotecnologia - 2005

Fontes de Informação	2005							
	Biotec				Não Biotec			
	Alta	Média	Baixa	Não Relevante	Alta	Média	Baixa	Não Relevante
Departamento de P&D	17%	2%	0%	9%	3%	1%	0%	4%
Outra empresa do grupo	5%	3%	2%	4%	1%	0%	0%	1%
Fornecedores de máquinas, equipamentos, materiais, componentes ou softwares	27%	17%	6%	22%	14%	9%	3%	10%
Clientes ou consumidores	33%	20%	2%	17%	16%	7%	2%	12%
Concorrentes	13%	13%	11%	35%	9%	7%	4%	17%
Universidades e institutos de pesquisa	19%	11%	4%	37%	2%	2%	2%	30%
Centros de capacitação profissional e assistência técnica	14%	11%	7%	39%	2%	3%	2%	29%
Aquisição de licenças, patentes e know how	11%	2%	3%	4%	1%	1%	0%	2%
Redes de informações informatizadas	25%	22%	6%	19%	14%	7%	3%	13%

Fonte: PINTEC 2007 e 2010

No ano de 2008, a única fonte que deixou de ser considerada pelas empresas biotecnológicas e usuárias uma fonte irrelevante para uma fonte altamente importante foram os concorrentes, ao passo que, universidades e institutos de pesquisa e centros de capacitação profissional e assistência técnica continuaram sendo consideradas pela maioria como fontes secundária. No mesmo ano, o departamento de P&D mudou de status e passou a ser considerada pelas empresas que não realizaram nenhuma atividade ligada a biotecnologia uma fonte de conhecimento muito importante por essas empresas. Ao passo que, os concorrentes, em 2005 estimado como uma fonte de conhecimento com alta importância passou a ser considerada uma fonte secundária e irrelevante, bem como as universidades e institutos de pesquisa e centro de capacitação profissional e de assistência técnica e as licenças e patentes, fontes de informação pouco importantes.

Tabela 28 - Nível de Importância dado a certas fontes de informação para as empresas que são usuárias e/ou produtoras de biotecnologia (Média) - 2008

Fontes de Informação	2008							
	Biotec				Não Biotec			
	Alta	Média	Baixa	Não Relevante	Alta	Média	Baixa	Não Relevante
Departamento de P&D	16%	2%	0%	13%	3%	1%	0%	1%
Outra empresa do grupo	16%	3%	2%	6%	2%	1%	0%	1%
Fornecedores de máquinas, equipamentos, materiais, componentes ou softwares	39%	26%	6%	7%	16%	11%	4%	11%
Clientes ou consumidores	33%	28%	8%	8%	19%	9%	2%	11%
Concorrentes	27%	23%	8%	20%	9%	10%	5%	17%
Universidades e institutos de pesquisa	21%	22%	7%	27%	3%	3%	2%	33%
Centros de capacitação profissional e assistência técnica	13%	13%	7%	44%	4%	5%	2%	30%
Aquisição de licenças, patentes e know how	-	-	-	-	-	-	-	-
Redes de informações informatizadas	39%	23%	6%	9%	20%	8%	2%	10%

Fonte: PINTEC 2007 e 2010

3.3 Desempenho Inovativo das Empresas de Biotecnologia

Quanto ao desenvolvimento de novos produtos, processos e organizacional, observa-se que as empresas biotecnológicas, em média, desenvolveram mais novos produtos, processos e formas organizacionais do que as não usuárias nem produtoras de biotecnologia, tanto no ano de 2005 quanto em 2008. Em 2005, 55% das empresas usuárias e ou produtoras de biotecnologia inovaram em produtos contra apenas 20% empresas não usuárias de biotecnologia. Em 2008 esse valor não mudou muito, em média, as empresas biotecnológicas continuariam inovando mais. Essa situação se repete nos caso de inovação de processo e organizacionais. Além disso, as empresas biotecnológicas também utilizam mais das ferramentas de proteção da inovação, formais e informais, que as empresas que não realizam atividades relacionadas a biotecnologia. Ou seja, essas empresas patenteiam mais que a média de empresas não biotecnológicas.

