



## BIOTECNOLOGIA: PERFIL DOS GRUPOS DE PESQUISA NO BRASIL

MARCO AURÉLIO ALVES DE MENDONÇA; ROGÉRIO EDIVALDO FREITAS;

IPEA

BRASÍLIA - DF - BRASIL

[marco.mendonca@ipea.gov.br](mailto:marco.mendonca@ipea.gov.br)

APRESENTAÇÃO ORAL

Ciência, Pesquisa e Transferência de Tecnologia

### **Biotecnologia: Perfil dos Grupos de Pesquisa no Brasil**

#### **Grupo de Pesquisa: Ciência, Pesquisa e Transferência de Tecnologia**

##### **Resumo**

O artigo objetiva mapear o perfil do capital humano envolvido com a biotecnologia no Brasil. Empregou-se análise estatística descritiva. A base de dados foi exclusivamente montada para esta pesquisa a partir de informações do Portal de Inovação, do Ministério da Ciência e Tecnologia. A investigação constatou a existência de importante incremento dos grupos de pesquisa relacionados ao tema, nos últimos anos. Tal fato resulta dos esforços empreendidos por uma série de agentes, sendo o governo federal o principal. Ademais, os dados indicam que os pesquisadores concentram-se especialmente nas regiões Sul e Sudeste, com significativa participação das ciências Agrárias, Biológicas e da Saúde.

**Palavras-chave:** Biotecnologia, Capital Humano, Análise Descritiva.

##### **Abstract**

The article aims to map the human capital profile involved with the biotechnology in Brazil. We used descriptive statistical analysis. The database was set up exclusively for this study starting from information of the innovation website of the Brazilian Ministry of the Science and Technology. The investigation demonstrated the increment of number of research groups in the last years. This fact results of the efforts undertaken by a series of agents, especially the federal government. Besides, the data indicate that the



**SOBER**

XLVI Congresso da Sociedade Brasileira de Economia,  
Administração e Sociologia Rural



researchers mainly concentrate on the South and Southeast regions of the country, with significant participation of Agrarian, Biological and Health sciences.

**Key Words:** Biotechnology, Human Capital, Descriptive Analysis.



## 1. INTRODUÇÃO

A biotecnologia diz respeito a um amplo conjunto de tecnologias utilizadas em vários setores da economia para a produção de bens e serviços e que possui em comum o fato de utilizar organismos vivos ou parte deles, como moléculas ou células. (SILVEIRA; BORGES, 2004).

O fato de o Brasil ser considerado o proprietário do maior acervo de biodiversidade do planeta, com 15% do total de dois milhões de espécies já catalogadas representa um ativo significativo. Ademais, uma vez que é entendida como uma tecnologia genérica (DODGSON, 2005), a biotecnologia produz efeitos nos mais diversos setores da economia, como a agricultura e pecuária, a silvicultura, a indústria de transformação, a medicina e saúde, e o meio-ambiente.

De fato, o campo integra a base produtiva de diversos setores da economia com um mercado que atingiu a ordem de 2,8% do PIB, em 2004, ano em que já existiam 304 empresas de base biotecnológica, a maioria delas vinculada às universidades e incubadoras de empresas. No entanto, o Brasil, na condição de país emergente, ainda enfrenta dificuldades para dominar tecnologias avançadas, sobretudo no que diz respeito à aplicação destes conhecimentos na geração de produtos, processos e serviços especializados que contribuam para o desenvolvimento econômico sustentável. (ASSAD; AUCÉLIO, 2004).

Por isso, o investimento em capital humano voltado para a área de biotecnologia costuma ser considerado o principal determinante para o desenvolvimento do campo. Já desde a década de 1960, o país vem experimentando sucessivos ingressos de profissionais e pesquisadores qualificados nas áreas de produção animal e vegetal, e não são raros os casos daqueles que buscaram especialização no exterior, seja na forma de bolsas de fomento à pesquisa, seja em programas de pós-graduação financiados por empresas estatais e/ou privadas.

Com isso, tanto na universidade como no setor público ou privado, houve um grande acúmulo de conhecimento nas áreas de ciências da vida, ciências da terra e ciências físicas.

Nesse mesmo período, é reconhecido o esforço realizado, em especial até os anos 1980, no sentido da formação de um quadro amplo de engenheiros, físicos e outros profissionais das ciências exatas, dentro ainda da estratégia de industrialização e substituição de importações, particularmente as industriais.

A constituição da Empresa Brasileira de Pesquisas Agropecuárias (EMBRAPA) e do Instituto Tecnológico de Aeronáutica (ITA), além de tecnologias próprias como as que foram iniciadas ou desenvolvidas no extinto Instituto do Açúcar e do Alcool (IAA) deram-se nesse contexto.

Por isso, o destaque recebido por uma vasta gama de brasileiros envolvidos com a biotecnologia nada tem de natural, mas constitui fruto de esforço que vem sendo liderado pelo setor público.

A lei que determinou a criação do Comitê Nacional de Biotecnologia, em 2007, trouxe entre outras prioridades o incentivo à “formação e capacitação de recursos



humanos para o desenvolvimento de C&T e inovação em biotecnologia, com foco na bioindústria”.<sup>1</sup>

Sabe-se que há hoje uma nova geração de biólogos moleculares, em grande parte decorrente dos esforços da comunidade científica brasileira no Projeto Genoma, que produziu o sequenciamento genético da bactéria *Xylella fastidiosa*. (REINACH, 2007)

No entanto, esse não é o acorde final de um concerto sinfônico e harmonioso. Ainda é preciso focalizar e apoiar o incremento dos ativos intelectuais envolvidos na linha de frente da pesquisa biotecnológica nacional, já que estes são fundamentais para o aproveitamento das potencialidades<sup>2</sup> da fabricação e comercialização de produtos de origem biotecnológica.

A importância dos recursos humanos para o campo da biotecnologia já foi estudado por alguns autores.

Batalha et al (2001) discutiram a capacitação e formação de recursos humanos para a moderna biotecnologia no Brasil, ressaltando a importância crescente de uma formação multidisciplinar para os profissionais envolvidos no assunto, diferentemente do cunho mais tradicional da formação das áreas de biologia e ciências da saúde e agrícola. Tal trabalho constituiu claro esforço de sistematização das informações de oferta e demanda desses profissionais no Brasil, oferecendo um diagnóstico geral do lado da oferta, e encontrando limitações na obtenção de dados a campo (junto aos líderes de grupos de pesquisa na *Plataforma Lattes*) do lado da demanda. No entanto, a amostra utilizada padece de sérios problemas, o que comprometeu os resultados obtidos.

