

Freitas, Rogério Edivaldo; Andrade, Israel de Oliveira; Lopes, Geovane de Oliveira

Working Paper

Fundo setorial de biotecnologia: Uma análise de contexto, operação e resultados

Texto para Discussão, No. 1806

Provided in Cooperation with:

Institute of Applied Economic Research (ipea), Brasília

Suggested Citation: Freitas, Rogério Edivaldo; Andrade, Israel de Oliveira; Lopes, Geovane de Oliveira (2013) : Fundo setorial de biotecnologia: Uma análise de contexto, operação e resultados, Texto para Discussão, No. 1806, Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA), Brasília

This Version is available at:

<https://hdl.handle.net/10419/91408>

Standard-Nutzungsbedingungen:

Die Dokumente auf EconStor dürfen zu eigenen wissenschaftlichen Zwecken und zum Privatgebrauch gespeichert und kopiert werden.

Sie dürfen die Dokumente nicht für öffentliche oder kommerzielle Zwecke vervielfältigen, öffentlich ausstellen, öffentlich zugänglich machen, vertreiben oder anderweitig nutzen.

Sofern die Verfasser die Dokumente unter Open-Content-Lizenzen (insbesondere CC-Lizenzen) zur Verfügung gestellt haben sollten, gelten abweichend von diesen Nutzungsbedingungen die in der dort genannten Lizenz gewährten Nutzungsrechte.

Terms of use:

Documents in EconStor may be saved and copied for your personal and scholarly purposes.

You are not to copy documents for public or commercial purposes, to exhibit the documents publicly, to make them publicly available on the internet, or to distribute or otherwise use the documents in public.

If the documents have been made available under an Open Content Licence (especially Creative Commons Licences), you may exercise further usage rights as specified in the indicated licence.

1806

TEXTO PARA DISCUSSÃO

FUNDO SETORIAL DE BIOTECNOLOGIA: UMA ANÁLISE DE CONTEXTO, OPERAÇÃO E RESULTADOS

Rogério Edivaldo Freitas
Israel de Oliveira Andrade
Geovane de Oliveira Lopes

FUNDO SETORIAL DE BIOTECNOLOGIA: UMA ANÁLISE DE CONTEXTO, OPERAÇÃO E RESULTADOS*

Rogério Edivaldo Freitas**
Israel de Oliveira Andrade**
Geovane de Oliveira Lopes***

* Este texto realizou-se no âmbito da Diretoria de Estudos e Políticas Setoriais de Inovação, Regulação e Infraestrutura (Diset) do Ipea. Os autores agradecem os apontamentos feitos por Fernanda De Negri ao longo da realização da pesquisa, as informações repassadas por Gilberto Hauagen Soares, da Financiadora de Estudos e Projetos (FINEP), acerca do histórico de criação do Fundo Setorial de Biotecnologia (FSB), e as sugestões de Luiz Dias Bahia à versão intermediária do estudo. As falhas remanescentes pertencem aos autores.

** Técnico de Planejamento e Pesquisa da Diset/Ipea.

*** Assessor na Diretoria de Crédito do Banco do Brasil.

Governo Federal

**Secretaria de Assuntos Estratégicos da
Presidência da República**
Ministro Wellington Moreira Franco



Fundação pública vinculada à Secretaria de Assuntos Estratégicos da Presidência da República, o Ipea fornece suporte técnico e institucional às ações governamentais – possibilitando a formulação de inúmeras políticas públicas e programas de desenvolvimento brasileiro – e disponibiliza, para a sociedade, pesquisas e estudos realizados por seus técnicos.

Presidente

Marcelo Côrtes Neri

Diretor de Desenvolvimento Institucional

Luiz Cezar Loureiro de Azeredo

Diretor de Estudos e Relações Econômicas e Políticas Internacionais

Renato Coelho Baumann das Neves

Diretor de Estudos e Políticas do Estado, das Instituições e da Democracia

Alexandre de Ávila Gomide

Diretor de Estudos e Políticas Macroeconômicas, Substituto

Claudio Roberto Amitrano

Diretor de Estudos e Políticas Regionais, Urbanas e Ambientais

Francisco de Assis Costa

Diretora de Estudos e Políticas Setoriais de Inovação, Regulação e Infraestrutura

Fernanda De Negri

Diretor de Estudos e Políticas Sociais

Rafael Guerreiro Osorio

Chefe de Gabinete

Sergei Suarez Dillon Soares

Assessor-chefe de Imprensa e Comunicação

João Cláudio Garcia Rodrigues Lima

Texto para Discussão

Publicação cujo objetivo é divulgar resultados de estudos direta ou indiretamente desenvolvidos pelo Ipea, os quais, por sua relevância, levam informações para profissionais especializados e estabelecem um espaço para sugestões.

© Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada – **ipea** 2013

Texto para discussão / Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada.- Brasília : Rio de Janeiro : Ipea , 1990-

ISSN 1415-4765

1. Brasil. 2. Aspectos Econômicos. 3. Aspectos Sociais.
I. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada.

CDD 330.908

As opiniões emitidas nesta publicação são de exclusiva e inteira responsabilidade do(s) autor(es), não exprimindo, necessariamente, o ponto de vista do Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada ou da Secretaria de Assuntos Estratégicos da Presidência da República.

É permitida a reprodução deste texto e dos dados nele contidos, desde que citada a fonte. Reproduções para fins comerciais são proibidas.

SUMÁRIO

SINOPSE

ABSTRACT

1 AS ATIVIDADES BIOTECNOLÓGICAS7

2 OBJETIVO9

3 MÉTODO E DADOS.....9

4 FINANCIAMENTO ÀS ATIVIDADES BIOTECNOLÓGICAS NO MUNDO
CONTEMPORÂNEO.....11

5 O SEGMENTO DE BIOTECNOLOGIAS NO BRASIL E SEU SISTEMA DE INOVAÇÕES....18

6 O FINANCIAMENTO À BIOTECNOLOGIA NO BRASIL25

7 O FSB28

8 CONSIDERAÇÕES FINAIS57

REFERÊNCIAS61

APÊNDICE66

SINOPSE

O estudo dedica-se à identificação das condições de contexto, operação e resultados do Fundo Setorial de Biotecnologia (FSB) e das pesquisas em biotecnologias desenvolvidas nos demais fundos setoriais, além de avaliar a distribuição regional dos recursos selecionados. As bases de dados empregadas incluem projetos de pesquisa de abrangência nacional de 1997 a 2008, geridos pelo Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT) e pela Financiadora de Estudos e Projetos (FINEP), e também dados do Portal da Inovação, da Relação Anual de Informações Sociais (Rais) e do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Os resultados apontam para diferenças de valores contratados, categorização dos projetos, áreas de conhecimento e distribuição geográfica dos recursos conforme pertençam ao FSB ou aos demais fundos setoriais. Observou-se também que os projetos contemplaram tímida participação de empresas, além da existência de uma dinâmica própria na distribuição geográfica dos projetos (em face da distribuição da mão de obra em biotecnologias) tanto em número de projetos quanto em valores dos mesmos.

Palavras-chave: biotecnologias; financiamento; fundos setoriais.

ABSTRACTⁱ

The study tried to identify the FSB's and biotechnology researches in another sectoral funds context conditions, operations and results. Moreover, regional distribution of the selected projects was evaluated. Data from MCT, FINEP, Innovation website of MCT, Rais, and IBGE were employed. The results point for differences between FSB and biotechnology researches in another sectoral funds in terms of absorbed values, classification of the projects, knowledge areas, and geographical distribution of the resources. The results also found a reduced share of projects that complains enterprises. There is a specific dynamic related to geographical distribution of the projects in number of the projects and in terms of their values.

Keywords: biotechnologies; funding; sectoral funds.

ⁱ. *The versions in English of the abstracts of this series have not been edited by Ipea's editorial department.*
As versões em língua inglesa das sinopses (*abstracts*) desta coleção não são objeto de revisão pelo Editorial do Ipea.

1 AS ATIVIDADES BIOTECNOLÓGICAS

Segundo a Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE) – Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD, 2006) –, a biotecnologia corresponde à aplicação da ciência e da tecnologia para gerar organismos, ou partes destes, produtos e mesmo modelos, com a finalidade de alterar seres vivos ou materiais de origem biológica destinados à geração de conhecimento, bens e serviços.

Este enquadramento alinha-se com o fato de inexistir uma numeração da Classificação Nacional de Atividades Econômicas (CNAE) que seja específica às biotecnologias. Destarte, a multidisciplinaridade e a complexidade das atividades biotecnológicas levam-na à dispersão pelas mais variadas atividades econômicas.

Tal conceituação abrange uma gama enorme de atividades de pesquisa e seus desdobramentos, o que envolve as ciências biológicas, agrárias e da saúde, para citar somente as principais áreas de conhecimento correlatas.

Em termos práticos, com vistas à implementação de políticas públicas, a maioria dos documentos de proposição de ações e mesmo de análise teórico-empírica subdivide a biotecnologia em quatro subáreas de sua aplicação, quais sejam, saúde humana, meio ambiente, agropecuária, e processamento industrial (OECD, 2007). Esta divisão por certo não é perfeita, sobretudo em função de sua incapacidade de delimitar a aplicação dos novos conhecimentos que são gerados em determinada subárea, mas que são convertidos em produtos ou processos de outra subárea.

Como exemplo, as atividades biotecnológicas podem estender-se desde técnicas para a transferência de genes de uma espécie para outra, até o manuseio de tecnologias moleculares aplicadas ao estudo de microrganismos, plantas e animais.

Este processo pode resultar em diversos produtos até então inexistentes como plantas geneticamente modificadas, vacinas, medicamentos, anticorpos, enzimas e hormônios. Exemplos modernos são a geração de cereais transgênicos para a produção de insulina similar à humana, o monitoramento biológico de herbicidas e a produção de bioálcool, como é o caso do etanol.

As atividades biotecnológicas demandam um aporte contínuo de recursos humanos e financeiros para a geração de resultados comerciais com a disponibilização de novos produtos, processos ou serviços à sociedade. Nestes casos, os custos e riscos envolvidos até a produção, liberação legal e comercialização de um bem ou processo são não desprezíveis. Apenas a título ilustrativo, a geração de um novo cultivar agrônômico exige em média dez anos de pesquisas e atividades investigativas, não sendo improváveis casos com prazos maiores (Embrapa, 2007).

Ainda nesta linha, segundo Stuart, Ozdemir e Ding (2007), o desenvolvimento de novas drogas é muito complexo, demanda vários anos de testes e pesquisas e as etapas a cumprir para a liberação comercial do produto tendem a apresentar custos crescentes. Segundo informação da indústria de fármacos norte-americana, citada pelos autores, o prazo entre o começo da descoberta no estágio de pesquisa até a comercialização do novo medicamento está entre dez e quinze anos.

Um ponto importante neste debate reside no crescimento de importância atribuída às fontes governamentais e às fontes privadas sem fins lucrativos para o financiamento das biotecnologias nos países desenvolvidos. Estes argumentos têm ganho força com o crescimento da instabilidade nos mercados internacionais de *venture capital* (VC) em face dos problemas financeiros deflagrados a partir da economia norte-americana no segundo semestre de 2008 (Nature, 2009).

Ademais, frente à reduzida magnitude de um mercado maduro de VC no Brasil, os instrumentos de financiamento mais importantes para estas atividades são os de longo prazo e continuidade, dentre os quais deve ser destacado o Fundo Setorial de Biotecnologia (FSB) e os projetos biotecnológicos presentes nos demais fundos setoriais do sistema Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT) – Financiadora de Estudos e Projetos (FINEP).

Isto posto, o estudo foi organizado da seguinte forma. A seção 2 informa os objetivos da pesquisa. A seção 3 apresenta a metodologia e os dados empregados. A seção 4 oferece um panorama do financiamento às atividades biotecnológicas no mundo. Coube à seção 5 trazer informações sobre as biotecnologias no Brasil. As seções 6 e 7 dedicaram-se, respectivamente, à análise dos aspectos de financiamento em biotecnologias no Brasil e à contextualização dos fundos setoriais neste ponto. A última seção foi reservada às considerações finais.

2 OBJETIVO

O presente texto objetiva contribuir para o convênio MCT/FINEP/Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG)/Ipea por meio da identificação e análise das condições de contexto, operação e resultados do FSB. Também pretende avaliar a distribuição regional dos recursos do FSB e das pesquisas em biotecnologias desenvolvidas nos fundos setoriais.

3 MÉTODO E DADOS

Os dados de financiamento à biotecnologia no Brasil serão obtidos junto ao Sistema de Fundos Setoriais gerido pelo MCT e pela FINEP, compreendendo-se uma base de projetos de pesquisa de abrangência nacional e dados anuais de 1997 a 2008.¹ Dados adicionais sobre o Brasil foram obtidos do Portal da Inovação (2009) e da Relação Anual de Informações Sociais (Rais, 2009).

As informações de outras nações foram obtidas de Beuzekom e Arundel (2009), trabalho construído no âmbito da OCDE e que busca concatenar informações sobre biotecnologias produzidas nos principais países envolvidos nestas atividades e pesquisas.