Tabela 29 - Porcentagem de Empresas usuárias e/ou Produtoras e das Não-Usuárias e/ou produtoras que Inovam (por Produto ou Processo) e que Protegem as Suas Inovações - PINTEC 2005 e 2008

Variável	2005		2008	
	Biotec	Não Biotec	Biotec	Não Biotec
Inovação de Produto	55%	20%	54%	23%
Inovação de Processo	55%	27%	45%	30%
Inovação Organizacional	31%	10%	41%	12%
Proteção Formal	21%	4%	28%	5%
Proteção Estratégica	92%	66%	89%	68%

Fonte: PINTEC 2007 e 2010

No ano de 2005, os cinco setores pertencentes ao grupo de empresas usuárias e ou produtoras de biotecnologia que obtiverem as maiores receitas líquidas de vendas foram o setor petrolífero (R\$ 111.874.554), em primeiro lugar, seguido pelos setores alimentício (R\$ 31.239.435), químico (R\$ 30.977.322), de papel, embalagens e artefatos de papel (R\$ 11.782.350) e produtos siderúrgicos (R\$ 6.161.917). Dentre os setores não usuários/ produtores de biotecnologia os que mais se destacaram com melhor desempenho econômico, em termos de receita líquida de venda, foram primeiramente o setor de produtos alimentícios (R\$ 168.668.111), em seguida o setor de fabricação de automóveis, caminhonete, utilitários, caminhões e ônibus (R\$ 77.057.027), seguido pelo setor químico (R\$ 102.605.460), produtos siderúrgicos (R\$67.330.075) e de máquinas e equipamentos (R\$ 62.695460).

No de 2008, analisando primeiro o grupo de empresas usuárias e ou produtoras de biotecnologia pode-se dizer que grande parte dos setores obteve um aumento da sua receita líquida, exceto o setor químico, que teve a sua receita reduzida de R\$ 30.977.322 para R\$ 27.098.562, e de fabricação de papel, embalagens e artefatos de papel, que também diminuiu a receita de 2005 para 2008, de R\$ R4 11.782.350 para R\$ 8.883.741. Acreditava que com a crise de 2008 esse crescimento cessaria, mas, apesar das receitas ter diminuído em seguida, de acordo com a BIOMINAS 2009, o impacto negativo sobre

a competitividade das empresas biotecnológicas e usuárias não aconteceu, sendo que nem mesmo os investimentos na área sofreram redução nesse período.

Olhando para a intensidade tecnológica, verifica-se que no Brasil os setores considerados de média-baixa e baixa intensidade tecnológica apresentam receitas líquidas maiores do que os setores de alta e média-alta intensidade tecnológica. Isso demonstra o destaque da produção brasileira nesses setores de média- baixa e baixa intensidade tecnológica, especialmente na produção de *commodities*.

Tabela 30- Receita Líquida das Empresas Usuárias e/ou Produtoras por CNAE - 2005 e 2008