Essa necessidade de diversificação da formação do profissional da área também havia sido levantada por Silva e Sant’Ana (n.d.), segundo os quais são necessárias mudanças nos cursos de graduação e pós-graduação de modo a fortalecer o suporte técnico às indústrias, atrair novos talentos e formar uma cultura mais receptiva às questões científicas que estão na base do sistema de inovação; além da formação de gestores em inovação tecnológica.

Mais especificamente,

*“Existe um consenso entre os especialistas consultados, tanto da academia como do setor industrial, de que áreas como gestão do conhecimento, gestão de tecnologia, propriedade intelectual, marcos regulatórios e treinamento industrial têm recebido atenção inadequada”.* (FELIPE, 2006, p.5)

De fato, esses desafios podem ser parcialmente transpostos com o aprofundamento das parcerias das universidades e centros de pesquisa junto às empresas, de modo a materializar nos projetos comuns as demandas das indústrias e as possibilidades de transformar projetos de pesquisa em produtos finais disponíveis à

---

<sup>1</sup> O Decreto nº 6.041, de 8 de fevereiro de 2007, instituiu a a Política de Desenvolvimento da Biotecnologia e criou o Comitê Nacional de Biotecnologia.

<sup>2</sup> A ciência distingue menos de 1,5 mil espécies vegetais bioativas brasileiras, Quase metade das cem drogas mais vendidas no mundo foi criada com base em compostos naturais e cerca de 30% dos medicamentos têm como princípio ativo elementos retirados da natureza, embora apenas 5% da flora mundial já tenham sido analisadas para identificar seu valor farmacológico potencial. (IPEA, 2007a)



sociedade. As agências de transferência de tecnologia que têm sido organizadas no seio das principais universidades brasileiras são ferramentas importantes nesse processo. Neste artigo, objetiva-se delinear o perfil da mão de obra de pesquisa envolvida com a Biotecnologia no Brasil. Ainda que esta meta possa ser considerada modesta, considera-se que constitui tópico de fundamental interesse para o desenvolvimento de ações e políticas destinadas a incrementar o campo.

O trabalho está estruturado da seguinte maneira: a seção 2 focaliza a estratégia investigativa adotada, bem como a metodologia desenvolvida. A seção 3 apresenta dados e estatísticas relacionados ao perfil dos recursos humanos envolvidos na pesquisa em biotecnologia. A última seção traz as considerações finais.

## **2. ESTRATÉGIA DE INVESTIGAÇÃO: ANÁLISE DOS GRUPOS DE PESQUISA EM BIOTECNOLOGIA**

Para a elaboração do perfil da mão de obra de pesquisa ligada ao ramo da biotecnologia foi indispensável conseguir informações acerca dos pesquisadores brasileiros junto às bases de dados disponíveis. Como tais informações não estão livremente disponíveis, foi necessário montar uma base de dados exclusivamente para este trabalho.

Os dados utilizados neste trabalho foram obtidos a partir do Portal da Inovação<sup>3</sup>, do Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT). Este é alimentado por duas outras fontes, a saber:

- a *Plataforma Lattes*<sup>4</sup>, um conjunto de sistemas de informação, bases de dados, *data warehouses*, portais e sistemas de conhecimento voltados ao mapeamento das competências nacionais e das ações de fomento em ciência, tecnologia e inovação (CT&I); e
- o *Diretório de Oportunidades*, um repositório de informações fornecidas por empresas que declaram suas demandas de capacitação de pessoal, de capacitação tecnológica, de apoio à exportação e de eventuais contratações nacionais de produtos e serviços importados. Essas informações formam um diretório de oportunidades que é tornado público (com sigilo do declarante) para interessados em cooperação técnico-científica.

No portal, essas informações são re-indexadas e disponibilizadas por meio de sistemas de busca voltados a facilitar a interação entre usuários e informações das fontes de informação. Destarte, são possíveis buscas instantâneas por área, grupo de pesquisa e nome de pesquisadores, num universo de mais de 500 mil pessoas e cerca de 20 mil grupos de pesquisa das bases originais.

A base montada para este trabalho foi construída a partir de levantamento de dados realizado entre abril e setembro de 2007. O exame preliminar da base apontou a existência de um total de 6.036 pesquisadores; 2.717 grupos de pesquisa; e apenas duas empresas cadastradas como participantes do grupo brasileiro vinculado ao estudo da biotecnologia.

<sup>3</sup> <http://www.portalinovacao.mct.gov.br>

<sup>4</sup> A Plataforma Lattes foi criada pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e reúne informações declaradas pelos próprios pesquisadores, as quais certamente são menos confiáveis do que aquelas produzidas por órgãos estatísticos oficiais. O Portal Inovação possui acesso a informações continuamente atualizadas das bases de currículos e grupos de pesquisa.



Porém, aqui há alguns problemas importantes dignos de ressalva, a saber: informação não sistematizada, foco impreciso de algumas linhas de pesquisa (inclusive em detrimento de vocações nacionais ou regionais), e mesmo a realização de pesquisas desalinhas das preocupações institucionais ou de mercado.

Por conta disso, julgou-se necessário ressaltar que, do total de 2.717 grupos de pesquisa que apontaram o termo “biotecnologia” como uma das palavras-chave de seus respectivos temas de pesquisa, nem todos podem ser considerados razoavelmente enquadrados na categoria investigada.

Um exame acurado da base de dados permitiu aferir que muitos dos grupos de pesquisa, especialmente aqueles ligados às Ciências Sociais Aplicadas, Ciências Humanas e Lingüística, declararam com maior ou menor grau de inexatidão sua ligação com o tema aqui abordado.

Por conta disso, optou-se pela retirada criteriosa de um total de 290 observações da base, permitindo uma visão um pouco mais rigorosa acerca dos grupos realmente ligados às atividades biotecnológicas.

### **3. PERFIL DA MÃO DE OBRA DE PESQUISA EM BIOTECNOLOGIA**

O primeiro grupo de pesquisa relacionado à biotecnologia a surgir no Brasil remonta ao ano de 1932. O grupo é vinculado ao Instituto Agrônomo (IAC)<sup>5</sup>, órgão de pesquisa da Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios, da Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo, com sede no município de Campinas, que foi fundado em 1887 pelo Imperador D. Pedro II.