Conforme os próprios autores:

Os diversos tipos de biotecnologias e a amplitude de suas possíveis aplicações criam dois desafios principais para desenvolver estatísticas para o setor: Como definir biotecnologias? Como definir uma firma de biotecnologia? (Beuzekom e Arundel, 2009).

Para os dados internacionais, serão calculadas estatísticas descritivas e feitas análises acerca da trajetória de crescimento das respectivas variáveis. Há uma grande utilidade e riqueza de informações possíveis com base em uma análise descritiva dos dados relacionados ao setor de biotecnologia, sobretudo em função do objetivo do trabalho e da natureza genérica das atividades biotecnológicas.

1. Estes projetos compreendem 13.433 iniciativas de pesquisa e são geridos pela FINEP (4.844 projetos de pesquisa) e pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) (8.589 projetos de pesquisa).

As estatísticas descritivas empregadas na análise da conjuntura internacional serão: média, mediana, desvio-padrão, coeficiente de variação (razão entre o desvio-padrão e a média), máximo, contagem, j_1 (primeiro quartil, 25%), j_3 (terceiro quartil, 75%), e D_j (intervalo interquartil), que corresponde à diferença entre j_1 e j_3 .

Neste ponto, é importante destacar a existência de um limitante fundamental para o desenvolvimento de uma análise com outras ferramentas, tendo-se em vista o objetivo definido: a ausência de uma taxonomia universal e reconhecida para agregar as atividades biotecnológicas em CNAE, Nomenclatura Comum (NC) do Mercado Comum do Sul (Mercosul), ou outras classificações setoriais ou de produtos.

Estes condicionantes originam-se da própria complexidade e abrangência do objeto de estudo, e constituem um desafio de investigação científica *per se*.

Os limites de comparabilidade aqui também se associam às diferentes trajetórias históricas e opções políticas que estão presentes na constituição dos Sistemas Nacionais de Inovação (SNIs) dos diversos países, o que por certo relativiza as possíveis comparações. Este é um alerta presente no trabalho de Lemos *et al.* (2009), válido igualmente no caso das atividades biotecnológicas.

Contudo, ainda que os dados brasileiros não sejam estritamente comparáveis a tal compilação de informações, pode-se ter *proxies* razoáveis de cotejo da situação brasileira *vis-à-vis* os países reportados. Além disso, possibilitam-se bases adicionais para crítica e melhorias posteriores no sentido da produção de novos indicadores.

Tal base de dados é a mais abarcante disponível para a pesquisa, é insumo para a discussão de políticas do segmento, e compreende países desenvolvidos e também países tradicionalmente comparados ao caso brasileiro, a exemplo de Coreia do Sul, Índia, China, Rússia e África do Sul.

Ademais, seção específica ao final do texto propõe uma análise da conexão entre os desembolsos dos projetos que contemplam atividades biotecnológicas e a distribuição da mão de obra de pesquisa na área de biotecnologia no Brasil por meio de um teste de Qui-Quadrado e do Coeficiente de Contingência de Pearson.

4 FINANCIAMENTO ÀS ATIVIDADES BIOTECNOLÓGICAS NO MUNDO CONTEMPORÂNEO

No que concerne às possibilidades de financiamento às pesquisas biotecnológicas, os países desenvolvidos contam com um leque de opções para o desenvolvimento e a comercialização dos respectivos produtos.

Entre as opções empregadas estão recursos públicos de programas específicos em áreas de energia, saúde, agropecuária e meio ambiente, instrumentos típicos dos mercados financeiros, abertura de capital acionário e fundos privados específicos, além dos chamados investidores *angels*, indivíduos que aportam recursos próprios quando se sentem convencidos da possibilidade de lucros a partir de uma inovação ainda em desenvolvimento e em pré-estágio de comercialização.

No exterior, o uso de recursos financeiros para inversão em pesquisas está desenvolvido a ponto de se observar que há um valor incremental das ações das respectivas empresas correlacionado à aprovação de estágios de protocolos (testes clínicos e testes em estufa ou condições de contenção, por exemplo) das pesquisas nos órgãos reguladores (Mc Namara e Baden-Fuller, 2007).

Ainda assim, de acordo com Tassej (2005), mesmo nos mercados desenvolvidos a indústria contribui relativamente pouco para a evolução da base científica em função do caráter “quase bem público” da pesquisa científica. Destarte, o governo proporcionaria parte importante dos fundos, em especial via universidades e centros de pesquisa.

Todavia, um sistema híbrido parece estar em estruturação. Em virtude das recentes dificuldades de financiamento público à pesquisa em países centrais, novas relações entre os setores público e privado têm se estabelecido na direção de partilhar custos, riscos e resultados das inovações.

Tais custos, não raro, levam as firmas de biotecnologia que trabalham com terapêutica para uso humano a depender criticamente da venda de quotas acionárias para levantar fundos de desenvolvimento tecnológico (Stuart e Sorenson, 2003). Ressalte-se que, em dada medida, a abertura de capital das empresas por meio da colocação de ações em bolsa para custear pesquisas é intrínseca ao desenvolvimento de pequenas e médias empresas de biotecnologia nos Estados Unidos.

A título de exemplo, conforme Niosi e Reid (2007) cada nova droga no mercado pode custar, em média, US\$ 800 milhões em todo o seu processo de desenvolvimento até a comercialização. E é junto às pesquisas biotecnológicas aplicadas à saúde humana que muitas firmas de VC focalizam suas atividades (Niosi, 2003).

Os investimentos de VC são:

(...) investimentos no capital acionário de empresas iniciantes ou em fase de expansão, com perspectivas de alto crescimento e rentabilidade elevada, cujos proprietários aceitem compartilhar parte da propriedade da empresa. Os investidores realizam aplicações de recursos financeiros por meio de empresas de venture capital (VC), que administram fundos de capital de risco (venture funds) e fundos de capital semente, com prazos previstos de duração para o ciclo completo de investimentos, maturação do negócio e desinvestimento dos fundos nas empresas (Morais, 2007, p. 13).

No Japão, as sucessivas reformas legais promovidas pelo governo no intuito de aproximar os cientistas universitários dos empreendedores privados constituem um processo de mudança, o que define o surgimento de instituições relativamente novas para o até então vigente modelo japonês de ciência & tecnologia (C&T), em especial as firmas de VC (Linskey, 2006).

Já na Alemanha, há indícios de que o VC atue especialmente para o desenvolvimento de infraestrutura laboratorial e expansão da oferta de equipamentos em insumos usados nas atividades de pesquisa (Reiss e Woerner, 2002).

Para Niosi (2003), de regra as firmas de VC entram em processos de financiamento a inovações biotecnológicas e obrigam as empresas financiadas a adotarem rotinas melhoradas de administração em áreas de pesquisa & desenvolvimento (P&D), *marketing* e produção. Elas também procurarão as melhores condições para a abertura de capital da empresa financiada, com o objetivo de assegurar um retorno mais seguro para as inversões iniciais. De certa forma, o financiamento através de VC proporciona credibilidade às empresas financiadas, em particular com relação a potenciais acordos de cooperação com outras instituições.

No caso geral, as parcerias de pesquisa podem inclusive ser entre duas instituições privadas, de modo a financiar objetivos de investigação comuns. Conforme reportam Mangematin *et al.* (2003), quando as pequenas empresas biotecnológicas focam nichos

de mercado e conduzem projetos de pesquisa localizados, elas experimentam rápido crescimento se forem capazes de obter equilíbrio financeiro. Entretanto, caso integrem projetos maiores de pesquisa com empresas de grande porte ou entrem em competição direta com estas, seu desenvolvimento é possível somente com apoio de capital externo e com a participação de firmas de VC.

Talvez justamente por isto muitas jovens firmas biotecnológicas dos países desenvolvidos atuem como intermediárias em acordos tripartites, nos quais efetuam parcerias com instituições de ciência & tecnologia (ICTs) públicas a montante da pesquisa e acordos com empresas maiores já estabelecidas a jusante, nas etapas de comercialização (Meyer, 2000).

Se no mundo desenvolvido, há tendências para o fortalecimento de pesquisas cofinanciadas público-privadas, em nações como Brasil, China e Índia, os indícios sugerem que o investimento do setor público em biotecnologias é que está crescendo (Lele, 2003). No caso de China e Índia, existe a explícita preocupação com a segurança alimentar de suas populações e com o uso de biotecnologias agrícolas para mitigar potenciais dificuldades neste quesito.

4.1 CENÁRIO INTERNACIONAL EM BIOTECNOLOGIA

Para a variável P&D em biotecnologia como uma proporção dos gastos em P&D do setor privado, os maiores resultados foram obtidos por República da Eslováquia, Noruega, Suíça, França, Estados Unidos, Canadá, Bélgica e Irlanda, com percentuais sempre acima do caso médio para o respectivo grupo de países, conforme apresentado na tabela 1.

Dentre tais países, ressaltam-se os números de França, Estados Unidos, Canadá e Irlanda, que compõem o último quartil da distribuição, registrando valores superiores a 8,60% como participação do P&D em biotecnologia nos gastos totais de P&D do setor privado.

O valor registrado para a Irlanda destoa do conjunto da distribuição, vez que é quase o dobro do valor registrado para os Estados Unidos ou o Canadá, que também pertencem ao último quartil dos dados.

TABELA 1
P&D em biotecnologia como uma proporção dos gastos em P&D do setor privado

Firmas que fazem P&D em biotecnologia (%)	
Polônia (2007)	0,03
África do Sul	0,80
Portugal (2005)	2,00
Eslovênia ¹	2,40
Alemanha (2007)	2,40
Coreia do Sul	2,60
Finlândia (2007)	2,60
Itália	2,70
República Tcheca (2007)	3,40
Espanha	4,50
Suécia (2007)	5,40
República Eslováquia	6,40
Noruega (2005)	7,50
Suíça (2004)	8,60
França	9,00
Estados Unidos	10,40
Canadá (2005)	11,10
Bélgica	13,10
Irlanda (2005)	21,70
Média	6,14
Mediana	4,50
Desvio-padrão	5,31
Coefficiente de variação	0,87
Máximo	21,70
Contagem	19
j_i (25%)	2,40
j_j (75%)	8,60
D_j (intervalo interquartilico)	6,20

Fonte: Beuzekom e Arundel (2009). Elaboração dos autores.

Nota: ¹ Os dados para Eslovênia estão subestimados.

Obs: 1. Os anos entre parênteses referem-se à data da informação para cada país. Caso ausente, o dado é de 2006.

2. Para Canadá, África do Sul e Alemanha, os dados referem-se a firmas de biotecnologia dedicadas, ou seja, aquelas que se envolvem predominantemente em atividades de aplicação das técnicas biotecnológicas para produzir bens ou serviços e/ou para realizar P&D em biotecnologia.

Entretanto, fora o caso irlandês, o conjunto dos dados é razoavelmente simétrico, o coeficiente de variação é inferior à unidade (desvio-padrão menor que a média) e o intervalo interquartilico representa apenas 29% do resultado máximo dos dados.

Com relação aos investimentos de P&D em biotecnologia nas firmas que fazem este tipo de P&D, por classe de tamanho (número de empregados), destaca-se a posição hegemônica dos Estados Unidos e, em segundo lugar, da França, com montantes aplicados superiores ao correspondente valor médio. Sem dúvida, para esta variável, a posição dos Estados Unidos é sem igual para todos os níveis, o que impacta diretamente os coeficientes de variação em todas as distribuições, sempre maiores que a unidade. Estas informações constam da tabela 2.

TABELA 2
P&D em biotecnologia (milhões PPP¹ US\$) em firmas que fazem P&D em biotecnologia, por classe de tamanho (número de empregados)

	Menos de 50 empregados	De 50 a 249 empregados	Acima de 250 empregados
Bélgica (2006)	58	107	410
Flandres (2007)	47	107	468
República Tcheca (2007)	14	16	54
Finlândia (2007)	35	29	51
França (2006)	276	294	1.784
Irlanda (2005)	17	16	248
Itália (2006)	45	87	117
Coreia do Sul (2006)	171	142	396
Noruega (2005)	36	44	55
Portugal (2005)	7	3	3
República Eslováquia (2006)	7	2	4
Espanha (2006)	108	142	140
Suécia (2007)	48	149	290
Suíça (2004) ³	102	372	n.d. ²
Estados Unidos (2006)	2.236	4.140	18.725
Média	214	377	1.625
Mediana	47	107	194
Desvio-padrão	564	1.047	4.943
Coefficiente de variação	2,64	2,78	3,04
Máximo	2.236	4.140	18.725
Contagem	15	15	14
j_1 (25%)	17	16	54
j_3 (75%)	102	142	410
D_j (intervalo interquartilico)	86	126	356

Fonte: Beuzekom e Arundel (2009). Elaboração dos autores.

Notas: ¹ Paridade do poder de compra – purchasing power parity (PPP).

² n.d. = não disponível.

³ Para a Suíça, firmas com menos de 100 empregados e com mais de 100 empregados.