	2005				2008			
	Receita Líquida de Vendas							
Alta Intensidade Tecnológica	Biotec	%	Não Biotec	%	Biotec	%	Não Biotec	%
Fabricação de farmoquímicos e farmacêuticos	5 844 735	3%	19 127 335	2%	9 598 458	3%	19 031 606	2%
Fabricação de máquinas para escritório, equipamentos de informática, produtos eletrônicos e ópticos	-	-	10 348 184	1%	-	-	-	-
Fabricação de componentes eletrônicos	-	-	-	-	-	-	3 983 427	0%
Fabricação de aparelhos e equipamentos de comunicações	6 158 372	3%	27 408 571	3%	2 301 038	1%	30 844 172	3%
Sub-total	12 003 107	5%	56 884 089	6%	11 899 495	3%	53 859 205	5%
Média-alta intensidade tecnológica								
Fabricação de produtos químicos	30 977 322	14%	102 605 480	12%	27 098 562	7%	144 561 184	12%
Fabricação de máquinas e equipamentos	4 505 083	2%	62 695 460	7%	2 830 654	1%	81 046 466	7%
Fabricação de máquinas, aparelhos e materiais elétricos	-	-	30 501 578	3%	5 781 963	2%	41 884 421	4%
Fabricação de automóveis, caminhonetas e utilitários, caminhões e ônibus, reboques e carrocerias	1274758	1%	77 057 027	9%	5741448	2%	122 524 998	10%
Fabricação de outros equipamentos de transporte	-	-	24 053 083	3%	-	-	33 009 680	3%
Sub-total	36 757 164	17%	296 912 627	34%	41 452 626	11%	423 026 749	36%
Média-baixa intensidade tecnológica								
Fabricação de coque, biocombustíveis (álcool e outros) e elaboração de combustíveis nucleares	1 196 775	1%	7 451 642	1%	3 992 128	1%	7 494 664	1%
Refino de petróleo	111 874 554	51%	2 441 754	0,28%	174 506 062	47%	4 856 406	0,41%
Fabricação de artigos de borracha e plástico	308 791	0,14%	45 568 097	5%	2 556 911	1%	58 468 905	5%
Fabricação de produtos de minerais não-metálicos	737 947	0,33%	30 415 602	3%	531 037	0,14%	45 505 845	4%
Produtos siderúrgicos	6 161 917	3%	67 330 075	8%	18 956 865	5%	85 134 764	7%
Metalurgia de metais não-ferrosos e fundição	228 708	0,10%	23 969 386	3%	1 131 028	0,30%	37 273 841	3%
Fabricação de produtos de metal	24 642	0,01%	40 840 976	5%	2 687 444	1%	61 732 436	5%
Sub-total	120 533 333	55%	218 017 532	25%	204 361 475	55%	300 466 862	26%
Baixa Intensidade Tecnológica								
Fabricação de produtos alimentícios	31 239 435	14,15%	168 668 111	19%	74 771 426	20%	225 656 360	19%
Fabricação de bebidas	2 189 030	0,99%	25 904 184	3%	17 907 770	5%	22 086 301	2%
Fabricação de produtos do fumo	1 419 410	0,64%	7 444 088	1%	5 198 676	1%	5 686 024	0,49%
Fabricação de produtos têxteis	1 380 684	0,63%	24 423 477	3%	2 575 119	1%	24 574 825	2%
Confecção de artigos do vestuário e acessórios	343 144	0,16%	14 971 357	2%	606 037	0,16%	24 759 623	2%
Preparação de couros e fabricação de artefatos de couro, artigos de viagem e calçados	154 933	0,07%	19 657 803	2%	520 779	0,14%	23 105 757	2%
Fabricação de produtos de madeira	77 850	0,04%	15 242 841	2%	41 084	0,01%	16 310 664	1,39%
Fabricação de celulose e outras pastas	2 443 123	1,11%	1 802 071	0,21%	4 265 437	1%	1 643 394	0,14%
Fabricação de papel, embalagens e artefatos de papel	11 782 350	5,34%	21 378 562	2%	8 883 741	2%	37 880 334	3%
Fabricação de produtos diversos	427 758	0,19%	4 986 052	1%	637 092	0,17%	11 744 860	1%
Sub-total	51 457 718	23%	304 478 547	34%	115 407 160	31%	393 448 140	33%
Total	220 751 322		876 292 795		373 120 757		1 170 800 956	

Fonte: PINTEC 2007 e 2010

Portanto, se pode ressaltar a contribuição desse capítulo no que tange a dinâmica inovativa dos setores considerados de baixa intensidade tecnológica. Na medida em que novas necessidades são criadas e adaptação demandadas, dada a imposição do novo paradigma tecno-econômico da biotecnologia, o que possivelmente os fazem transpor as barreiras dessa classificação (MORCEIRO *et al*, 2011). Porém, é importante admitir a necessidade do país de desenvolver produtos comercializáveis, competitivos e com valor agregado elevado, para alcançar um patamar desejável de competitividade, fazendo uma inserção no mercado internacional de alta tecnologia. Mesmo que tenhamos certo vigor na produção de produtos intermediários, esses são muito difíceis de comercializar, pois os mercados são imperfeitos, isso dificulta a comercialização de tecnologias por empresas com o foco apenas nesse produtos.

Além disso, se pode ter uma visão ampliada do cenário nacional em que se encontram as empresas usuárias e/ou produtoras e não usuárias/produtoras de biotecnologia, construindo um mapa mental rico em informações quantitativas e qualitativas no que diz respeito ao perfil, desempenho e esforço inovativo dessas empresas. Esse cenário pode potencializar as tomadas de decisão por parte das empresas, o sucesso das diretrizes das políticas públicas direcionadas para o desenvolvimento do sistema nacional de inovação e, ainda, podem corroborar com estudos setoriais voltados, principalmente, para biotecnologia.