Como se pode aferir, a partir da Figura 1, as atividades formais de pesquisa em biotecnologia foram iniciadas há aproximadamente 75 anos, no Brasil. Um exame dos dados permite identificar, no entanto, que o campo permaneceu pouco conhecido ou divulgado até a década de 1970, quando o número de grupos começou a ser incrementado. Apenas vinte anos depois, nos anos 1990, o setor assistiu a um crescimento expressivo.

A intuição sugere que o fenômeno está intrinsecamente ligado ao próprio desenvolvimento da pesquisa biotecnológica em nível mundial. Sabe-se que, em termos gerais, o campo se divide em dois grupos: a *biotecnologia clássica ou tradicional*, ligada à utilização de organismos em sua forma natural ou por meio do melhoramento genético tradicional; e a *biotecnologia moderna*, que faz uso de organismos vivos modificados geneticamente por meio da engenharia genética ou tecnologia do DNA recombinante. (SILVEIRA; BORGES, 2004).

---

<sup>5</sup> O IAC recebeu inicialmente a denominação de Imperial Estação Agrônoma de Campinas e, em 1892, passou para o Governo do Estado de São Paulo. A instituição objetiva gerar e transferir tecnologia para o negócio agrícola, visando à otimização dos sistemas de produção vegetal e ao desenvolvimento sócio-econômico com qualidade ambiental. Sua atuação garante ainda a oferta de alimentos à população e matéria-prima à indústria, cooperando para a segurança alimentar e para a competitividade dos produtos no mercado interno e externo. Para isso, conta com um patrimônio humano de 216 pesquisadores científicos e 372 funcionários de apoio, além de 1.279 hectares de terras distribuídos entre a sede, Centro Experimental Central e quatro centros avançados de pesquisa, com casas de vegetação, laboratórios, demais instalações, e infra-estrutura adequada aos seus trabalhos. (IAC, 2007)



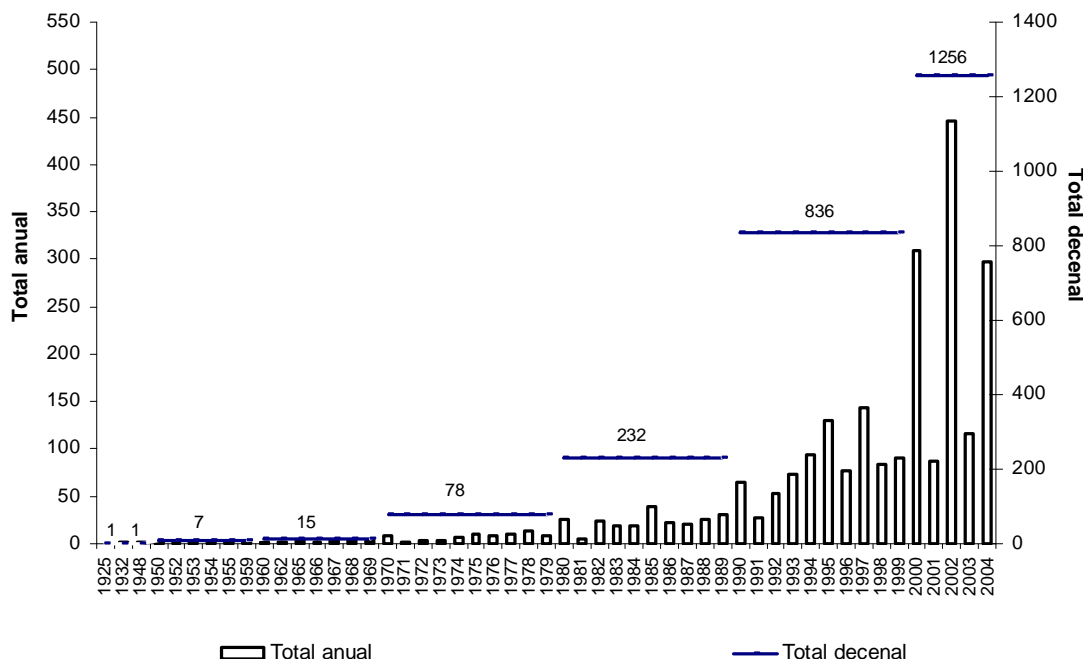
De fato, antes da introdução do DNA recombinante, os pesquisadores estavam seriamente limitados pelo tamanho e a forma dos componentes que eles poderiam sintetizar. Em particular, não havia nenhum método disponível que possibilitasse a produção em larga escala. A técnica permite cortar e unir quimicamente o DNA e assim transferir genes de uma espécie para outra. Com isso, novos organismos, com novos atributos podem ser construídos.

Segundo Pisano (2002):

*Recombinant DNA (rDNA) is a genetic technique discovered by Herbert Boyer and Stanley Cohen in 1973. The discovery and dissemination of this technique essentially marked the beginning of the “biotechnology” industry. (p.355)*

Além disso, houve o desenvolvimento acelerado de vários ramos das ciências biológicas e correlatas em termos de manejo de processos em dimensões cada vez mais reduzidas, bem como avanços no processo de industrialização e comercialização de descobertas nesses campos. São exemplos de conseqüências destes progressos: a *Revolução Verde* ocorrida em diversos países nas décadas de 1950 e 1960 (FUCK; BONACELLI, 2007); os desdobramentos da genética molecular a partir da década de 1970; e as permissões de patenteamento de microorganismos nos Estados Unidos na década seguinte. (BIO, 2007).

**Figura 1. Ano de abertura dos grupos de pesquisa em biotecnologia.**



Fonte: Dados elaborados pelos autores a partir do Portal da Inovação, setembro de 2007.



A Figura 1 indica que o crescimento da abertura dos grupos de pesquisa sofreu incremento inicial nos anos 1970, e obteve grande crescimento apenas nas décadas posteriores e, sobretudo, no período entre 2000 e 2004.