Obs.: Os dados para firmas biotecnológicas são de levantamentos de firmas de biotecnologia, ao passo que os dados para firmas que fazem P&D em biotecnologia são de levantamentos de P&D.

Além disso, ao aferirem-se os países com valores incluídos no último quartil de cada classe de tamanho de empresa, nota-se que a Bélgica é mais representativa para as empresas com mais de 250 empregados, ao passo que Coreia do Sul, Espanha, Suécia e Suíça destacam-se no grupamento de firmas com 50 a 250 empregados.

Já os investimentos de VC em ciências da vida espelham recorte em que também há preponderância de peso dos Estados Unidos entre as variáveis analisadas.

Estes investimentos ancoram-se:

(...) na premissa de que intermediários financeiros especializados podem resolver o problema das assimetrias de informações por meio da avaliação cuidadosa das empresas antes da concessão de capitais e, em seguida, na fase de investimentos, pelo monitoramento das atividades, reduzindo as falhas de informação (Lerner, 2002 *apud* Morais, 2007, p. 13).

Em relação aos investimentos de VC, consoante a tabela 3, os Estados Unidos detêm praticamente 70% dos investimentos de VC realizados pelo conjunto de países em ciências da vida, respondendo por mais que o dobro da parcela devida às demais nações que apresentaram dados para esta variável.² Destarte, apenas outros três países também exibiram percentuais de investimento acima da média do grupo nesta modalidade, a saber, Reino Unido, França, e Canadá. Suíça, Suécia e Alemanha completam o rol de nações que integram o último quartil da distribuição.

Novamente, a maciça participação dos Estados Unidos no conjunto dos países para a variável sob análise criou uma distribuição bastante desigual, na qual o desvio-padrão é mais de três vezes o valor médio, o intervalo interquartilico representa parcela diminuta do valor máximo da distribuição (Estados Unidos) e a média é substantivamente superior à mediana.

2. Uma discussão específica sobre a evolução no uso deste instrumento financeiro nos Estados Unidos está em Global Insight (2004).

TABELA 3
Investimentos de VC em ciências da vida (2007)

	Milhões PPPUS\$	% do país no conjunto dos países
Luxemburgo	0,0	0,0
República Tcheca	0,1	0,0
Grécia	0,4	0,0
Polônia	1,2	0,0
Hungria	3,0	0,0
Portugal	3,3	0,0
Irlanda	7,5	0,1
Noruega	12,8	0,2
Itália	19,1	0,2
Áustria	20,6	0,3
Finlândia	30,4	0,4
Japão ¹	68,2	0,8
Holanda	75,4	0,9
Dinamarca	77,9	1,0
Coreia do Sul	96,1	1,2
Espanha	97,7	1,2
Bélgica	100,1	1,2
Austrália	117,9	1,5
Suíça	120,1	1,5
Suécia	220,1	2,7
Alemanha	293,6	3,6
Reino Unido	341,1	4,2
França	388,1	4,8
Canadá	462,3	5,7
Estados Unidos	5.507,0	68,3
Média	323	4,0
Mediana	75	0,9
Desvio-padrão	1.088	13,5
Coefficiente de variação	3,37	3,37
Máximo	5.507	68,3
Contagem	25	25
j_i (25%)	3	0,0
j_3 (75%)	120	1,5
D_j (intervalo interquartilico)	117	1,4%

Fonte: Beuzekom e Arundel (2009). As bases originais são da Thomson Financial, Pricewaterhouse Coopers (PwC), European Private Equity and Venture Capital Association (EVCA) e National Venture Capital Associations, abril de 2009. Elaboração dos autores.

Nota: ¹ Para o Japão os resultados são de 2006.

Obs.: O VC está limitado a investimento em capital semente, a *start-ups*, e aos estágios iniciais de desenvolvimento e expansão de uma inovação ou produto. Estágios posteriores de investimento não entram nesta categoria de financiamento.

5 O SEGMENTO DE BIOTECNOLOGIAS NO BRASIL E SEU SISTEMA DE INOVAÇÕES

Desde o final da década de 1970, grande número de atores sociais e instituições têm se envolvido nos temas da biotecnologia. Citam-se neste quadro os laboratórios universitários, as companhias baseadas em processos biológicos e as grandes corporações das indústrias químicas e farmacêuticas (Ebers e Powell, 2007).

Este esforço teve como produtos finais novas tecnologias no campo da genética, da produção de proteínas, e da produção de células, com impactos em saúde humana, agricultura, e técnicas de processamento industrial. Como ilustração, a tecnologia de fermentação utilizada na cerveja emprega processos biotecnológicos e é um processo utilizado pela indústria, já de muitas décadas.

Quanto a este aspecto, vale observar as matrizes de interação entre subdomínios tecnológicos (STs) (dentre os quais a biotecnologia) e as disciplinas científicas ou das engenharias (DCEs). Os dados abaixo, na tabela 4, foram mensurados pela equipe da Diretoria de Estudos e Políticas do Estado, das Instituições e da Democracia (Diset)/Ipea³ e mostram o nível de interação entre a biotecnologia e as disciplinas científicas ou de engenharia para o conjunto de projetos apoiados pelo sistema de fundos setoriais MCT/FINER, seja em medida direta ou indireta de associação.

Das 27 disciplinas científicas ou áreas da engenharia com as quais poderia ter sido observada interação com as biotecnologias,⁴ são apresentadas somente aquelas que retornaram interação positiva, isto é, diferente de zero.

Nove disciplinas científicas ou áreas de engenharia apresentaram interação direta com as biotecnologias e sete apresentaram interação indireta. É grande a interação das biotecnologias como ST com disciplinas de ciências básicas (química inorgânica

3. Para detalhes sobre a construção destas matrizes, ver Lemos *et al.* (2009) e De Negri *et al.* (2009).

4. São elas: matemática; ciência dos materiais; engenharia eletrônica; ciências nucleares; engenharia mecânica, civil e outras; química inorgânica e engenharia química; química analítica; físico-química; química orgânica; física aplicada; física do estado sólido; geociências; outras físicas; ecologia; ciência dos alimentos e agricultura; biotecnologia; microbiologia; biologia geral; farmacologia e farmácia; saúde pública; patologia; neurociência; medicina da reprodução e geriatria; medicina geral; medicina interna; pesquisa em medicina; e imunologia.

e engenharia química), também junto a ciências aplicadas (farmacologia e farmácia, e ciência dos alimentos e agricultura), em associação com as ciências dos materiais (provável aplicação de processos biotecnológicos em escala nanométrica⁵), e, por fim, com áreas de uso da saúde (saúde pública, patologia, medicina geral e imunologia).

TABELA 4

Biotecnologia nas matrizes de interação direta e indireta entre subdomínios tecnológicos e as disciplinas científicas ou das engenharias: total dos fundos setoriais

Matriz de interação direta									
ST/DCE	Ciência dos materiais	Química inorgânica e engenharia química	Outras físicas	Ciência dos alimentos e agricultura	Biotecnologia	Farmacologia e farmácia	Saúde pública	Patologia	Medicina geral
Biotecnologia	1	12	1	4	5	6	3	1	7
Matriz de interação indireta									
ST/DCE	Ciência dos materiais	Química inorgânica e engenharia química		Ciência dos alimentos e agricultura	Biotecnologia	Farmacologia e farmácia		Patologia	Imunologia
Biotecnologia	7	13		6	4	8		2	7

Fonte: Diset/pea. Elaboração dos autores.

Segundo Moses (2004), as biotecnologias costumam ser referidas como o agrupamento de aplicações práticas de genética, como terapia gênica, diagnósticos de *Deoxyribonucleic acid* (DNA), biorremediação, pesquisas com células-tronco, substituição de tecidos, melhoramento genético vegetal, entre outras. Assim, tal espraiamento das biotecnologias para variados tipos de disciplinas científicas ou áreas de engenharia alinha-se à própria natureza genérica ou multiuso dos produtos e processos biotecnológicos.

Já desde a década de 1960, observam-se no Brasil sucessivos ingressos de profissionais e pesquisadores qualificados nas áreas de ciências agrárias, da saúde e biológicas, e não são raros os casos de profissionais 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.

O resultado deste esforço é parcialmente identificado na publicação de periódicos em revistas científicas internacionais. 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,

5. Um nanômetro (nm) equivale a 1bilionésimo (10^{-9}) do metro ou aproximadamente a distância ocupada por cerca de cinco a dez átomos (Medeiros, Paterno e Mattoso, 2006).

esses percentuais são, respectivamente, de 2,33%; 2,32%; e 2,10%, índices bastante acima do caso brasileiro geral.

Ao mesmo tempo, o Brasil pode ser considerado um país privilegiado em termos de biodiversidade, com 15% do total de 2 milhões de espécies já catalogadas. Este estoque biológico representa um ativo significativo para o país, vez que:

(...) quase metade das cem drogas mais vendidas no mundo foi criada com base em compostos naturais (...) cerca de 30% dos medicamentos têm como princípio ativo elementos retirados da natureza. Isso porque apenas 5% da flora mundial já foi analisada para identificar seu valor farmacológico potencial. No Brasil, a ciência conhece menos de 1,5 mil espécies vegetais bioativas (Ipea, 2007, p. 58).

Tais informações ressaltam a premência da biotecnologia como uma possível solução para a produção de alimentos e de medicamentos, e também para a geração de alternativas de energia ambientalmente preservativas em relação ao uso de combustíveis fósseis, seja no contexto mundial como especificamente no caso brasileiro.

O Brasil também demonstra estoque de área agriculturável e reconhecido *expertise* no desenvolvimento de toda a cadeia de biocombustíveis oriundos da cana-de-açúcar. No caso específico destes combustíveis, o Brasil detém pesquisadores com amplo conhecimento da cultura, herança marcada pelas pesquisas desenvolvidas no âmbito do Instituto do Açúcar e do Alcool (IAA) e das universidades que dele foram parceiras em inúmeros projetos do Programa Nacional do Alcool (Proálcool).

O melhoramento genético da cana está a campo já de longa data no Brasil. O IAA foi pioneiro neste trabalho, produzindo variedades com maior teor de sacarose e adaptáveis às diversas condições climáticas e de solo. No momento, as pesquisas caminham no sentido de transformar a cana-de-açúcar em fonte primária de plástico, papel, ração, fertilizantes, tecidos, proteínas, próteses, colágeno, vacinas e plasma sanguíneo (Agroanalysis, 2005). É um trabalho paralelo ao de produção da cana transgênica, que reúne universidades no Brasil e no exterior, além de órgãos como a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), a Monsanto e as próprias usinas da produção sucroalcooleira nacional.

Inquestionável dizer que tanto a produção de alimentos e de medicamentos quanto a geração de energia são questões centrais no cenário mundial do século XXI.

Em relação à mão de obra de tais atividades no Brasil, para a média do período 1994-2007 (Rais, 2009), um em cada mil trabalhadores formais estava alocado em atividades de P&D em ciências físicas e naturais.

Já os dados da Plataforma Lattes (Portal da Inovação, 2009) exibiram expressivo crescimento dos grupos de pesquisa em biotecnologias no país na década de 2000, contemplando-se uma elevada participação de profissionais com formação pós-superior, em especial nas áreas de agronomia, genética, medicina veterinária, bioquímica, química, ciência e tecnologia dos alimentos, biologia geral, engenharia química, botânica, zootecnia e direito.

Entre os integrantes da Plataforma Lattes que participam de investigações em biotecnologias há um predomínio das ICTs públicas, com destaque para a Embrapa, a Fundação Oswaldo Cruz (Fiocruz), o Instituto Agrônomo de Campinas (IAC), o Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (Inpa) e as universidades públicas estaduais e federais. Neste âmbito, não é casual o crescimento da produção científica brasileira, ancorado fortemente na produção das ciências agrárias, biológicas e da saúde. Na produção agregada, o *SCImage journal and country rank* coloca o Brasil em 15º lugar no *ranking* de países com maior produção científica em 2007 (Marques, 2009).

Quando o foco de análise são os pesquisadores individualmente, na tabela 5, as setenta principais instituições de vinculação profissional responderam por 67% do total de pesquisadores catalogados na Plataforma Lattes. As universidades públicas totalizaram quase metade do total de pesquisadores que reportaram interesse em biotecnologias, cabendo aos institutos e empresas públicas 13% do total amostrado e ao sistema universitário privado 5% do agregado de pesquisadores.

Dentre estes 8.830 indivíduos relacionados à biotecnologia no Brasil, 7.744 vínculos institucionais foram citados. Aqui, somente as dez principais instituições concentraram 31% dos vínculos institucionais registrados.

TABELA 5
Instituições reportadas pelos pesquisadores em biotecnologias

Tipo de instituição	Total de citações	% de citações
Universidade pública federal	2.278	29
Universidade pública estadual	1.404	18
Empresa pública federal	502	6
Universidade privada	403	5
Instituto público federal	336	4
Instituto público estadual	126	2
Empresa pública estadual	68	1
Fundação universidade pública federal	26	0,3
Agência federal	19	0,2
Subtotal	5.162	67
Total	7.744	100

Fontes: Portal da Inovação e Plataforma Lattes (abril de 2009). Elaboração dos autores.