Por fim, é possível dizer que o trabalho conseguiu atingir um dos seus grandes objetivos, o de articular a teoria de SSI e de paradigma tecnológico com a prática, elucidando de maneira clara como esses conceitos se aplicam empiricamente. É plausível dizer que a dinamicidade da teoria de SSI não só foi pertinente para a análise do objeto de estudo, como foi fundamental, visto que, a articulação dos diversos atores vinculados a cada setor, a diversidade das fontes de conhecimento, assim como a grande necessidade de cooperação, especialmente no que se refere à biotecnologia, pedem uma teoria dinâmica que abarque todos os elementos envolvidos na inovação de um sistema setorial, sem possíveis prejuízos. Além disso, a capacidade da Biotecnologia, no papel de paradigma tecnológico, de mudar as trajetórias tecnológicas de diversos setores, inclusive dos setores tradicionais, bem como os padrões de desenvolvimento, traz como sugestão uma face concreta de paradigma tecnológico.

Considerações Finais

Neste trabalho estudou-se o padrão biotecnologia no mundo e no Brasil. Mais especificamente, foi investigado o perfil das empresas de biotecnologia quanto ao seu desempenho e esforço inovativo e se esses indicadores se diferenciam de outras empresas, não biotecnológica. Essa análise empírica teve como fundamento o arcabouço teórico neo-schumpeteriano. A Biotecnologia é um fenômeno muito complexo e sua explicação não pode se restringir a um único arcabouço teórico. Por isso, julgou-se adequado utilizar das abordagens de sistema setorial de inovação e de paradigma tecnoeconômico, articulando de forma complementar ambas as perspectivas.

A análise multidimensional proposta pela perspectiva de sistemas setoriais de inovação aplicada à análise dos setores, os quais a biotecnologia faz parte, pode ser útil para compreensão da dinâmica dessas áreas e dos fatores que influenciam e determinam o desenvolvimento da biotecnologia em cada setor. A partir dessa discussão, conclui-se que os sistemas setoriais de inovação com regime tecnológico marcado, em grande medida, pela presença da biotecnologia apresentam uma tendência de clusterização, que acontece em torno da produção científica, em busca do desenvolvimento de inovação tecnológica. Mas, ao mesmo tempo, esses setores interagem intensamente com fontes de informações globais, dada a necessidade de estar em encontro com novas tecnologias e desenvolvimentos científicos no que se refere à área, desenvolvidas ao redor do mundo.

Porém, o conceito de paradigma técnico-econômico consegue embasar a discussão sobre os impactos causados pela biotecnologia, enquanto conjunto de técnicas de base biológicas com possibilidade de aplicação em diferentes segmentos, que inclusive podem afetar a própria essência da economia (VALLE, 2005; SILVEIRA 2002).

Descritivamente, se pode dizer, então, que as empresas biotecnológicas ou usuárias de biotecnologia são tipicamente schumpeterianas, no sentido em que as suas trajetórias tecnológicas são determinadas especialmente pela sua intensa atividade inovativa, delineada pelo paradigma técnico-econômico da biotecnologia (SILVEIRA, 2002). O surgimento desse novo paradigma gerou mudanças disruptivas na economia, tanto a nível nacional, internacional quanto setorial. Todavia, as oportunidades tecnológicas e o nível de difusão desses conhecimentos pela economia dependem do formato e das características do sistema de inovação, seja ele nacional, setorial ou local,

do qual essas empresas fazem parte. As oportunidades criadas pelas redes de cooperação e os transbordamentos gerados pelos novos conhecimentos, dentro de um sistema de inovação, mais especificamente dos sistemas setoriais de inovação, o torna uma fonte inesgotável de novas oportunidades tecnológicas (SILVEIRA, 2002).

No que tange a descrição do panorama, nacional e internacional, se pode afirmar que a definição dos Estados Unidos como vitrine do mundo, da União Européia como distribuidor de biotecnologia (que é caso da Alemanha e da França), da China como um novo *player* em biotecnologia, e, por fim, do Mercosul como o destino das exportações das empresas de biotecnologia, pode se configurar a princípio como um cenário global da biotecnologia nos dias atuais.

Analisando este quadro de forma mais detalhada, chegou-se a conclusão que os Estados Unidos se despoja com relação aos demais países não apenas devido ao seu modelo empresarial, mas, também por possuir uma base científica sólida e estruturada, embasada por fortes estratégias tecnológicas e de parceria em rede, e infra-estrutura propícia (com laboratórios, institutos de pesquisa e universidades, todos interligados). Características como a abundância de capital, especialmente capital de risco, disponível para o financiamento de pesquisas, e de mão-de-obra qualificada, com experiência, também favorecem o desenvolvimento da biotecnologia nos Estados Unidos. A existência de um mercado de capital nesse país mais desenvolvido propicia financiamentos de longo prazo, o que favorece a P&D na área. Sem contar que agentes públicos e privados investem pesadamente em P&D.