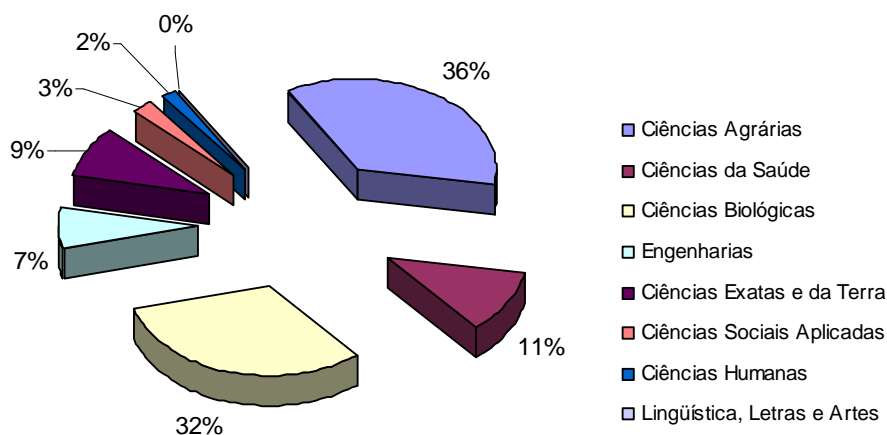
Com relação à distribuição dos grupos por área de conhecimento (Figura 2), permite observar que as ciências agrárias, biológicas e da saúde são as mais relevantes, uma vez que respondem por 79% do total. Entretanto, as Ciências Exatas de da Terra (9%); e as Engenharias (7%) não podem ser desprezadas.

As principais aplicações biotecnológicas, listadas pelos grupos de pesquisa presentes no Portal da Inovação, são as seguintes: agricultura; pecuária; e saúde humana e animal.

Segundo o MCT (2008), para a média do período 2002-2004, na área de Ciências Agrárias, 3,23% dos artigos publicados em periódicos científicos internacionais indexados, em relação ao mundo, são de residentes no Brasil. Nas áreas de Microbiologia, Animais e Plantas, e Farmacologia, esses percentuais são, respectivamente, de 2,33%; 2,32%; e 2,10%<sup>6</sup>.

Vale dizer, em certa medida, tal conjuntura é aderente à vocação brasileira nas áreas citadas.

**Figura 2 - Distribuição dos grupos por área de conhecimento.**



Fonte: Dados elaborados pelos autores a partir do Portal da Inovação, setembro de 2007.

<sup>6</sup> Para o total das áreas, assim como definidas pelo MCT, esse percentual foi de 0,87%, contemplando-se as seguintes áreas: Ciências Agrárias, Microbiologia, Ciências dos Animais/Plantas, Física, Farmacologia, Ciências Espaciais, Biologia e Bioquímica, Matemática, Ecologia/Meio Ambiente, Imunologia, Química, Multidisciplinar, Ciência dos Materiais, Biologia Molecular/Genética, Geociências, Neurociências e Ciências Comportamentais, Clínica Médica, Engenharia, Geral (total das áreas), Ciência da Computação, Psicologia/Psiquiatria, Economia e Negócios, Educação, e Direito.





A realização de um cruzamento dos dados relacionados às áreas de conhecimento com a unidade federativa das quais os grupos de pesquisa são oriundos está ilustrada na próxima figura.

É possível observar que a região Norte, a que possui menor parcela do total nacional (5%), investe precipuamente nas pesquisas relacionadas às ciências Agrárias e Biológicas, que incluem, respectivamente, 39,3% e 32,8% dos grupos voltados para a área de biotecnologia. A parcela de 9% dedica-se às Ciências Exatas e da Terra.

Na região Nordeste, cuja participação nacional é de 15,6%, o padrão anterior se mantém. Entretanto, há que se destacar a importância relativa das Ciências Exatas e da Terra (12,4%), e Engenharias (9%).

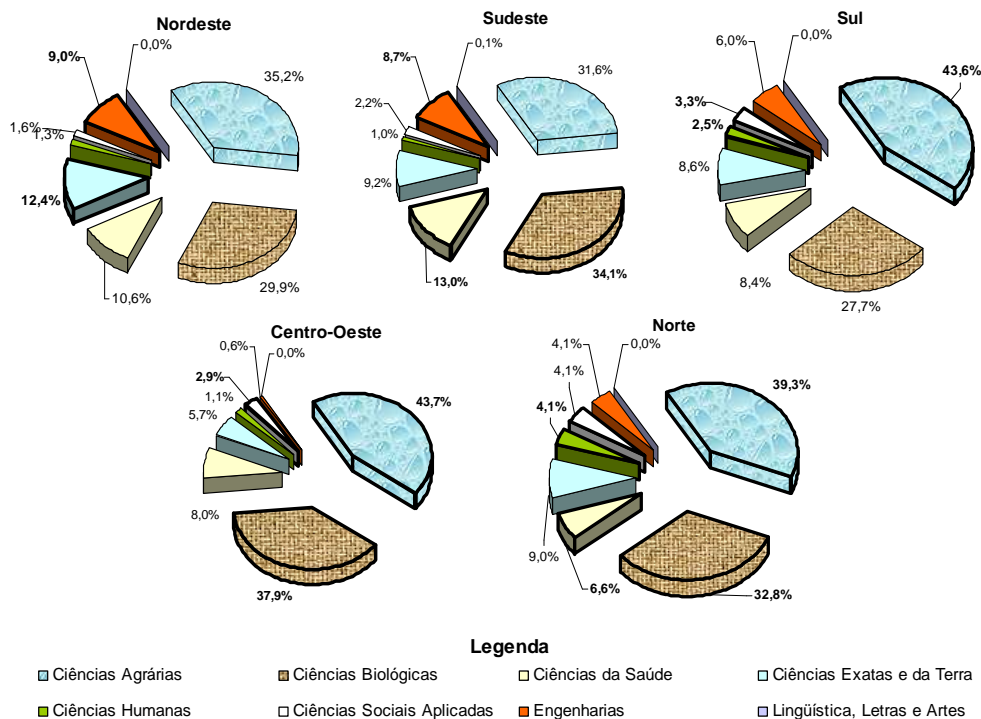
No Centro-Oeste, que conta com 7,2% do montante de grupos, 81,6% dos pesquisadores focalizam os ramos agrário e biológico. Ressalte-se ainda que 8% dos grupos são relacionados às Ciências da Saúde.

Com relação à região Sudeste, responsável por quase metade do total da pesquisa em biotecnologia nacional, os dados indicam que, ainda que o padrão geral observado se mantenha, com 31,6% dos pesquisadores ligados às ciências agrárias; e 34,1%, às ciências biológicas; há um modelo ligeiramente mais diversificado, se comparado com as demais regiões. Um total de 13% dos pesquisadores está ligado às ciências da Saúde; 9,2%, às Ciências Exatas e da Terra; e 8,7% às Engenharias.

Por fim, o Sul do país, que detém 23,5% da pesquisa, supera o Sudeste com relação à diversificação de temas estudados. A região concentra um montante de 43,6% e 27,7% dos grupos relacionados, respectivamente, às ciências Agrárias e Biológicas, percentuais superiores àqueles registrados para o país como um todo. Ademais, há significativa presença das Ciências Exatas e da Terra (8,6%); Ciências da Saúde (8,4%); e Engenharias (6%).