Obs.: Reúne informações de instituições com ao menos dezoito vínculos institucionais reportados.

Nos dados da tabela 6, é interessante notar a presença da Embrapa como vinculação institucional mais referida, imediatamente seguida pelas universidades estaduais paulistas. Dentre as dez instituições líderes, além da Embrapa, a Fiocruz e a Pontifícia Universidade Católica (PUC) desenvolveram iniciativas de investigação em biotecnologias em mais de uma Unidade da Federação (UF).

TABELA 6
Principal vinculação institucional dos pesquisadores em biotecnologia da base Lattes

Instituição	Total de citações	Acumulado	% acumulado
Embrapa	502	502	6
Universidade de São Paulo (USP)	444	946	12
Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (UNESP)	294	1.240	16
Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP)	189	1.429	18
Fiocruz	185	1.614	21
Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ)	188	1.802	23
UFMG	169	1.971	25
Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS)	155	2.126	27
PUC	145	2.271	29
Universidade Federal de Viçosa (UFV)	121	2.392	31
Universidade Federal de Pernambuco(UFPE)	115	2.507	32
Universidade Federal de Pelotas (UFPEL)	98	2.605	34
Universidade Estadual de Londrina (UEL)	97	2.702	35
Universidade Federal da Bahia (UFBA)	96	2.798	36
Universidade Federal do Paraná (UFPR)	93	2.891	37

Fontes: Portal da Inovação e Plataforma Lattes (abril de 2009). Elaboração dos autores.

Obs.: 1. Foram reportadas somente as quinze instituições mais citadas.

2. Como nem todos os pesquisadores informaram a principal vinculação institucional, o total de citações ficou em 7.744, abaixo do total de 8.830 pesquisadores.

Cumpra dizer que tal resultado decorre, em parte, da própria característica da base Lattes, vez que a mesma é documento de descrição curricular profissional típico da comunidade acadêmica no Brasil.

Todavia, a estrutura legal e institucional prevalecente não atua claramente no sentido de traduzir este conhecimento gerado em soluções específicas para a sociedade brasileira. Exceções a este espectro geral podem ser encontradas nos estudos da Fiocruz para o desenvolvimento de tratamento e cura de doenças típicas do caso brasileiro, e às soluções patrocinadas pelo Centro de Pesquisas da Petrobras (Cenpes)/Petrobras para a exploração de plataformas marítimas *off shore* de grandes profundidades.

No Brasil, não se pode desconsiderar que muitas inovações biotecnológicas não são depositadas e submetidas ao processo de patenteamento. Parte deste fenômeno ancora-se no desconhecimento do sistema de patentes por parte da maioria dos pesquisadores nacionais (Vasconcellos *et al.*, 2001).

Esta dificuldade tende a ser mitigada pela estruturação de núcleos de inovação tecnológica, como tem se verificado internamente às principais universidades brasileiras. O estímulo ao desenvolvimento destas agências está previsto na própria Lei de Inovação nº 10.973, de 2 de dezembro de 2004. Este é um movimento necessário, uma vez que a submissão de patentes e o licenciamento de tecnologias, em cuja produção foram utilizados recursos públicos, exigem conhecimentos específicos em matéria jurídica e em questões de gestão tecnológica.

Não há estatística direta sobre o número de firmas de biotecnologia no Brasil. Porém, segundo dados da Pesquisa de Inovação Tecnológica (PINTEC) 2005, do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), 819 empresas, pouco menos de 1% do universo amostral de 91.055 empresas, responderam sim à questão 197 do respectivo questionário.⁶ Este número é uma *proxy* para o número de empresas que desenvolvem algum tipo de atividade relacionada às biotecnologias no Brasil.

Neste contexto, a importância assumida pelas universidades e institutos de C&T públicos na formação de quadros acadêmicos nas áreas de ciências agrárias, ciências

6. A sua empresa realiza alguma atividade relacionada com a biotecnologia? (IBGE, 2005).

biológicas e ciências da saúde ancorou-se na própria estratégia de formação de pessoal de nível superior e pós-superior que se deu entre as décadas de 1950 e 1980.

O trabalho de Xia e Buccola (2005), ao analisar as interações entre pesquisa e educação e educação e pesquisa no âmbito das citações e publicações em patentes biotecnológicas agrícolas, suporta a hipótese de que as universidades servem como um local propício a funcionar como plataforma de lançamento de biotecnologias.

Ao mesmo tempo, a participação do setor exclusivamente privado no desenvolvimento destas tecnologias tem exemplos representativos no caso de empresas como a Allelyx e também no âmbito dos consórcios de cofinanciamento dos desmembramentos do Projeto Genoma Brasileiro,⁷ incluindo-se aportes de recursos privados.

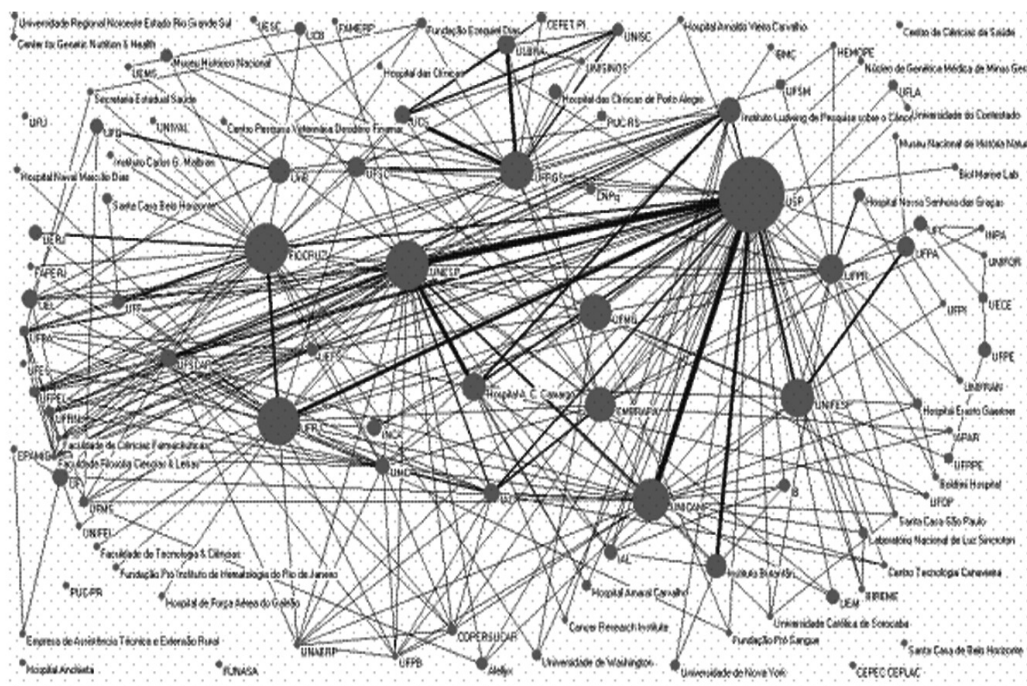
No caso dos projetos Genoma, a formação e/ou consolidação da rede de pesquisa correspondente já seria um resultado expressivo de interação dos respectivos agentes; vale dizer, empresas, institutos de pesquisa e governo, em nível macro.

A título de exemplo, Dal Poz (2009) havia detectado e mensurado a participação de agentes representativos na estruturação e execução da rede de pesquisas em genomas. Na figura 1, elaborada com base em metodologia específica de redes, o tamanho da esfera representaria a importância do agente na rede de pesquisa e a dimensão das linhas conectoras o nível de interface entre distintas instituições.

Observa-se o papel destacável das universidades públicas e de fundações, institutos e empresas públicas como a Fiocruz, a Embrapa, o Inpa, o Instituto Agrônomo do Paraná (Iapar), o IAC, o Instituto Nacional do Câncer (Inca) e o CNPq. Ao mesmo tempo, as conexões deste nível de pesquisa incluem agentes privados como a PUC-PR, Coopersucar, Allelyx, hospitais e santas casas, além de universidades estrangeiras como a Universidade de Washington, a Universidade de Nova York e o Center Research Institute.

7. Como ilustração do caso brasileiro, apenas no âmbito da FAPESP foram estruturados os seguintes Projetos Genomas: *Xylella fastidiosa*, cana-de-açúcar, câncer humano, *Xanthomonas citri*, agrônomo e meio ambiente, *Schistosoma mansoni*, genoma funcional e novos genomas (FAPESP, 2010).

FIGURA 1
Rede de pesquisa em genomas



Fonte: Dal Poz (2009).

Obs.: Imagem cujos layouts e textos não puderam ser padronizados e revisados em virtude das condições técnicas dos originais disponibilizados pelos autores para publicação (nota do Editorial).

6 O FINANCIAMENTO À BIOTECNOLOGIA NO BRASIL

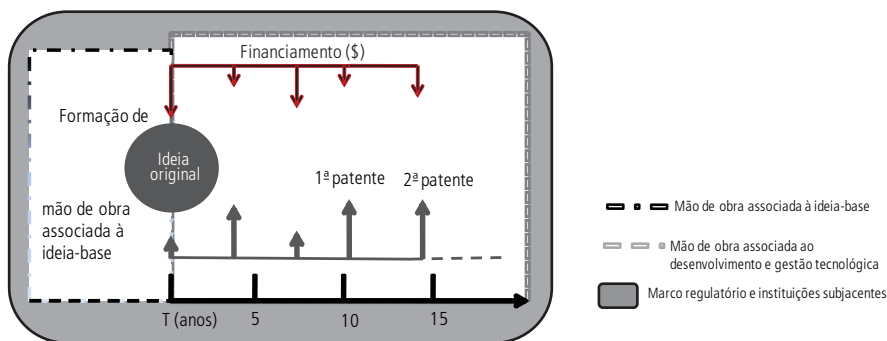
As atividades biotecnológicas distribuem-se por um longo período de tempo desde a concepção da ideia original até a comercialização do produto final. Todos os estágios assim compreendidos muitas vezes totalizam dez a quinze anos de desenvolvimento, seja no caso de novas variedades vegetais seja no contexto do desenvolvimento de medicamentos para uso humano.

A título de exemplo, nas indústrias de biofármacos o desenvolvimento de novos produtos estende-se ao longo de, no mínimo, seis estágios regulatórios da pesquisa, a saber, patenteamento, três fases de testes pré-clínicos, testes clínicos humanos e processo regulatório de aprovação (Mc Namara e Baden-Fuller, 2007).

Tal período decorrido para o desenvolvimento das chamadas biotecnologias é, de regra, associado a quatro dimensões principais que integram a consecução de uma nova ideia ou solução que possa ser traduzida em novo produto ou novo serviço disponível à sociedade e comercializável nos mercados. Estas dimensões são a mão de obra setorial, sua estrutura de financiamento, a respectiva geração de patentes e, por certo, o marco regulatório subjacente.⁸

As inversões de financiamento podem se prolongar por longo período de tempo durante a geração de patentes oriundas de uma ideia ou projeto original, conforme se observa na figura 2, síntese do desenvolvimento de uma biotecnologia.

FIGURA 2
Incidência de variáveis-chave no desenvolvimento de uma biotecnologia



Fonte: Mc Namara e Baden-Fuller (2007). Elaboração dos autores.

No Brasil, a criação do CNPq e da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes), ambas na década de 1950, ao lado de outras ações importantes na construção do Sistema Nacional de Ciência e Tecnologia (SNCTI), como a FINEP em 1965 e o MCT na década de 1980, constituem-se em bases do sistema local de Ciência, Tecnologia & Inovação (CT&I).

Com esta base subjacente, diversas iniciativas foram implementadas no país em apoio ao desenvolvimento científico e tecnológico com rebatimentos específicos

8. Inúmeros textos desenvolveram este ponto, com destaque para os trabalhos de Tilton (1971), Allen (1977), Dasgupta e Stiglitz (1980), Freeman (1982), Mowery (1983), Dosi (1988), Nelson (1993) e Malerba e Orsenigo (1996). Uma discussão específica sobre o papel do financiamento para as inovações biotecnológicas está ancorada nos trabalhos de Mc Namara e Baden-Fuller (2007), Dario (2007), Di Giorgio (2007) e Colyvas (2007).

nas atividades biotecnológicas, ainda que em muitos casos este resultado não estivesse explícito na denominação do respectivo programa ou ação governamental, conforme se observa na tabela 7.