A competitiva indústria farmacêutica norte americana, com elevado nível de gasto com pesquisa e desenvolvimento, também é outro fator que alavanca o mercado norte americano. Os grandes laboratórios farmacêuticos se associam às novas empresas de biotecnologia, às universidades e à outras instituições de pesquisa interfere positivamente na produção científica e tecnológica no campo de conhecimentos ligados à biotec. Além disso, o alto gasto em P&D biotecnológico pelas empresas americanas corrobora com o grande destaque deste mercado.

A maioria dos países analisados tem a estrutura de mercado composta por pequenas e médias empresas. Outras características comuns aos diversos países estudados correspondem à grande participação do setor público no desenvolvimento do mercado biotecnológico mundo e a concentração de empresas e P&D na área da saúde, seguida pelo setor agrícola.

Mesmo nos Estados Unidos, existem grandes desigualdades entre certas regiões, focadas no desenvolvimento de biotecnologia, em termos de disponibilidade de recursos para o financiamento das atividades. Regiões mais desenvolvidas, marcadas pela formação de clusters, com sistemas de inovação mais articulado e dinâmico, atraem mais investimentos, na medida em que apresentam maiores vantagens e, portanto, repassam uma maior segurança aos investidores

Enquanto no Brasil, apesar de já existir uma produtividade de qualidade, que tem buscado um padrão internacional. Mas, ainda existe também a necessidade de promoção e comercialização, nacional e internacional. No entanto o país encontra várias restrições técnicas, produtivas, políticas e de governança, que demandam que uma agenda nacional seja criada para que o governo atue em cada uma dessas frentes. O desafio brasileiro é global, visto que, a grande meta é inserir o Brasil no mapa da biotecnologia mundial.

Com relação à P&D no Brasil, os dispêndios são ainda muito pequenos, especialmente, com relação aos países desenvolvidos, e agora se pode falar em comparação com a China, que tem ganhado destaque no cenário internacional. A relação de contingenciamento dos recursos disponibilizados pelos fundos setoriais às ações destinadas ao controle inflacionário por corte de gastos tem em alguns momentos comprometido as possibilidades de investimentos na área de C&T no país. Existe sim um compromisso do Brasil com C&T, que é fundamentalmente do setor público. A Petrobrás, que é ainda uma empresa com o capital controlador nacional, controlada pelo estado, é um grande *player* em inovação tecnológica com resultados muito importantes para o Brasil, como podemos verificar no capítulo três. Em geral, os esforços inovativos mais vultosos acontecem dentro de grandes corporações. Há no Brasil uma distância muito grande entre as ações que levariam a formação de empresas competitivas de alto teor tecnológico e o gasto que se faz em pesquisa e sustentação de rede de pesquisa, principalmente do setor público.

Uma das características que envolve não só a biotecnologia, mas todas as atividades de C&T, em geral, é a fragmentação e baixa coordenação das atividades, que estão espalhadas por vários ministérios e agências públicas. Além disso, há uma lacuna existente entre a produção científica no Brasil, produzida principalmente dentro das universidades, e o desenvolvimento e comercialização desses conhecimentos pelas empresas.

Mas, o Brasil também apresenta pontos positivos como, a existência de um robusto sistema universitário de pós-graduação, conjunto respeitável de instituições de pesquisa e um crescimento acima da média da produção científica e publicações em revistas internacionais. O foco em publicações internacionais hoje tem sido um guia para pesquisas brasileiras, o que favorece o aumento do prestígio das pesquisas nacionais no exterior.

Além da diversidade da biodiversidade brasileira, a base científica já constituída pela notável concentração de patentes, citações e publicações nas áreas de química, ciências biológicas, bioquímica, e ciências agrárias torna a área de biotecnologia extremamente relevante no Brasil (RIBEIRO *et al*, 2009). Essas são áreas que o Brasil realmente se destaca, apresentando um pico em relação às demais áreas, que, por sua vez, acabam tendo desempenhos aquém das expectativas. Sendo os *players* no desenvolvimento de biotecnologia a área de ciências agrárias e áreas ligadas a esse setor.