**Figura 3. Distribuição dos grupos por área de conhecimento, Grandes Regiões.**



Fonte: Dados elaborados pelos autores a partir do Portal da Inovação, setembro de 2007.

Comparativamente aos percentuais para o país como um todo, há que se destacarem as elevadas proporções de Ciências Agrárias no Centro-Oeste e Norte, das Ciências Biológicas no Sudeste, Norte e Centro-Oeste, das Engenharias no Nordeste e Sudeste, das Ciências da Saúde no Sudeste, e das Ciências Exatas e da Terra no Nordeste.

Quando se focalizam as principais áreas de titulação dos pesquisadores nacionais, os dados indicam a Agronomia como a principal. Além disso, à exceção dos pesquisadores que se enquadrariam no grupo de Direito (uma das áreas de conhecimento cujas observações foram retiradas da base final), as demais áreas de titulação se concentram em categoria das Ciências da Saúde e Biológicas, como Genética, Bioquímica e Biologia Geral.

**SOBER**XLVI Congresso da Sociedade Brasileira de Economia,  
Administração e Sociologia Rural**Tabela 1. Especialistas em biotecnologia por área de titulação, 10 áreas líderes.**

Área de titulação	Pesquisadores	% do total
Agronomia	839	18,5
Genética	379	8,4
Bioquímica	280	6,2
Medicina veterinária	264	5,8
Biologia geral	209	4,6
Ciência e Tecnologia de Alimentos	184	4,1
Direito	184	4,1
Química	166	3,7
Botânica	161	3,6
Engenharia química	158	3,5
Demais áreas	1.704	37,6
<b>Total</b>	<b>4.528</b>	<b>62,5</b>

Fonte: Dados elaborados pelos autores a partir do Portal da Inovação, abril de 2007.

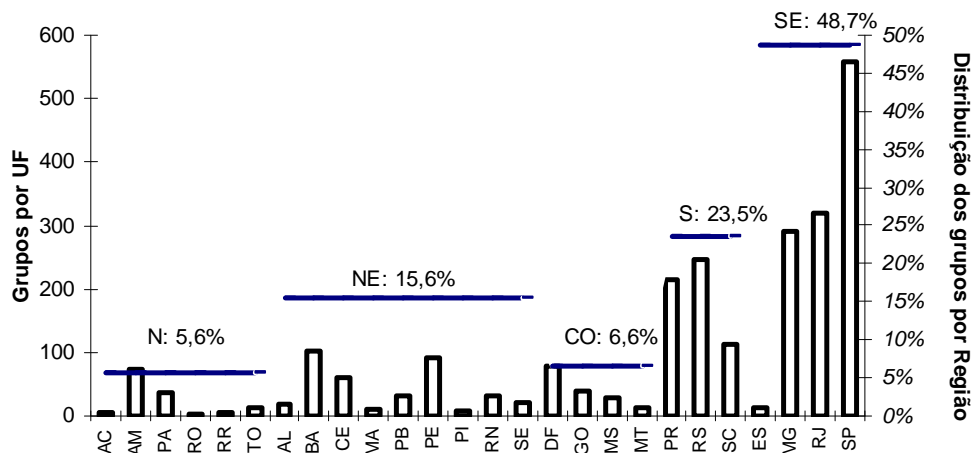
Não por acaso, os grupos de pesquisa dominantes por áreas de titulação pertencem aos campos de agronomia, botânica, química, medicina veterinária, biologia geral, bioquímica, ciência e tecnologia de alimentos, genética, e engenharia química. Essas áreas de conhecimento representam quase 2/3 dos especialistas voltados para temas biotecnológicos.

Outro ponto importante a ser investigado diz respeito à distribuição regional da pesquisa (Figura 4).

Os dados indicaram um predomínio, aliás, esperado, das regiões mais desenvolvidas do país. As regiões Sul e Sudeste responderam por aproximadamente 72% do total dos grupos. A região Nordeste também apresenta um percentual bastante relevante (16%). Além disso, um exame mais detalhado sobre o mesmo tema, revelado pelo Figura 4, indica a supremacia do Estado de São Paulo, que conta com 558 grupos (23% do total); seguido por Rio de Janeiro, com 320 grupos (13,2%); Minas Gerais, com 291 (12%); Rio Grande do Sul, com 245 (10%); Paraná, com 214 (9,5%); e, por fim, Santa Catarina, com 112, representando 4,6% dos grupos.



**Figura 4 - Distribuição dos grupos por Região e total por unidade de federação.**



Fonte: Dados elaborados pelos autores a partir do Portal da Inovação, setembro de 2007.

Nota: Norte (N), Nordeste (NE), Centro-Oeste (CO), Sul (S), e Sudeste (SE).

Uma questão muito relevante a ser ressaltada diz respeito ao vínculo dos grupos de pesquisa. Os dados indicam que aproximadamente 88% dos grupos pesquisa são mantidos pela esfera pública.

Tal resultado é curioso, uma vez que um campo considerado tão promissor e repleto de oportunidades apresenta-se ainda tão pouco explorado pelo setor privado, no Brasil. No entanto, a conjuntura não surpreende. Afinal, a multidisciplinaridade, a complexidade e a dispersão da biotecnologia por diversos setores de atividade implicam a capacitação em vários ramos do conhecimento. Dada a impossibilidade de apenas um agente dominar todo o arsenal científico envolvido, as atividades biotecnológicas pressupõem o desenvolvimento de redes de relações entre firmas estabelecidas, novas empresas, universidades e centros de pesquisa públicos. (SILVEIRA; BORGES, 2004).

E, por certo, a consolidação dessa rede de atividades e instituições depende de um arcabouço legal transparente e aceito socialmente, o que ainda não é o caso do marco regulatório em biotecnologia no Brasil, conforme se pode depreender pelas dificuldades de funcionamento da Comissão Técnica Nacional de Biossegurança (CTNBio).