TABELA 7
Brasil: principais programas/polos de apoio à biotecnologia

Período	Programa/Instituição	Principal atividade desenvolvida
Década de 1970	CNPq e FINEP	Impactos nos setores científicos e industriais Usuários das técnicas das biotecnologias tradicionais
	Programas temáticos da Fapesp	Bioquímica e genética básica
	RJ (Polos Estaduais)	Incubadora de empresas Biorio
	MG (Polos Estaduais)	Fundação Biominas
	SC (Polos Estaduais)	Centro de Biotecnologia de Joinville
	MG (Polos Estaduais)	Centro de Biotecnologia Bioagro/UFV ⁴
	RS (Polos Estaduais)	Centro de Biotecnologia do Rio Grande do Sul
	PR (Polos Estaduais)	Centro de Biologia Molecular/Tecpar ⁵
1984-1989	PADCT ¹ -fase 1	Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico
1987-1999	RHQE ² (MCT/CNPq)	Recursos Humanos para Atividades Estratégicas
1990-1996	PADCT-fase 2	Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico
1997-2002	PADCT-fase 3	Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico
2000-presente	PPA ³	Biotecnologia e Recursos Genéticos (Genoma)
2002	Fundos setoriais	Fundo Setorial de Biotecnologia (FSB)
2007	Decreto nº 6.041	Comitê Nacional de Biotecnologia (CNB)
2007	Decreto nº 6.041	Política de Desenvolvimento da Biotecnologia (PDB)

Fonte: Assad e Aucélio (2004).

Notas:¹ Programa de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico.

² Programa de Apoio à Capacitação de Recursos Humanos em Biotecnologia e demais áreas estratégicas.

³ Plano Plurianual.

⁴ Universidade Federal de Viçosa.

⁵ Instituto de Tecnologia do Paraná.

Obs.: Ao final da década de 1990, o RHQE foi remodelado e passou a ter seu foco em áreas de tecnologia industrial básica, não especificando apoio a temas específicos como a biotecnologia, desenvolvimento de materiais ou mesmo ramos da química fina.

No momento, o Brasil vive um estágio particular e nada garante que desenvolverá todos os mecanismos presentes nos países desenvolvidos, até porque tais países fazem parte de um contexto que apresenta outro patamar de renda e sem os problemas sociais básicos a resolver, típicos do caso brasileiro como educação, saúde e questões de infraestrutura.

Todavia, não podem deixar de ser citados casos individuais de inversão de recursos em biotecnologias, como as iniciativas da Fundação Biominas de Minas Gerais, os investimentos do Centro de Tecnologia Canavieira (CTC) na questão do bioálcool, ou mesmo de empresas como a Allelyx na área de eventos em bioquímica.

Além disso, o próprio Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES) estruturou fundos com recursos inversíveis a empreendedores nos segmentos da biotecnologia, o Fundo Tecnológico (FUNTEC) e o CRIATEC. Contudo, até 2007, a monta de projetos demandados nestes investimentos foi bastante modesta no conjunto de recursos disponibilizados pelo banco ao setor produtivo doméstico. Dados mais recentes podem trazer novas conclusões sobre a utilização destas modalidades de financiamento.

Provavelmente o baixo nível de demanda dos recursos nos dois casos está associado a um desconhecimento inicial de parte dos próprios empreendedores potenciais. Ademais, parcela não desprezível das patentes concedidas em biotecnologias no Brasil são por ICTs públicas, donde se pode supor que ainda é comparativamente acanhado o respectivo segmento empreendedor privado. A estes fatores soma-se a possibilidade de este empreendedor já acessar outras fontes de financiamento para seus projetos, a exemplo dos fundos setoriais do sistema MCT/FINEP ou até contar com o aporte de investidores *angels*.

Também não podem ser desprezadas as dificuldades de se estruturar projetos de pesquisa de longo prazo financiados com capital privado no Brasil, seja por conta do passado macroeconômico de incertezas em que se deu a atividade produtiva no país seja pelas dificuldades de compreensão e cumprimento do marco regulatório brasileiro em biotecnologia.

Por fim, no item financiamento, não devem ser esquecidos os programas das Fundações de Amparo à Pesquisa (FAPs) dos estados, que atendem a demandas e condicionantes locais importantes, mas que apresentam a contraparte de uma disponibilidade localizada de investimentos.

7 O FSB⁹

Apesar de a criação do CNPq ter se dado na década de 1950 e contemplar programas interdisciplinares para formação de recursos humanos voltados para a biotecnologia, não se poderia dizer que naquele período o assunto fosse tratado como uma política

9. Este tópico do trabalho beneficiou-se decisivamente das contribuições de Gilberto Hauagen Soares, da FINEP, a quem os autores muito agradecem.

prioritária pelo governo. O avanço brasileiro na área da biotecnologia começa a ocorrer no início dos anos da década de 1970 e, somente em 1982, o CNPq cria o Programa Nacional de Biotecnologia (PRONAB), que passa a ser considerado prioritário pelo governo federal.

O PRONAB destinava-se a criar meios e condições para a execução de um programa integrado, que envolvia atividades de pesquisa (básica e aplicada), de desenvolvimento experimental (tecnologia) e serviços técnico-científicos, para domínio de processos e métodos de biotecnologia e sua aplicação em diversas áreas como a agropecuária, a energética e a da saúde. Visava, também, a dinamização das atividades do setor de biotecnologia no país, preocupando-se com o processo produtivo integralmente, que compreendia desde a pesquisa científica até a industrialização de produtos.

Paralelamente, colocaram-se algumas questões importantes, como o desenvolvimento de uma base jurídica voltada a questões relacionadas à biossegurança. Para isso, foi criada a Comissão Técnica Nacional de Biosegurança (CNTBio), com o objetivo de estabelecer normas e procedimentos para testes, pesquisas e liberação no ambiente de organismos geneticamente modificados. Outra estrutura criada para apoiar as atividades biotecnológicas foi o Conselho de Gestão do Patrimônio Genético (Cgen), destinado a regulamentar o acesso e a remessa de material biológico bem como as atividades relacionadas à bioprospecção (CGEE, 2002).

A disponibilização de recursos específicos para a área de biotecnologia ocorreu em 1985, com a criação do MCT, quando foi definida a política de priorização do uso dos recursos disponíveis para financiamento de atividades de C&T.

De 1985 a 1999, os recursos aprovados para o Fundo Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (FNDCT) começaram a diminuir. Além disso, esses recursos foram afetados pelas altas taxas de inflação (até 1994, quando foi implantado o Plano Real). A solução encontrada foi a concessão de um empréstimo feito pelo Banco Mundial, por meio de convênio, com a finalidade de financiar as atividades de C&T, no geral.

Em 1999, a criação do Fundo Setorial de Petróleo e Gás acenou com a possibilidade da criação de fundos para outros setores, entre eles o de biotecnologia. Uma das ações mais importantes para o estabelecimento de um fluxo regular de recursos para a área

foi a inclusão no PPA, em 1999, de uma diretriz que pretendia: “(...) consolidar um conjunto de fundos setoriais, especialmente aqueles vinculados a concessões públicas e com significativos impactos sobre o processo de geração e difusão de novas tecnologias” (Pacheco, 2007, p. 191).

Assim, com a Lei nº 10.332, de 19/12/2001 e, em 2002, com o Decreto nº 4.154, de 7/3/2002, há a criação e a regulamentação do FSB. Essas normas estabeleceram a origem dos recursos financeiros destinados a patrocinar as ações do CT-Biotecnologia, que são definidas pelo comitê gestor, também estabelecido por tais normas.

O FSB passa a estimular e fortalecer as interações entre instituições de pesquisa e o segmento produtivo nacional, promovendo a transformação de conhecimento em produtos de maior valor agregado e conseqüentemente da ampliação da base de inovação (CGEE, 2002). Seus recursos originam-se de 7,5% da Contribuição de Intervenção de Domínio Econômico (Cide), cuja arrecadação provém da incidência de alíquota de 10% sobre a remessa de recursos ao exterior para pagamento de assistência técnica, *royalties*, serviços técnicos especializados ou profissionais (FINEP, 2009).

Quanto ao comitê gestor, sua composição dá-se por representantes dos ministérios, das agências reguladoras, de setores acadêmicos e empresariais, da FINEP, do CNPq e do MCT, cujo representante preside o comitê. Tal comitê define as diretrizes, ações e planos de investimentos dos fundos. Desta forma, há ampla participação da sociedade nas decisões sobre as aplicações dos recursos e gestão compartilhada de planejamento, concepção, definição e acompanhamento das ações de CT&I, e autonomia nessas atividades.

Como referido, as atividades de biotecnologia são amplas e dispersas. Em decorrência disto, o escopo de alcance de financiamento do fundo também é bastante elástico. Assim, envolve áreas do conhecimento e de aplicações que integram as ciências da vida, como genética, biologia molecular, bioquímica, ecologia, microbiologia, parasitologia e imunologia; as ciências humanas, incluindo direito, economia e administração; e as exatas e engenharias, representadas por áreas como informática e engenharia química (CGEE, 2002).

São elegíveis ao financiamento grupos de pesquisa em universidades, institutos e centros de pesquisa, isolados ou associados a empresas, todos sem fins lucrativos.

Além disso, empresas públicas ou privadas podem participar da execução dos projetos apoiados pelo fundo, tanto na parte técnica quanto na financeira. Para isso, devem assinar convênios e manifestar o interesse na parceria. É dada preferência aos projetos que tenham participação de empresas.

Isto posto, a análise dos dados do FSB e de financiamento às atividades biotecnológicas merece algumas considerações. Os dados aqui apresentados foram elaborados a partir da base de dados disponibilizada ao Ipea no contexto do convênio MCT/FINEP/UFMG/Ipea.

7.1 O FSB E OS PROJETOS COMPLEMENTARES (PCs)

Em termos práticos, as informações aqui apresentadas são de duas naturezas. Em primeiro plano, os valores pertinentes ao próprio FSB, como assim definido pela estrutura burocrático-administrativa do sistema de fundos setoriais MCT/FINEP. Porém, como as biotecnologias são uma tecnologia genérica com aplicações práticas em segmentos variados como agropecuária, saúde humana, energia e meio ambiente, muitas atividades de pesquisa em biotecnologias podem estar sendo desenvolvidas em projetos alocados em outros fundos setoriais,¹⁰ que não o FSB propriamente dito.

Assim, com o intuito de dar melhor cobertura à análise, empregou-se um procedimento específico para selecionar, dentre os demais fundos setoriais, os projetos provavelmente mais relacionados às atividades biotecnológicas.

Para tal, rastreou-se nos títulos destes projetos a presença de palavras-chave da biotecnologia. Estas foram retiradas de informações dos pesquisadores relacionados às biotecnologias presentes na Plataforma Lattes em 2009 (Portal da Inovação, 2009). Os pesquisadores reportaram palavras-chave de suas especializações ou temas de investigação. Extraíram-se, então, as 25 mais citadas, que representaram 15% do total de 8.218 citações.

O apêndice do trabalho descreve em pormenores o procedimento acima descrito. Assim, foram selecionados outros 503 projetos vinculados às atividades biotecnológicas

10. Os fundos setoriais identificados no sistema MCT/FINEP, além do FSB, foram: aeronáutico, agronegócio, Amazônia, aquaviário, energia, especial, telecomunicações, hidroviário, informática, infraestrutura, mineral, petróleo, saúde, telecomunicação, transporte, transversal, FNDCT, outras fontes, subvenção e Verde-Amarelo.

no âmbito dos fundos setoriais, já excluídos os 189 projetos originais do FSB. Tais projetos adicionais serão doravante nominados PCs.

A título comparativo observe-se a tabela 8 que coteja os recursos do fundo CRIATEC do BNDES e dos projetos do FSB acrescidos dos projetos biotecnológicos complementares.

TABELA 8

Valores contratados reais (dezembro/2008) para o FSB, os PCs e o fundo CRIATEC

Ano	FSB (R\$ de 2008)	PC (R\$ de 2008)
2000	-	24.625,812
2001	-	353.923,769
2002	6.621.421	2.958.161,939
2003	3.906.773	5.399.853,375
2004	15.522.872	17.803.020,843
2005	12.663.082,9	40.577.487,217
2006	21.964.477,8	53.555.284,896
2007	-	37.747.188,031
2008	6.436.281	14.948.900,79
	FSB + PC (R\$ de 2008)	R\$ 240.483.353
	CRIATEC (R\$ de 2008)	R\$ 88.498.512

Fontes: MCT/FINEP e Ipea. Elaboração dos autores.

Quando avaliados em valores de dezembro de 2008,¹¹ os valores agregados do FSB e dos PCs foram equivalentes a três vezes os valores do fundo CRIATEC do BNDES,¹² considerando-se a hipótese extrema de que todos os recursos do fundo fossem disponibilizados a projetos biotecnológicos. De fato, o foco do CRIATEC é mais amplo, destinando-se a empresas inovadoras que atuem em vários segmentos e não apenas em biotecnologias, isto é, tecnologia da informação, biotecnologia, novos materiais, nanotecnologia e agronegócios, sobretudo.

Os principais diferenciais dos recursos do FSB e dos PCs residem no fato de serem um instrumento de aporte nacional, diferentemente dos programas específicos das FAPs dos estados. Tais recursos gozam de provisão legal estabelecida na segunda metade da década de 1990 e constituem fonte importante de recursos de investimento do governo federal.