Agora, no que tange o objetivo central do trabalho, baseou-se a análise nos dados da PINTEC 2005 e 2008. No ponto de partida do trabalho acreditava-se que as empresas de biotecnologia eram empresas que se destacavam com relação às demais no que se refere ao esforço e desempenho inovativo. Os resultados mostraram algumas diferenças significativas nos padrões de inovação. Empresas de biotecnologia de fato são mais propensa à ações mais cooperativas, aquisição conhecimentos e pesquisas por meio fontes externas, apresentando um padrão mais diversificado de abastecimento, quanto aos tipos de agentes (heterogêneos) e a delimitação geográfica do conhecimento (local e global).

Por fim, a partir do que foi analisado neste trabalho, observa-se que, no atual ritmo acelerado, na era do conhecimento, o processo de inovação raramente acontece de forma isolada. A inovação exige cada vez mais interações entre múltiplos atores, aquisição de P & D externo (*outsourcing*), bem como a formação de redes cooperativas que, por sinal, vêm se tornando ações rotineiras para a gestão da inovação. O objetivo final da formação dessas redes é sempre comum aos atores, visto que, todos almejam desenvolver e ter acesso a novas tecnologias e conhecimentos.

Referências Bibliográficas

- ABDI e CGEE (2008). *Biotecnologia – Iniciativa Nacional de Inovação*.
- ABIFINA – Associação Brasileira das Indústria de Química Fina, *Biotecnologia e suas Especificidades* (2011). < www.abifina.org.br>
- ARBIX, GLAUCO (2007). *Biotecnologia Sem Fronteiras*.
- ASSAD E AUCÉLIO (2004). *Biotecnologia no Brasil – Recentes esforços*. In: *Biotecnologia e Recursos Genéticos – Desafios e Oportunidade para o Brasil*.
- BAPTISTA, M.A.C. (2000). *Política Industrial- uma interpretação heterodoxa*. Campinas, IE/UNICAMP (Tese de Doutorado).
- BEUZEKOM, V.; ARUNDEL, A. (2009). *OECD Biotechnology Statistics 2009*.
- BRESCHI, S.; F. MALERBA (1997). *Sectoral innovation systems: technological regimes, Schumpeterian dynamics and spatial boundaries*. In Edquist, C. (ed.) (1997), *Systems of Innovation: Technologies, Institutions and Organizations*. London and Washington: Pinter/Cassell Academic.
- CASA CIVIL, 2007 - http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/ato2007-2010/2007/decreto/d6041.htm
- CEPAL (2008). *Techno-economic paradigms: ICTs and biotechnology*.
- CGEE, (2002). *Diretrizes Estratégicas do Fundo Setorial de Biotecnologia*.
- CHRISTENSEN, J. F. (2005). *Wither Core Competency for Large Corporation in Open Innovation world*. Researching a New Paradigm, Oxford University Press, 2006.
- CONCEIÇÃO, O. A. C. (1996). “*Novas Tecnologias, “Novo” Paradigma Tecnológico ou “Nova”Regulação: a Procura do “Novo*”.
- DOSI G., SOETE, L. (1988). “*Technical Change and International Trade*”. In G. Dosi et al. (ed.), 1988, [ref. 43].
- DOSI, G.; PAVITT, K.; SOETE, L., (1990). *The Economic of Technical Change and International Trade*.Harvester/Wheatsheaf Press.
- DOSI, G. (1982). *Technological Paradigms and Technological Trajectories*.ResearchPolicy, v. 11, pp. 147-162.
- EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. <<http://www.embrapa.br>>
- EDQUIST, C. (2006). *Systems of Innovation: perspectives and challenges*. FARBERGER,

FURTADO, A. T.; CARVALHO, R. Q. (2005). *Padrões de intensidade Tecnológica da Indústria brasileira: Um estudo comparativo com os países centrais*. São Paulo em perspectiva, v. 19, n. 1, p. 70-84, jan./mar. 2005.

J.; MOWERY, D.C.; NELSON, R. (orgs.) *The Oxford Handbook of Innovation*. Oxford University Press,

EDQUIST, C. JOHNSON, B. (1997). 'Institutions and organisations in systems of innovation', in C. Edquist (ed.) *Systems of Innovation: Technologies, Institutions and Organizations*. London and Washington: Pinter/Cassell Academic.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. <<http://www.embrapa.br>>

ERNST e YOUNG (2011). *Beyond Borders: Global Biotechnology Report*.

FAPESP – Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado de São Paulo. <www.fapesp.br>.