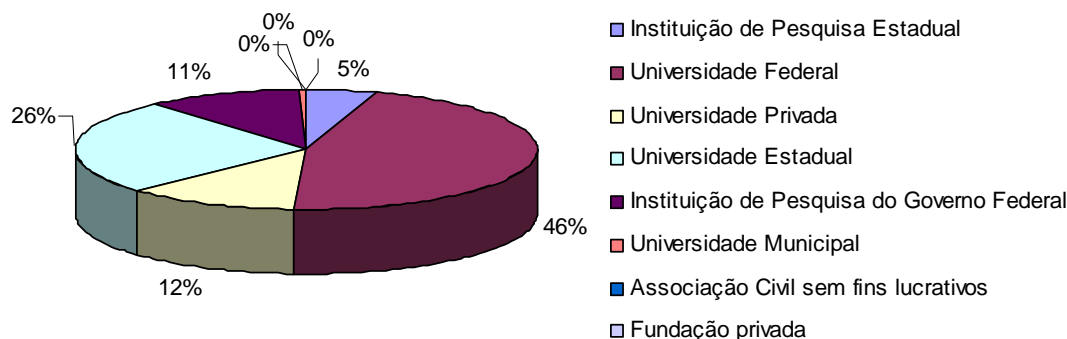
Ainda que o Brasil tenha avançado neste sentido, ainda há sérios gargalos a serem enfrentados relacionados às parcerias universidade-empresa, bem como com relação aos arranjos de financiamento, à transferência de tecnologia, além da proteção intelectual dos produtos biotecnológicos. (IPEA, 2006)

Sobre a questão da propriedade intelectual, as dificuldades não são inerentes ao caso brasileiro e já constituíram inúmeras barreiras em outros países. Nos Estados Unidos, por exemplo, “innovations in the agricultural biotechnology industries are of relatively recent origin [...] Most plant and animal invention (and innovation) prior to the biotech era was produced in public sector agricultural experiment station research programs. This was the consequence of weak Intellectual property Rights for private sector invention in plant and animal improvement”. (EVENSON, 2002, p.367)



Os dados do Portal da Inovação indicaram que 57% das pesquisas são financiadas diretamente pelo Governo Federal, sendo que 46 % do total estão ligadas às universidades federais. Os Estados respondem por aproximadamente 31%, sendo 26% oriundas das universidades.

**Figura 5 - Vinculação institucional dos grupos de pesquisa.**



Fonte: Dados elaborados pelos autores a partir do Portal da Inovação, setembro de 2007.

Este perfil de provávelmente decorre de um fato estilizado observado no Brasil: a supremacia absoluta, em termos de qualidade, das instituições públicas de ensino superior, em especial nos campos de conhecimento que demandam experimentos laboratoriais.

Sabe-se também que as atividades de pesquisa estão fortemente concentradas no setor público, que também privilegia as atividades de extensão universitária, por conta do fato de as instituições privadas focalizarem, na maioria das vezes, as atividades de ensino, em detrimento das demais.

Por isso, com relação ao nível de titulação, os dados indicam que a maioria esmagadora dos pesquisadores no campo da biotecnologia possui o doutoramento (82%). Tal fato provavelmente decorre de 84% dos grupos de pesquisa estar ligados às universidades, locais onde a valorização da titulação decorre em parte de requisitos legais, mas que virtualmente contribuem para maiores salários e perspectivas na carreira.

O exercício seguinte objetivou identificar a distribuição percentual dos titulados, divididos por área de conhecimento (Tabela 2).

Os dados indicaram que, do total de doutores envolvidos na pesquisa de biotecnologia, 81% estão dedicados às áreas já apontadas como dominantes, a saber: ciências agrárias, biológicas e da saúde. Um percentual muito parecido ocorre também para mestres (82%); e graduados (80%), dedicados a estas áreas, provavelmente em decorrência da própria estrutura e natureza da hierarquia típica das instituições de pesquisa, e em particular nas universidades.

**SOBER**XLVI Congresso da Sociedade Brasileira de Economia,  
Administração e Sociologia Rural**Tabela 2. Distribuição percentual dos titulados por área de conhecimento.**

Área de concentração	Doutores	Mestres	Graduados
Ciências Agrárias	39,94	44,75	39,68
Ciências Biológicas	29,91	24,60	30,05
Ciências da Saúde	11,02	12,19	10,32
Ciências Exatas e da Terra	8,60	6,49	5,50
Engenharias	7,00	6,24	7,11
Ciências Sociais Aplicadas	2,35	3,02	6,65
Ciências Humanas	1,13	2,68	0,69
Linguística, Letras e Artes	0,05	0,03	0,00
Total	100	100	100

Fonte: Dados elaborados pelos autores a partir do Portal da Inovação, setembro de 2007.

A próxima tabela objetiva ilustrar de que maneira ocorre a distribuição dos titulados com relação ao tipo de vínculo institucional. Como era esperado, observa-se a forte participação da esfera federal que congrega 60,47% dos doutores; 55% dos mestres; e 50,5% dos graduados.

As instituições estaduais vêm em seguida, com, respectivamente, 31,1%; 25,5%; e 36%. Deve-se destacar que estas estatísticas são fortemente influenciadas pelo Estado de São Paulo, o qual detém alguns dos mais renomados centros de pesquisas e universidades do Brasil.

**Tabela 3. Distribuição percentual dos titulados por tipo de vínculo institucional.**

Tipo de vínculo	Doutores	Mestres	Graduados
Universidade Federal	46,4	34,2	37,2
Universidade Estadual	25,3	15,2	18,6
Instituição de Pesquisa Federal	14,0	20,8	13,3
Universidade Privada	8,1	18,4	11,5
Instituição de Pesquisa Estadual	5,8	10,3	17,4
Universidade Municipal	0,3	0,7	0,9
Fundação privada	0,1	0,3	1,1
Associação Civil sem fins lucrativos	0,0	0,0	0,0
Total	100	100	100

Fonte: Dados elaborados pelos autores a partir do Portal da Inovação, setembro de 2007.

A distribuição regional dos titulados – por seu caráter de permanência e reprodução no tempo - também constitui foco relevante. Afinal, há certa simultaneidade no fato das regiões mais adiantadas concentrarem maior número de doutores e mestres, o que pode representar um desafio em termos do aproveitamento das oportunidades regionais associadas à biodiversidade brasileira.

Os dados indicaram que a região Sudeste reúne cerca de metade dos doutores brasileiros; seguida pela região Sul, com 20%. Do total de mestres, 29% estão presentes na região mais desenvolvida do país e igual percentual é abrigado na região mais meridional. Tal fato é interessante se assumirmos que a região Sul, no futuro, tende a ter grandes potencialidades em decorrência do provável doutoramento dos atuais mestres.