11. Para tal, empregaram-se dados do Índice Nacional de Preços ao Consumidor Amplo (IPCA)/IBGE (IBGE, 2010).

12. O fundo foi criado em janeiro de 2007, contemplando-se um orçamento original de R\$ 80 milhões (BNDES, 2010).

O fato de ser uma fonte continuada de recursos é de grande importância para investimentos de P&D em biotecnologias. As investigações que, neste campo, podem conduzir a inovações, patentes ou novos produtos tendem a consumir vários anos de inversão financeira e aplicação de mão de obra de elevada qualificação, sem plena garantia de um produto final rentável ou mesmo de liberação comercial após os sucessivos estágios de protocolos clínicos a cumprir, sobretudo no desenvolvimento de medicamentos para uso humano.

Outras fontes ou meios de financiamento disponíveis são também importantes, mas são de disponibilidade geográfica restrita (programas estaduais ou regionais), aplicam-se a empreendedores individuais (fundos próprios ou iniciativas de VC), são iniciativa relativamente jovem como os fundos CRIATEC e FUNTEC/BNDES, ou têm sofrido modificações programáticas e dificuldades em sua execução a exemplo do Programa de Biotecnologia do Plano Plurianual de Investimentos do Governo Federal.¹³

Além disso, determinadas entidades estaduais, como a FAPESP, fomentam programas específicos voltados à biotecnologia, como o Programa Biota. Iniciativas similares podem ser encontradas também em Minas Gerais e no Rio de Janeiro, somente para citar exemplos representativos. Porém, tais exemplos são localizados e não se reproduzem em todas as demais UFs, seja em volume de recursos aplicados seja em sua perenidade.

7.2 RESULTADOS: ANÁLISE GERAL DE DADOS DO FSB E DOS PCs

Neste ponto do trabalho são feitas análises e considerações acerca dos dados gerais do FSB e dos PCs, sobre a participação de universidades, em relação aos projetos com empresas, no que pertence às áreas de fronteiras eventualmente apoiadas por tais recursos em frentes biotecnológicas, além de um exercício cotejando a distribuição geográfica dos projetos do FSB e dos PCs *vis-à-vis* a distribuição geográfica da mão de obra em biotecnologias no Brasil.

13. Aqui, os recursos do programa têm sofrido contingenciamento orçamentário em vários anos, reduzindo sua efetividade, além da frequente fragmentação das ações programáticas. Para detalhes, ver Ferreira e Freitas (2008).

7.2.1 Análise geral

Individualmente, é importante observar que os valores são contratados sob o conceito de ano de demanda, isto é, do ano da chamada pública, o edital ou a encomenda que gerou o projeto.¹⁴ O conceito de demanda é realista em termos de acionamento dos recursos, e difere dos dados disponíveis no *site* do MCT, uma vez que estes últimos dizem respeito à arrecadação, ao orçamento e à execução dos fundos setoriais em cada ano, e têm um caráter mais programático/orçamentário.

Dadas as características da base de dados disponível para este ponto da pesquisa, até 2006, as informações representam o universo dos projetos apoiados pelos fundos setoriais; mas, em 2007 e 2008, foram incluídos somente os projetos com execução de, pelo menos, 20% dos valores contratados. Como muitos projetos de pesquisa têm o prazo de duração superior a dois anos, nem todos os projetos demandados em 2007 e 2008 estão contabilizados.

O FSB apresentou seus primeiros valores contratados em 2002, ainda que a base dos fundos setoriais do sistema MCT/FINEP tenha sido estruturada em 1997, o que evidencia o caráter embrionário do sistema de financiamento direto à biotecnologia no Brasil, nesta vertente.

Nota-se, também, grande variabilidade nos valores contratados junto a este fundo entre os vários anos, conforme se observa pelas taxas de crescimento dos valores contratados comparativamente ao ano anterior.

Por fim, apresenta-se, na tabela 9, a proporção dos valores contratados sob a rubrica do FSB. Na média dos anos disponíveis, cerca de 1,50% dos valores contratados pelo total dos fundos setoriais o foram no FSB. Ao se considerar os projetos biotecnológicos como um todo (FSB e PCs), tais percentuais alteram-se razoavelmente, como se descreverá adiante.

14. Em todos os casos, apresentaram-se valores nominais dos fundos setoriais.

TABELA 9
Valores contratados no FSB

	Valor contratado (R\$)	Crescimento sobre o ano anterior (%)	% no total dos fundos setoriais
2002	4.149.000		0,96
2003	2.754.728	-34	1,53
2004	11.963.350	334	2,37
2005	10.501.043	-12	1,68
2006	19.250.755	83	1,42
2008	6.077.697	-68	0,99

Fontes: MCT/FINEP e Ipea. Elaboração dos autores.

Já os PCs selecionados¹⁵ pelo procedimento dantes citado têm informações para o período de 2000 a 2008, e não necessariamente os valores contratados anualmente são superiores aos respectivos valores contratados no próprio FSB.

Os valores que constituem a demanda de projetos também aqui experimentaram oscilações abruptas de ano para ano, conquanto se observem menores variações entre 2005 e 2008. A variabilidade de valores entre os anos é natural porque são projetos oriundos de diferentes fundos setoriais, e, portanto, sujeitos a procedimentos e características heterogêneas de implementação.

Esta grande variabilidade de recursos contratados entre os anos igualmente afeta a parcela devida aos PCs no total do sistema dos fundos setoriais, já excluídos os 189 projetos iniciais do FSB, consoante observável na tabela 10.

TABELA 10
Valores contratados nos PCs

	Valor contratado (R\$)	Crescimento sobre o ano anterior (%)	% no total dos fundos setoriais
2000	13.524		0,14
2001	205.972	1.423	0,38
2002	1.853.592	800	0,43
2003	3.807.523	105	2,12
2004	13.720.642	260	2,72
2005	33.649.463	145	5,39
2006	46.938.502	39	3,47
2007	34.122.326	-27	4,80
2008	14.116.054	-59	2,31

Fontes: MCT/FINEP e Ipea. Elaboração dos autores.

15. A distribuição dos PCs nos demais fundos setoriais foi a seguinte: Transversal (322 projetos), Agronegócio (43 projetos), Saúde (35 projetos), Infraestrutura (21 projetos), Amazônia (17 projetos), Hidroviário (13 projetos), FNDCT (11 projetos), Verde-Amarelo (10 projetos), Subvenção (9 projetos), Petróleo (8 projetos), Mineral (6 projetos), Outras fontes (3 projetos), Energia (3 projetos) e Info (2 projetos).

Na tabela 11, outra análise possível diz respeito à categoria de enquadramento dos projetos do FSB no conjunto de projetos financiados pelo sistema dos fundos setoriais. Dentre os 189 projetos específicos ao FSB, 83,6% foram enquadrados em pesquisa, desenvolvimento e inovação em áreas estratégicas, aparentemente declarando que a grande maioria dos projetos do FSB financia atividades próximas da pesquisa básica ou predominantemente vinculados às linhas de pesquisa nas universidades ou ICT.

As demais rubricas mostraram-se residuais.

TABELA 11
Enquadramento dos projetos do FSB

Categoria	Total	% no total
Pesquisa, desenvolvimento e inovação em áreas estratégicas	158	83,6
Eventos	18	9,5
Incentivo à criação e consolidação de empresas intensivas em tecnologia	11	5,8
CT&I para o desenvolvimento social	2	1,1

Fontes: MCT/FINEP e Ipea. Elaboração dos autores.

Já nos PCs, exibidos na tabela 12, novas categorias de projetos são também apoiadas no âmbito dos projetos relacionados às biotecnologias. Agora, apresentam-se também as categorias de infraestrutura de pesquisa científica e tecnológica,¹⁶ formação de recursos humanos para CT&I, subvenção, e consolidação internacional do sistema nacional de CT&I, relacionadas mais diretamente à infraestrutura de pesquisa nas ICTs. Outra categoria a surgir reporta-se à vinculação com as empresas, isto é, apoio à inovação tecnológica nas empresas.

TABELA 12
Enquadramento dos PCs

Categoria	Total	% no total
Pesquisa, desenvolvimento e inovação em áreas estratégicas	408	81,1
Infraestrutura de pesquisa científica e tecnológica	35	7,0
Apoio à inovação tecnológica nas empresas	18	3,6
CT&I para o desenvolvimento social	14	2,8
Eventos	9	1,8
Subvenção	9	1,8
Formação de recursos humanos para CT&I	6	1,2
Consolidação institucional do sistema nacional de CT&I	3	0,6
Incentivo à criação e consolidação de empresas intensivas em tecnologia	1	0,2

Fontes: MCT/FINEP e Ipea. Elaboração dos autores.

16. Este tipo de aporte coaduna-se com os argumentos de Xia (2003) e Reiss e Woerner (2002). Tais autores enfatizaram a importância dos investimentos de infraestrutura de pesquisa científica para as iniciativas biotecnológicas.

Ademais, os projetos em pesquisa, desenvolvimento e inovação em áreas estratégicas continuam a ser os de maior proporção no total, notabilizando-se igualmente um expressivo crescimento da parcela devida à categoria CT&I para o desenvolvimento social.

Outro aspecto a diferenciar os projetos de pesquisa do FSB dos PCs é a distribuição dos projetos pelo espaço geográfico brasileiro, ilustrada na tabela 13.

TABELA 13
Distribuição dos projetos por UF, FSB e PC

	Total PC	% total PC	Total FSB	% total FSB
SP	87	17	32	17
RJ	73	15	17	9
MG	56	11	16	8
DF	42	8	18	10
RS	40	8	11	6
AM	30	6	8	4
PE	25	5	13	7
PR	23	5	12	6
CE	22	4	11	6
SC	18	4	3	2
BA	15	3	17	9
PA	14	3	5	3
GO	11	2	6	3
AL	7	1	1	0,5
RN	6	1,2	8	4
PB	5	1,0	3	2
MT	5	1,0	2	1,1
AC	4	0,8	0	0
RO	4	0,8	2	1,1
TO	3	0,6	0	0
PI	4	0,8	2	1,1
MS	3	0,6	1	0,5
RR	2	0,4	0	0
SE	2	0,4	0	0
MA	2	0,4	0	0
ES	0	0,0	1	0,5

Fontes: MCT/FINEP e Ipea. Elaboração dos autores.

Quanto à distribuição dos projetos do FSB entre as UFs, mais uma vez São Paulo e Rio de Janeiro contabilizaram montantes expressivos do total, mesmo que com peso

menos que proporcional ao verificado em outras análises. As participações relativas ao Distrito Federal e à Bahia também são significativas.

Outros dois aspectos interessantes de desconcentração dos projetos no FSB diante da tradicional hegemonia de São Paulo e Rio de Janeiro são os percentuais não desprezíveis devidos às regiões Nordeste (29%) e Sul (14%). Por fim, observa-se que nem todas as UFs demandaram projetos no FSB entre 2002 e 2008.

Ao deslocar a base de avaliação para os PCs, o número de UFs representadas salta de 21 para 25. Neste novo conjunto, o Distrito Federal e a Bahia perdem importância relativa enquanto Rio de Janeiro, Minas Gerais e Rio Grande do Sul elevam suas participações no total. Aliás, quando se toma por conta uma definição ampliada dos projetos relacionados às atividades biotecnológicas, a parcela da região Nordeste cai para 17,5%.

Estes resultados podem sugerir que determinadas regiões priorizam a demanda de projetos com base no critério administrativo de enquadramento dos recursos, ao passo que outras demandam projetos baseadas primariamente na definição de objetivo dos próprios projetos, de modo que sua busca por recursos pode ser atendida por mais de um dos fundos setoriais existentes.

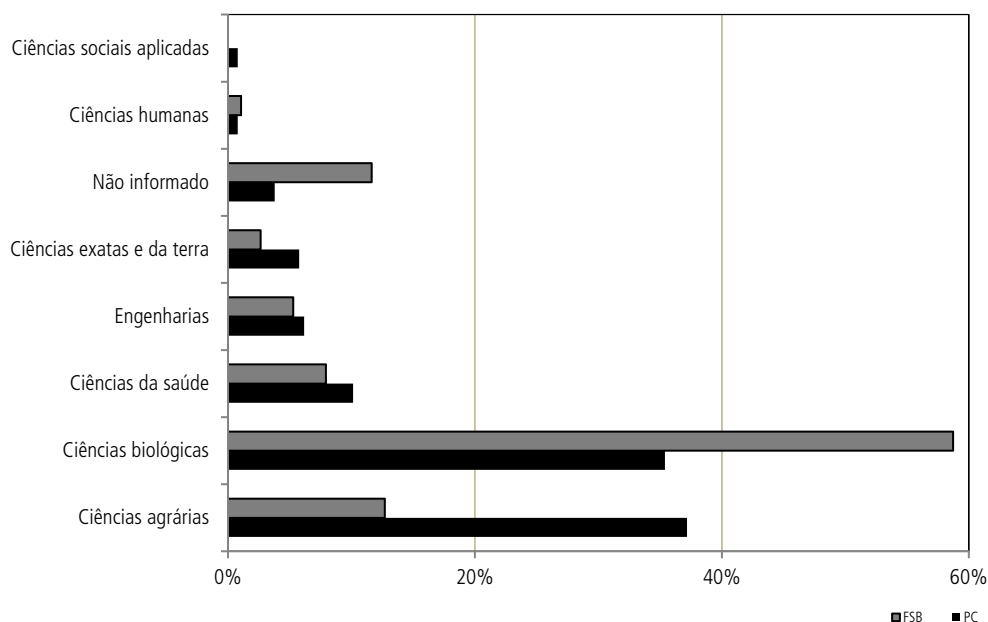
7.2.2 Áreas apoiadas

A grande área com maior incidência de demanda dos recursos do FSB é a de ciências biológicas, responsável por 59% do recorte por grande área de conhecimento. Em segundo plano, vêm as ciências agrárias que contabilizam 13% do total neste critério.