———. Imunobiológicos: rumo à auto-suficiência. Pesquisa Fapesp, 2003.

FREEMAN, C. (1987). *Technology Policy and Economic Performance: Lessons from Japan*. London, Frances Pinter.

FREEMAN, C. (1988). *Introduction*. In: DOSI, G. et al., eds. *Technical change and economic theory*. London: Pinter.

FREEMAN, C. (1995). *The 'National System of Innovation' in historical perspective*. *Cambridge Journal of Economics*, 19 (1).

FREEMAN, C , PEREZ, C. (1988). *Structural crises of adjustment business, cycles and investment behaviour*. In: DOSI, G. et al., eds. *Technical change and economic theory*. London: Pinter.

FUNDAÇÃO BIOMINAS (2001). *Parque Nacional de Empresas de Biotecnologia*. Belo Horizonte.

FUNDAÇÃO BIOMINAS (2007). *Estudos de Empresas de Biotecnologia do Brasil*.

FUNDAÇÃO BIOMINAS (2009). *Estudo das Empresas de Biociências Brasil 2009*.

FURTADO, A. T; CARVALHO, R. Q. (2005). *Padrões De Intensidade Tecnológica Da Indústria Brasileira - Um Estudo Comparativo Com Os Países Centrais*. SÃO PAULO EM PERSPECTIVA, v. 19, n. 1, p. 70-84, jan./mar. 2005.

GLOBAL BIOECONOMY CONSULTING LLC (2007). *Global Hubs and Global Nodes of Biotechnology: an international scan of biotechnology strategies, initiatives and institutional capacity*. 3a. edição, agosto de 2007.

- HOLL, A. e RAMA, R. (2011). *Technology Sourcing: Are Biotechnology Firms Different? An Exploratory Study of the Spanish Case* Industry studies association: Working paper series.
- ISAAA (2008). *Global status of commercialized transgenic crops: 2007*. International Services for the Acquisition of Agri-Biotech Applications. Disponível em: <<http://www.isaaa.org/resources/publications/briefs/37/executivesummary/default.html>>. Acesso em setembro de 2012.
- JUDICE, V. M. (2004). *A Biotecnologia e Bioindústria no Brasil*. In: SILVEIRA, J.; POZ, M.; ASSAD, A. Biotecnologia e recursos genéticos: desafios e oportunidades para o Brasil. Campinas: Unicamp, 2004. SILVEIRA ET AL, 2004.
- KUPFER, D. (1996). *Uma abordagem neo-schumpeteriana da competitividade industrial*. Ensaios FEE, Porto Alegre, (17)1: 355-372, 1996.
- LASTRES, H. e FERRAZ, J. (1999). “Economia da Informação, do Conhecimento e do Aprendizado”. In: LASTRES, H. e ALBAGLI, S. (eds) *Informação e Globalização na Era do Conhecimento*. Rio de Janeiro: Campus, 1999.
- LUNDVALL, B. A. (1988). “Innovation as an interactive process: from user-producer interaction to the national system of innovation”. In: Dosi, G. et al., *Technical change and economic theory*. London: Pinter Publishers, 1988
- LUNDVALL, B-A (ed). (1992). *National System of Innovation: towards a theory of innovation and interactive learning*. London-New York, Pinter Publishers.
- LUNDVALL, B-A.; BORRAS, S. (1998). *Globalising learning economy: implications for innovation policy*. Target Socio – Economic Research – TSER, DGXII – European Commission Studies. Luxemburgo: European Communities, 1998.
- LUNDVALL, B. A. (2011). *Políticas de Inovação na Economia do Aprendizado*. Universidade De Aalborg.
- MALERBA, F. (2002). *Sectoral systems of innovation and production*. Research Policy 31 (2002), pp. 247-264.
- MALERBA, F. (2003). *Sectoral System and innovation and Technology Policy*. Revista Brasileira de inovação, v.2, nº 2, julho/ dezembro de 2003.
- MALERBA, F. (2005). *Sectoral system: How and Why Innovation differs Across Sectors*. Oxford University
- MCT – Ministério da Ciência e Tecnologia. <www.mct.gov.br>.

MDIC – Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior. Base de Dados da Secex. <www.mdic.gov.br/comext>.

MELDMAN, M. P.; ROMANELLI, E. (2006). *Organizational legacy and internal dynamics of clusters: The U.S. Human Biotherapeutics industry, 1996 – 2002*.