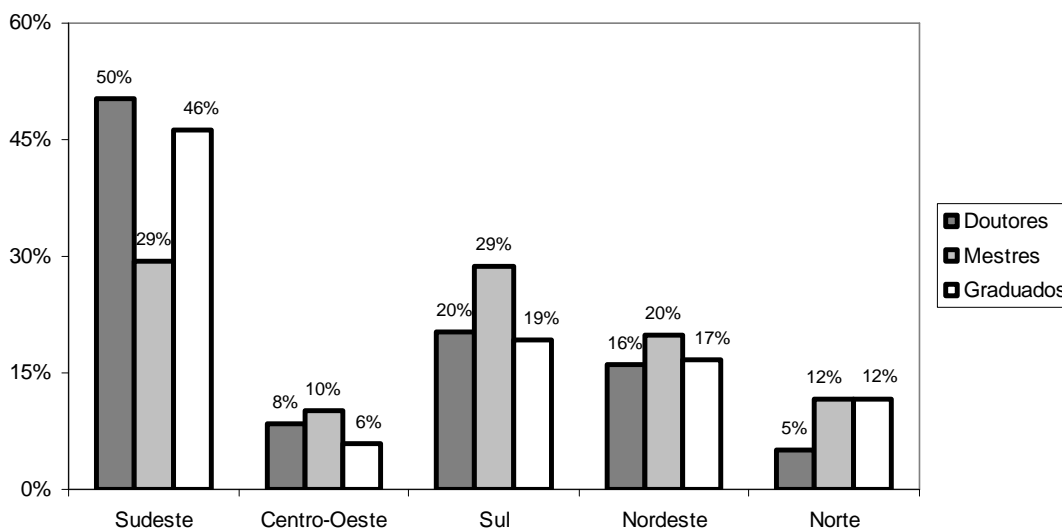


Em termos aparentemente negativos, observa-se a baixa concentração de titulados na região Norte e Centro-Oeste, justamente aquelas que provavelmente se beneficiaram das pesquisas voltadas, sobretudo, para as Ciências Agrárias, bem como da exploração econômica da biodiversidade brasileira.

Na primeira região destaca-se a reduzida proporção de doutores no total do país. O dado tende a se tornar mais crítico se for relacionado com o tamanho da população ou ainda a área da região, a maior do Brasil. Já, na região central do país, a baixa proporção de graduados salta aos olhos. Aparentemente, a pesquisa biotecnológica de ponta na região precisaria, no futuro, importar pesquisadores de maior titulação de outras regiões do país.

Em parte, essas disparidades regionais podem vir a ser supridas, em algum grau, pelos programas de fixação de recém doutores e pelos programas e editais interinstitucionais e inter-regionais das agências de financiamento à pesquisa.

**Figura 6 – Percentagem de titulados por região.**



Fonte: Dados elaborados pelos autores a partir do Portal da Inovação, setembro de 2007.

### 3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O relativo êxito obtido pela pesquisa brasileira no campo da biotecnologia muito se deve aos esforços realizados em prol do incremento da capacidade técnica dos recursos humanos envolvidos, ainda que o colossal acervo de biodiversidade represente importante ativo para o país.

Os esforços realizados pela esfera pública encarnam o fator-chave do reconhecido sucesso do campo. Tal percepção culminou com o estabelecimento do Comitê Nacional de Biotecnologia, em 2007.

Este artigo procurou mapear o perfil do capital humano nacional envolvido no setor. Os dados utilizados foram obtidos a partir do Portal de Inovação, do MCT, cujas



informações, advindas da Plataforma Lattes e do Diretório de Oportunidades, são declaradas pelos próprios pesquisadores ou líderes de pesquisa.

Foram encontrados 2.717 grupos de pesquisa os quais envolvem pouco mais de seis mil pesquisadores. Entretanto, nem todos os grupos parecem efetivamente ligados ao tema, o que motivou a retirada de 290 observações da base estudada.

A investigação permitiu observar que o interesse pela biotecnologia remonta à década de 1930, no país. No entanto, o campo permaneceu pouco conhecido ou divulgado até a década de 1970, quando o número de grupos começou a ser incrementado. A significativa explosão da formação de grupos só viria a ocorrer nos anos 1990, em decorrência da renovação do interesse pelo tema em nível mundial, ocorrido por conta do surgimento da biotecnologia moderna.

De fato, antes da introdução do DNA recombinante, os pesquisadores estavam seriamente limitados pelo tamanho e a forma dos componentes que eles poderiam sintetizar. Em particular, inexistiam métodos para a produção em larga escala.

Os dados indicam que as chamadas Ciências Agrárias se apresentam como o principal ramo da pesquisa no Brasil, seguida pelas ciências Biológicas e da Saúde. Juntas, as três áreas respondem por 79% dos grupos de pesquisa em biotecnologia.

Tal padrão se mantém em nível regional. Como esperado, as regiões Sudeste e Sul são aquelas que mais se destacam. A primeira é responsável por quase metade do total da pesquisa nacional: um modelo ligeiramente mais diversificado, se comparado com as demais regiões. Um total de 13% dos pesquisadores está ligado às ciências da Saúde; 9,2%, às Ciências Exatas e da Terra; e 8,7% às Engenharias. A segunda aparentemente constitui a região com menor concentração de grupos de pesquisas por área de conhecimento, e com maior diversificação em relação ao padrão do país.

Com relação às demais regiões do país, observa-se que ocorre o seguinte: o Centro-Oeste focaliza, principalmente, os ramos agrário e biológico, enquanto as regiões Norte e Nordeste reproduzem o padrão médio do país, embora a última enfatize também as Ciências Exatas e da Terra, e as Engenharias.

Conforme esperado, as áreas de titulação dominantes (Agronomia, Genética, Bioquímica, Medicina Veterinária, e Biologia Geral) repercutem diretamente sobre as áreas de conhecimento priorizadas pelos grupos de pesquisa em biotecnologia, nas Ciências Agrárias, Ciências Biológicas, e Ciências da Saúde. Ao mesmo tempo, tais áreas notabilizam-se pela dominância de doutores que representam 82% dos pesquisadores da amostra empregada no trabalho.

A multidisciplinaridade, a complexidade e a dispersão da biotecnologia por diversas atividades econômicas implicam a capacitação em vários ramos do conhecimento. Dada a impossibilidade de apenas um agente dominar todo o arsenal científico envolvido, as atividades biotecnológicas pressupõem o desenvolvimento de redes de relações entre firmas estabelecidas, novas empresas, universidades e centros de pesquisa públicos.

Por certo, a consolidação dessa rede de atividades e instituições depende de um arcabouço legal transparente e aceito socialmente, o que ainda não é o caso do marco regulatório em biotecnologia no Brasil, conforme se pode depreender pelas dificuldades de funcionamento da Comissão Técnica Nacional de Biossegurança (CTNBio).