Já nos PCs, ressaltam-se os projetos das ciências agrárias, agora em primeiro plano, e as ciências biológicas, secundariamente. Juntas, estas grandes áreas de conhecimento congregam 73% dos 503 projetos. Aqui, outro aspecto necessário a considerar é o aparecimento das ciências sociais aplicadas, que estão ausentes do grupamento de projetos do FSB.

Estes novos resultados identificam a diversificação de conhecimento abrangido quando se analisam os projetos de cunho biotecnológico além da definição estrita do FSB, consoante se pode visualizar no gráfico 1.

GRÁFICO 1
FSB e PC: grande área de conhecimento



Fontes: MCT/FINEP e Ipea. Elaboração dos autores.

Por outro lado, a desagregação dos projetos do FSB por área de conhecimento aponta a dominância de projetos em áreas ferramentais como genética e bioquímica. Ademais, o caráter difuso das biotecnologias fica explícito no percentual de projetos sem área de conhecimento declarada ou não informada.

Outras áreas de conhecimento que detêm representatividade de ao menos 5% dos respectivos projetos são agronomia, imunologia, biologia geral e medicina, as quais somaram um quarto das áreas principais dos projetos.

Para os PCs, a abertura de áreas de conhecimento destaca a liderança das áreas de agronomia (17% do total de 503 projetos) e de genética. Ao mesmo tempo, o total de projetos com áreas não informadas caiu de 12% (FSB) para 4%.

Mais importante, porém, foi a diversificação de áreas capturadas (47 contra 27 inicialmente), incluindo-se áreas como engenharia agrícola, geociências, saúde coletiva, e zoologia. Destarte, a análise dos PCs capturou maior número de áreas de conhecimento, em linha com o caráter genérico reconhecido para as biotecnologias em análise. Tais argumentos estão quantificados na tabela 14.

TABELA 14
FSB e PC: área de conhecimento

Área de conhecimento FSB	% total FSB	Área de conhecimento PC	% total PC
Genética	20	Agronomia	17
Bioquímica	15	Genética	11
Não informado	12	Medicina veterinária	8
Agronomia	8	Bioquímica	6
Imunologia	7	Microbiologia	5
Biologia geral	5	Não informado	4
Medicina	5	Recursos pesqueiros	4
Botânica	3	Parasitologia	3
Microbiologia	3	Medicina	3
Medicina veterinária	3	Farmácia	3
Fisiologia	2	Química	3
Engenharia química	2	Engenharia química	3
Farmácia	2	Farmacologia	3
Química	2	Zootecnia	3
Engenharia de materiais	2	Saúde coletiva	2
Farmacologia	1	Recursos florestais	2
Morfologia	1	Botânica	2
Engenharia biomédica	1	Odontologia	2
Zootecnia	1	Ciência e tecnologia de alimentos	2
Arqueologia	1	Imunologia	2
Educação	1	Engenharia agrícola	2
Engenharia Elétrica	1	Geociências	2
Ciência e tecnologia de alimentos	1	Engenharia biomédica	1
Biofísica	1	Zoologia	1
Odontologia	1	Engenharia de materiais	1
Parasitologia	1	Biofísica	1
Física	1	Morfologia	1

Fontes: MCT/FINEP e Ipea. Elaboração dos autores.

Obs.: Para os PCs foram reportadas apenas as 27 áreas de conhecimento mais citados dentre as 47 disponíveis.

7.2.3 Participação das universidades

A tabela 15 reporta as participações dos principais tipos de instituições dos coordenadores dos projetos de pesquisa inseridos no FSB e nos PCs. Tais informações foram recuperadas cruzando-se a informação do líder do projeto com a base de pesquisadores Lattes.

Tanto nos projetos do FSB como nos PCs, é nítida a dominância do sistema público de ensino superior em primeiro lugar, e das fundações, institutos, empresas e autarquias

públicas, em segundo plano. No contexto do FSB tais instituições contemplaram 95% dos líderes de projetos de pesquisa, enquanto no âmbito dos PCs este percentual ficou em 96%.¹⁷ Todavia, é de se destacar um perfil de tipos de instituições ligeiramente mais diversificado entre os PCs, de modo a contemplar também agentes do terceiro setor e associações privadas, casos ausentes entre os projetos do FSB.

TABELA 15
FSB e PC: instituições dos líderes dos projetos

Tipo de instituição (FSB)	Projetos	% no total
Universidade federal	49	56,0
Universidade estadual	16	18,0
Empresa, fundação, hospital ou instituto público	18	21,0
Universidade privada	3	3,0
Instituto privado	1	1,0
Total	87	100,0
Tipo de instituição (PC)	Projetos	% no total
Universidade federal	139	62,3
Universidade estadual	50	22,4
Empresa, fundação, hospital ou instituto público ¹	25	11,2
Universidade privada	5	2,2
Terceiro setor	2	0,9
Instituto privado	1	0,4
Associação privada	1	0,4
Total	223	100,0

Fontes: MCT/FINEP e Plataforma Lattes do Ipea. Elaboração dos autores.

Nota: ¹ Inclui a Superintendência de Controle de Endemias (Sucen).

Aqui, é importante deixar anotado que entre os 87 projetos do FSB descritos neste ponto, sete são com a participação de empresas, o equivalente a 8% dos projetos em tela. Entre os PCs, 25 projetos dentre os 223 analisados nesta passagem contam com a interveniência de empresas, ou seja, 11% deste universo de projetos.

Até mesmo por conta da dominância das universidades e institutos públicos de pesquisa em ambos os conjuntos de projetos, a quase totalidade dos coordenadores detém o título de doutor, o que sugere profissionais de nível pleno ou sênior na liderança dos projetos de pesquisa, de acordo com a tabela 16. Segundo Mendonça e Freitas

17. Uma observação importante neste ponto é que nem todos os coordenadores de pesquisa puderam ter suas instituições de origem identificadas, por ausência de informação na base de pesquisadores Lattes. No caso dos coordenadores de projetos do FSB a cobertura foi de 46% (87 projetos) ao passo que entre os PCs a cobertura foi de 44% (223 projetos).

(2009), em tais instituições a valorização da titulação se deve em parte a requisitos legais, que virtualmente contribuem para maiores salários e perspectivas na carreira.

TABELA 16
FSB e PC: titulação dos líderes dos projetos

Titulação	Projetos FSB	% no total
Doutorado	82	94
Mestrado	2	2
Graduação	1	1
Especialização	1	1
Não disponível	1	1
Total	87	100

Titulação	Projetos PC	% no total
Doutorado	207	93
Mestrado	13	6
Graduação	1	0
Outros	1	0
n.d.	1	0
Total	223	100

Fontes: MCT/FINEP e Plataforma Lattes do Ipea. Elaboração dos autores.

Um terceiro aspecto a destacar, ilustrado na tabela 17, refere-se à eventual localização dos projetos com base nas instituições dos líderes dos projetos de pesquisa. Nota-se que há uma descentralização maior dos projetos em relação às capitais estaduais no contexto dos PCs. Para as iniciativas contempladas no FSB, apenas 21% dos projetos eram capitaneados por coordenadores localizados em centros locais (fora das capitais das UFs), enquanto para os PCs este percentual foi de 37,7%.

TABELA 17
FSB e PC: localização das instituições dos líderes de projetos

Localização	Projetos FSB	% no total
Capital estadual	69	79
Centro local	18	21
Total	87	100

Localização	Projetos PC	% no total
Capital estadual	139	62,3
Centro local	84	37,7
Total	223	100,0

Fontes: MCT/FINEP e Plataforma Lattes do Ipea. Elaboração dos autores.

Este pode ser um movimento positivo dos PCs na direção de produzir *spillovers* de conhecimento para além dos centros urbanos que tradicionalmente já acessam

fontes de financiamento para tais projetos. Em nível mundial, os dados de Beuzekom e Arundel (2009) permitem referir um movimento distinto, de concentração das atividades biotecnológicas em *clusters* nos Estados Unidos, nas regiões de San Jose-San Francisco-Oakland, Boston-Worcester-Manchester, New York-Newark-Bridgeport, Washington-Baltimore-Northern Virginia, San Diego-Carlsbad-San Marcos, Los Angeles-Long Beach-Riverside e Philadelphia-Camden-Vineland.

7.2.4 Projetos com empresas

Dentre os projetos realizados com a interveniência e/ou participação de empresas, com números dispostos na tabela 18, os anos de 2004 e 2006 foram os mais relevantes em termos de valores contratados para o conjunto de projetos do FSB e PC, respectivamente. Entre 2002 e 2007, uma média de 3,4% do total de valores contratados em projetos com empresas no âmbito dos fundos setoriais o foram em atividades biotecnológicas.

TABELA 18

Valores contratados em projetos com empresa, FSB, PC e total dos fundos setoriais, ano a ano

Ano	Todos os fundos (R\$)	FSB (R\$)	PC (R\$)	% (FBS + PC)/Todos os fundos
1997	1.712.219	-	-	0,0
2000	773.337	-	-	0,0
2001	2.196.196	-	-	0,0
2002	151.552.686	-	586.613	0,4
2003	31.373.861	1.393.983	314.809	5,4
2004	164.079.130	1.849.828	700.893	1,6
2005	133.355.795	160.865	4.389.784	3,4
2006	473.278.082	496.717	25.208.076	5,4
2007	279.738.080	-	11.638.518	4,2
2008	84.969.677	-	-	0,0

Fontes: MCT/FINEP e Ipea. Elaboração dos autores.

Jaffe (2000) havia discutido a resposta de patentes a investimentos nos segmentos de *software*, biologia molecular e microbiologia, mostrando que nestes casos o número de patentes evidenciou rápido crescimento à inversão de recursos em pesquisas, particularmente nos anos da década de 1990. Nestes termos, pode-se sugerir que aquele percentual, ainda que modesto, é cirurgicamente importante para as biotecnologias no Brasil.

Seis por cento dos projetos do FSB contemplaram a presença de uma empresa acoplada ao desenvolvimento das respectivas atividades. Este valor reforça a tese de

que os projetos são, sobretudo, demandados por centros universitários ou ICT, cujos objetivos finais prendem-se mais à área de pesquisa (a montante) do desenvolvimento de um produto do que propriamente às etapas de licenciamento da tecnologia e sua comercialização (a jusante).

Nos PCs, o percentual de integração de empresas é sensivelmente maior: 11% dentre estes projetos apontaram a presença de uma empresa em alguma etapa do cronograma dos projetos. Inclusive, este percentual é próximo à participação de empresas no conjunto total dos fundos setoriais. Ao se considerar os 13.433 projetos estruturados no âmbito dos fundos setoriais entre 1997 e 2008, 12,4% contavam com alguma intervenção ou participação de empresas.

Em princípio, parece que o uso do conceito baseado em atividades-fim (PC) em lugar do conceito formalmente estruturado (FSB) associa-se a uma interação maior entre a disponibilidade do recurso público e seu uso ou coparticipação por agentes privados, os quais por sua motivação *matter* tendem a ser os mais interessados na tradução de conhecimento em novos produtos ou serviços comercializáveis e/ou disponíveis à sociedade.

Por fim, vale registrar que os 66 projetos apoiados com a participação empresarial no FSB ou nos PCs representaram 4,0% dos 1.665 projetos estruturados no sistema de fundos setoriais MCT/FINEP e que contaram com a participação de empresas em quaisquer de suas etapas. No universo de projetos sem empresas intervenientes, tal percentual foi de 5,3%. Estes detalhamentos podem ser observados na tabela 19.

TABELA 19

Projetos com empresas versus projetos sem empresas, FSB, PC e total dos fundos setoriais (período 1997-2008)

Projeto com empresa	Projetos	Projetos com empresa	% de projetos com empresa
FSB	189	11	5,8
PC	503	55	10,9
Fundos setoriais	13.433	1.665	12,4
% (FSB+PC) no total		4,0%	
Projeto SEM empresa	Projetos	Projeto SEM empresa	% de projetos sem empresa
FSB	189	178	94,2
PC	503	448	89,1
Fundos setoriais	13,433	11.768	87,6
% (FSB+PC) no total		5,3	

Fontes: MCT/FINEP e Ipea. Elaboração dos autores.