MENDONÇA, M.A.A. e FREITAS, R. E. (2008). Biotecnologia: perfil dos grupos de pesquisa no Brasil. IPEA. In: *Anais do XLVI Congresso da Sociedade Brasileira e Sociologia Rural*. Rio Branco, Acre, 20 a 23 de jul 2008.

MINISTRY FOR HIGHER EDUCATION AND RESEARCH (2010). *National Research and Innovation Strategy*. General Report, 2009.

MORCEIRO, P; FARIA, L; FORNARI, V; GOMES, R. (2011). *Por Que Não Baixa Tecnologia?*

MOWERY, D. C.; ROSENBERG, N. (1998). *Paths of Innovation: Technological change in 20th-Century America*. Cambridge: Cambridge University Press.

MULDER, M. (2003). *Nacional Biotech Survey*. Egolbio, life sciences incubador.

NELSON, R.; WINTER, S. (1977). *In Search of Useful Theory of Innovation*. Research Policy, v. 6, pp. 37-76,

Nightingale, D.J., Cromby, J., 1999, (Eds), *Social constructionist psychology: A critical analysis of theory and practice*. Buckingham: Open University Press

OCDE, (2005a). *Oslo Manual—Guidelines for Collecting and Interpreting Innovation Data*. 3rd ed. OECD, Paris.

OCDE (2005). *A framework for biotechnology statistics*.

OCDE (2010). *OCDE Science Technology and Industry Outlook*.

OCDE (2011a). *OECD, Biotechnology Statistics Database*. May 2011.

OCDE (2011b). *OECD, Main Science and Technology Indicators Database*. May 2011.

PEREZ, C. (2004). *Technological revolutions, paradigm shifts and sócio-institutional change*; no livro *Globalization, economic development and inequality: An alternative perspective*.

PIERGIOVANNI, R.; SANTARELLI, E. (2010). *The More You Spend, the More You Get? The Effects of R&D and Capital Expenditures on the Patenting Activities of Biotechnology Firms*. IPTS working paper on corporate r&d and innovation - no. 06/2010.

PINTEC (2010). *Pesquisa de Inovação Tecnológica*, IBGE. Ano base: 2008.

- PRESTES JUNIOR, N. H. (2008). *Redes inter-organizacionais: Estudo de Políticas de Cooperação em Biotecnologia no Brasil*. Dissertação de Mestrado - faculdade Economia/ Administração e Contabilidade de Ribeirão Preto/ USP.
- ROSENBERG, N. (1982). *Inside the Black Box: technology and economics*. Cambridge: Cambridge University Press, Cap. 1 (versão português, 2006, Ed. Unicamp).
- SCHUMPETER, J. (1984). *Capitalismo, Socialismo e Democracia*. Rio de Janeiro: Zahar Editores.
- SILVEIRA, J. M. (1993). *O Desenvolvimento da Biotecnologia e sua Repercussão nos Padrões de Concorrência Industriais*.
- SILVEIRA, J. M.; POZ, M. E. D.; FONSECA, M. G. D.; BORGES, I. C. e MELO, M. F. (2004). *Evolução recente da biotecnologia no Brasil*. IE/ Unicamp.
- SILVEIRA, J.; e BORGES, I. (2004). *Um panorama da biotecnologia moderna*. In: SILVEIRA, J.; POZ, M.; ASSAD, A. Biotecnologia e recursos genéticos: desafios e oportunidades para o Brasil.
- SILVEIRA, J. M. F. J; FUTINO, A. M; OLALDE, A. R. (2002). *Biotecnologia: corporações, financiamento da inovação e novas formas organizacionais*.
- SIMON, H.A. (1986), “*Rationality in Psychology and Economics*”, in Hogart, R.M. and Reder, N.W. (Eds.), *Rational Choice*, Chicago, University of Chicago Press.
- TIGRE, P. B. (2005). *Paradigmas Tecnológicos e Teorias Econômicas da Firma*. Revista Brasileira de Inovação Volume 4 Número 1 Janeiro / Junho 2005.
- VALLE, MARCELO GONÇALVES (2005). *O Sistema Nacional de Inovação em Biotecnologia no Brasil: Possíveis Cenários*. Tese de Doutorado - Instituto de Geociências da Unicamp.
- WOLFE, D. A. (2010). *Architectures Of Innovation: Techno-Economic Paradigms, Institutional Change And The Prospects For Growth*. Imperial College London Business School, June 16 - 18, 2010.