Em termos de vinculação institucional, o governo federal apresenta-se como o mais importante neste cenário, principalmente por conta das universidades, mas também em decorrência dos institutos de pesquisa por ele mantidos. A esfera estadual também possui significativa participação. Entretanto, uma ressalva deve ser feita no caso do Estado de São Paulo, cujas universidades estaduais respondem por razoável percentual dos pesquisadores amostrados no Portal da Inovação.

Tal fato consolida a conjuntura relacionada ao nível de titulação, bem como a sua distribuição pelo país. Os dados indicam que a maioria absoluta de doutores e mestres se encontram alocados nas principais áreas do conhecimento já citadas. Ademais, estes titulados estão vinculados principalmente às universidades federais e estaduais, cuja localização se concentra no Sul e Sudeste do país.

Os dados indicam um predomínio, aliás, esperado, das regiões mais desenvolvidas do país. As regiões Sul e Sudeste responderam por aproximadamente 72% do total dos grupos. Esse fenômeno, como se sabe, também está reproduzido em outros setores de atividade econômica.

A distribuição regional dos titulados – por seu caráter de permanência e reprodução no tempo – também constitui foco relevante. A região Sudeste reúne cerca de metade dos doutores brasileiros; seguida pela região Sul, com pouco mais de 20%. De fato, há certa simultaneidade no fato das regiões mais adiantadas concentrarem maior número de doutores e mestres, o que pode representar um desafio em termos do aproveitamento das oportunidades regionais associadas à biodiversidade brasileira.

As disparidades regionais podem vir a ser supridas, em algum grau, pelos programas de fixação de recém-doutores ou pelos programas e editais interinstitucionais ou inter-regionais das agências de financiamento à pesquisa.

Por fim, é salutar ressaltar a simplicidade deste levantamento, cuja relevância é também inquestionável. O objetivo aqui consistiu pura e simplesmente em mapear a presença do capital humano nacional voltado para a biotecnologia.

Existe um imenso campo a ser explorado no que tange ao tema deste trabalho. Para isso, dever-se-á observar tanto a quantidade quanto a qualidade da pesquisa produzida; as inúmeras questões surgem relacionadas à propriedade intelectual; as políticas públicas voltadas para o setor; além de muitas outras. Há intenção destes autores em prosseguir nesta direção.

#### **4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

ASSAD, A.; AUCÉLIO, J. Biotecnologia no Brasil: recentes esforços. In: SILVEIRA, J.; POZ, M.; ASSAD, A. **Biotecnologia e Recursos Genéticos: Desafios e Oportunidades para o Brasil**. Campinas: Unicamp, 2004.

BATALHA, M.; BONACELLI, M.; MORANDI DA SILVA, V.; BORRAS, M. Pós-Graduação e Biotecnologia: Formação e Capacitação de Recursos Humanos no Brasil. In: SILVEIRA, J.; POZ, M.; ASSAD, A. **Biotecnologia e Recursos Genéticos: Desafios e Oportunidades para o Brasil**. Campinas: Unicamp, 2004.

BIOTECHNOLOGY INDUSTRY ORGANIZATION (BIO). **BIO 2005-2006 – Guide to Biotechnology**. Washington DC: BIO, 2007. 149p.

BRASIL. Decreto nº 6.041, de 8 de fevereiro de 2007.



- DODGSON, M. As políticas para ciência, tecnologia e inovação nas economias asiáticas de industrialização recente. In: KIM, L.; NELSON, R.R. (Orgs.) *Tecnologia, Aprendizado e Inovação: as experiências das economias de industrialização recente*. Campinas: Editora Unicamp, 2005.
- EVENSON, R. Agricultural Biotechnology. In: STEIL, B.; VICTOR, D.; NELSON, R. **Technological innovation and Economic Performance**. Princeton, New Jersey: Princeton university press, 2002.
- FELIPE, M. **Grupo de trabalho de recursos humanos do fórum de competitividade em biotecnologia**. Brasília: CGEE/MDIC, 2006. 23p.
- FUCK, M.; BONACELLI, M. A necessidade de reorganização e de fortalecimento institucional do SNPA no Brasil. **Revista de Política Agrícola**, Ano XVI, n.1, Jan./Fev./Mar./2007. Brasília: Secretaria de Política Agrícola do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento.
- INSTITUTO AGRONÔMICO (IAC). Sítio disponível em [www.iac.sp.gov.br](http://www.iac.sp.gov.br). Acesso em novembro de 2007.
- INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA (IPEA). **Biotecnologia no Brasil: momento atual e gargalos**. Nota de seminário. Setembro de 2006. 4p.
- INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA (IPEA). **Revista Desafios do Desenvolvimento**. Melhores Práticas – Remédio para tudo. Ano 4, n.33, 2007a. pp.54-59.
- INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA (IPEA). **Revista Desafios do Desenvolvimento**. Tecnologia - Combustível com Futuro. Ano 4, n.33, 2007b. pp.16-23.
- MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA (MCT). **Indicadores. Produção Científica**. Brasília: MCT. Disponível em: <http://www.mct.gov.br/>. Acesso em: 18 mar. 2008.
- PISANO, G. Pharmaceutical Biotechnology. In: STEIL, B.; VICTOR, D.; NELSON, R. **Technological innovation and Economic Performance**. Princeton, New Jersey: Princeton university press, 2002.
- PORTAL DA INOVAÇÃO. Ministério da Ciência e Tecnologia. Sítio disponível em [www.portaldainovacao.mct.gov.br](http://www.portaldainovacao.mct.gov.br). Acesso de abril a setembro de 2007a.
- REINACH, F. Inovação e risco. **Desafios do Desenvolvimento**, ano 4, n.34. Brasília: IPEA/PNUD, 2007. pp.11-15.
- SILVA, C.; SANT'ANA, P. **Fórum de competitividade de biotecnologia. Subgrupo: recursos humanos e infra-estrutura**. Brasília: MDIC, data não disponível. 6p. Disponível em: <http://www2.desenvolvimento.gov.br/arquivo/sdp/forCompetitividade/TEREFEGT1-RHINFRA.pdf>. Acesso: 15 fev. 2008.
- SILVEIRA, J.; BORGES, I. Um panorama da Biotecnologia Moderna. In: SILVEIRA, J.; POZ, M.; ASSAD, A. **Biotechnology e recursos genéticos: desafios e oportunidades para o Brasil**. Campinas: Unicamp, 2004.