Já na tabela 20, a abertura dos dados de projetos com empresas sinaliza para uma grande variação na parcela devida aos projetos biotecnológicos no total de projetos que contemplaram a participação de empresas. Em 2007, observou-se o valor máximo, quando 8,1% dos projetos estruturados com empresas nos fundos setoriais enquadravam-se entre as iniciativas biotecnológicas.

TABELA 20
Projetos com empresas, FSB, PC e total dos fundos setoriais, ano a ano

Ano	Todos os fundos	FSB	PC	% (FBS + PC)/Todos os fundos
1997	5	0	0	0,0
2000	1	0	0	0,0
2001	4	0	0	0,0
2002	205	0	5	2,4
2003	106	4	2	5,7
2004	279	4	4	2,9
2005	226	1	4	2,2
2006	460	2	14	3,5
2007	320	0	26	8,1
2008	59	0	0	0,0
Média	167	1	6	2,5

Fontes: MCT/FINEP e Ipea. Elaboração dos autores.

De outra parte, em linha com a tabela 21, os valores médios por projeto mostram que os projetos biotecnológicos em regra são de maior valor unitário, conforme se observa nos anos de 2003 a 2006. Em 2003, os projetos com empresa no FSB apresentaram valor médio particularmente expressivo, aplicando-se igual argumento aos valores médios dos projetos com empresa nos PCs em 2005 e 2006. Em valores médios para o período relevante (2002-2007) para cada R\$ 1,00 contratado no conjunto dos projetos com empresas dos fundos setoriais, R\$ 1,26 foi contratado em projetos biotecnológicos.

TABELA 21
Valor contratado médio em projetos com empresa, FSB, PC e total dos fundos setoriais, ano a ano

Ano	Todos os fundos (R\$)	FSB (R\$)	PC (R\$)	% (FBS + PC)/Todos os fundos
1997	342.444	-	-	0,0
2000	773.337	-	-	0,0
2001	549.049	-	-	0,0
2002	739.281	-	117.323	15,9
2003	295.980	348.496	157.404	170,9
2004	588.097	462.457	175.223	108,4
2005	590.070	160.865	1.097.446	213,2
2006	1.028.865	248.358	1.800.577	199,1
2007	874.181	-	447.635	51,2
2008	440.164	-	-	0,0

Fontes: MCT/FINEP e Ipea. Elaboração dos autores.

Neste ponto, também convém observar que em todos os anos nos quais houve projetos com empresas tanto no âmbito do FSB como nos PCs, os projetos biotecnológicos apresentaram valor médio superior ao do conjunto de projetos com empresas dos fundos setoriais.

Em relação à participação de doutores nos projetos biotecnológicos avaliados, dados apresentados na tabela 22, registraram-se 1.691 pesquisadores com tal titulação nos projetos do FSB ou nos PCs entre 1997 e 2008, o que significa 4,6% dos doutores atuantes em projetos dos fundos setoriais no mesmo período. Neste ponto, os cálculos foram realizados contemplando-se fundos com ou sem a participação de empresas.

TABELA 22

Doutores envolvidos em projetos, FSB, PC e total dos fundos setoriais (1997-2008)

	Doutores no total de projetos
FSB	508
PC	1.183
Fundos setoriais	36.452
% (FSB+PC) no total	4,6
	Média de doutores por projeto
FSB	2,69
PC	2,35
Fundos setoriais	2,71
% (FSB+PC) no total	90

Fontes: MCT/FINEP e Ipea. Elaboração dos autores.

Esta avaliação, quando traduzida para a média de pesquisadores doutores envolvidos por projeto, mostra que os projetos do FSB estão no patamar médio de doutores atuantes nos fundos setoriais do sistema MCT/FINEP. Ademais, mesmo quando se analisam os números para o conjunto de projetos tecnológicos selecionados (FSB + PC), a participação de doutores (2,44 por projeto)¹⁸ aproxima-se bastante do patamar de 2,71/projeto do agregado dos fundos setoriais.

No que se refere aos dados da tabela precedente, a abertura das informações para cada ano mostra que os projetos biotecnológicos chegaram a representar 7,4% do total de pesquisadores doutores envolvidos em projetos financiados pelo sistema dos fundos setoriais, segundo se observa na tabela 23.

18. Corresponde a 1.691 doutores integrados a 692 projetos de pesquisa, dentre os quais 189 do FSB e 503 dos PCs.

TABELA 23

Doutores envolvidos em projetos, FSB, PC e total dos fundos setoriais, ano a ano

Ano	Todos os fundos	FSB	PC	% (FSB + PC)/Todos os fundos
1997	151	0	0	0,0
2000	185	0	1	0,5
2001	545	0	5	0,9
2002	2.984	3	55	1,9
2003	3.555	84	97	5,1
2004	4.527	236	98	7,4
2005	6.394	64	168	3,6
2006	10.293	93	256	3,4
2007	5.935	0	391	6,6
2008	1.883	28	112	7,4

Fontes: MCT/FINEP e Ipea. Elaboração dos autores.

Contudo, na média dos anos representados (2000-2008), algo em torno de 4,1% dos doutores envolvidos em projetos do sistema de fundos setoriais estavam alocados em iniciativas biotecnológicas, tanto em projetos com empresas quanto em projetos sem empresas. Neste quesito, cabe também a observação de que os projetos do FSB nem sempre mostraram trajetória crescente na série de dados para esta variável, diferentemente do comportamento do número de doutores envolvidos nos PCs.

7.2.5 Áreas de fronteira

Este trecho do trabalho baseou-se nos estudos de Daniel e Dhingra (2002), Orive *et al.* (2003), Traore e Rose (2003), Acharya *et al.* (2004) e Niosi e Reid (2007). Tais artigos discutiram as áreas de fronteira em pesquisas ou projetos relativos à biotecnologia e constituem material útil para verificar se os projetos biotecnológicos contemplados pelo sistema dos fundos setoriais MCT/FINEP têm sido utilizados para as respectivas investigações fronteiriças.

A tabela 24 ilustra as áreas de investigação importantes para as pesquisas biotecnológicas.

Além disso, os trabalhos de Xia (2003) e Reiss e Woerner (2002) destacam a importância de investimentos em equipamentos de análise e infraestrutura em biotecnologias.

Xia (2003) ressaltara que, em termos de biotecnologias agropecuárias, as pesquisas dependerão pesadamente de inovações nas áreas de computação e equipamento de

experimentação. Já Reiss e Woerner (2002) haviam dado ênfase aos investimentos em equipamento de suporte às biotecnologias no contexto europeu, com realce em tecnologias de separação, biorreatores, tecnologias de DNA, tecnologias de proteínas, ferramentas de micromanipulação, tecnologia celular, *kits* e reagentes para biologia evolucionária e enzimas industriais.

TABELA 24
Áreas de fronteira na investigação biotecnológica segundo estudos selecionados

Acharya <i>et al.</i> (2004)	Traore e Rose (2003)
Diagnóstico molecular	Biotecnologias baseadas em DNA
Vacinas recombinantes	Biotecnologias baseadas em bioquímica e imunológica
Vacinas e <i>drug delivery</i>	Biotecnologias baseadas em bioprocessamento
Biorremediação	Ênfase em biotecnologia industrial
Sequenciamento do genoma de patógenos	Daniel e Dhingra (2002)
Proteção controlada de fêmeas contra doenças sexualmente transmitidas (DSTs)	Tecnologias multigene
Bioinformática	Orive <i>et al.</i> (2003)
<i>Genetically modified organisms</i> (GMOs) enriquecidos	<i>Drug delivery</i>
Proteínas terapêuticas recombinantes	
Química combinatória	
Ênfase em biotecnologia para a saúde	
Niosi e Reid (2007)	
DNA recombinante	
Síntese de peptídeos	
Anticorpos/antígenos	
Anticorpos monoclonais	
Terapia gênica	
Biorremediação	
Biorreatores	
Fitorremediação	
Limpeza por biogás	
Cultura de tecidos	
Gênese embriossomática	
Biopesticidas	
Bioprocessamento	
Biodescolorimento	
Inoculantes microbiais	

Fontes: Daniel e Dhingra (2002), Reiss e Woerner (2002), Orive *et al.* (2003), Traore e Rose (2003), Acharya *et al.* (2004) e Niosi e Reid (2007). Elaboração dos autores.

Isto posto, procedeu-se a um rastreamento dos elementos acima nos títulos dos 692 projetos biotecnológicos (FSB + PC) identificados, obtendo-se os resultados da tabela 25.

TABELA 25

Temas de fronteira na investigação biotecnológica nos projetos avaliados

Tema	Projetos
Biotecnologias baseadas em DNA	47
Antígenos	13
Anticorpos monoclonais	8
Biotecnologias baseadas em bioquímica e imunquímica	3
GMO enriquecidos	3
Síntese de peptídeos	3
Enzimas industriais	2
Sequenciamento do genoma de patógenos	2
Bioinformática	1
DNA recombinante	1
Gênese embriossomática	1
Inoculantes microbiais	1
Kits e reagentes para biologia evolucionária	1
Proteínas terapêuticas recombinantes	1
Vacinas recombinantes	1
Bactérias/leveduras	1

Fontes: MCT/FINEP, Ipea, Traore e Rose (2003), Acharya *et al.* (2004), Niosi e Reid (2007), Reiss e Woerner (2002), Xia (2003), Daniel e Dhingra (2002) e Orive *et al.* (2003).
Elaboração dos autores.

A aplicação do filtro de áreas de investigação de fronteira sobre os 692 projetos biotecnológicos selecionados detectou 89 projetos que poderiam ser assim categorizados, dos quais 53% referem-se a tecnologias baseadas em DNA, 15% a atividades com antígenos e 9% relacionados a anticorpos monoclonais.

Estes 89 projetos representam 13% dos projetos do FSB e dos PCs, percentual que pode ser considerado representativo em termos de tecnologias de fronteira. Neste universo, 68 projetos estão no âmbito dos PCs, ou seja, 76% dos projetos identificados. Os 24% restantes (21 projetos) pertencem à classificação do FSB. Estes números reiteram o caráter multiuso das biotecnologias, inclusive em suas investigações de vanguarda, que igualmente encontram-se distribuídas no conjunto dos fundos setoriais, antes do que concentradas propriamente no FSB.

7.3 DISTRIBUIÇÃO GEOGRÁFICA DOS PROJETOS BIOTECNOLÓGICOS ACIONADOS NO SISTEMA DE FUNDOS SETORIAIS MCT/FINEP

Por fim, fica também proposta uma análise da conexão entre os projetos que contemplam atividades biotecnológicas e a distribuição da mão de obra de pesquisa na área de

biotecnologia no Brasil por meio de um teste de Qui-Quadrado e do Coeficiente de Contingência de Pearson, conforme Levin (1987) e Lima e Magalhães (2002).

Uma das maneiras de avaliar se há ou não um padrão proposital de relação entre duas variáveis é através da medida Qui-Quadrado (Pereira, 2001). Esta medida incorpora frequências de ocorrência segundo uma dupla classificação e é definida por:

$$X^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (o_i - e_i)^2}{e_i} \quad (1)$$

Na equação precedente o_i é a frequência observada e e_i , a frequência esperada, sob a hipótese de independência. Quanto maior o valor de X^2 , mais o observado se afasta do esperado, e maior a dependência entre as variáveis analisadas. Aqui, as variáveis seriam a vigência de financiamento sob uma determinada configuração espacial e a distribuição geográfica de projetos acionados.

Este teste enquadra-se na categoria dos testes não paramétricos e é particularmente indicado para medir a relação entre duas variáveis quando a variável de interesse não obedece a uma distribuição normal.¹⁹

No caso da distribuição de projetos de pesquisa biotecnológicos financiados pelo sistema de fundos setoriais MCT/FINEP é plausível que não se verifique uma distribuição normal, uma vez que se trata de um elemento dependente da localização geográfica dos principais agentes de pesquisa e inovação em tais tecnologias.

Os valores esperados (sob H_0) aplicáveis à fórmula (1) seriam dados pelo produto das probabilidades marginais, o que significa afirmar que a relação geográfica entre os projetos biotecnológicos e o sistema de fundos setoriais MCT/FINEP seria semelhante à relação geográfica entre a área de biotecnologia e os respectivos grupos de pesquisa em funcionamento no Brasil.²⁰

19. Para detalhes sobre este ponto da estatística, ver Levin (1987).

20. Logo, trata-se de uma adaptação do teste de Qui-Quadrado. O leitor interessado neste ponto deve consultar Bussab e Morettin (1987), Levin (1987), Pereira (2001) e Lima e Magalhães (2002).

No espírito deste estudo tal indicador foi adaptado para avaliar a hipótese $H_0: p_{ij} = p_i \cdot p_j$, isto é, a distribuição geográfica dos projetos de pesquisa em biotecnologia financiados pelo sistema de fundos setoriais MCT/FINEP (p_i) está associada à distribuição geográfica dos grupos de pesquisa em biotecnologia no Brasil segundo os dados da Plataforma Lattes (p_j) contra $H_a: p_{ij} \neq p_i \cdot p_j$, na qual inexistente tal associação entre as duas distribuições.

Além disso, a cada medida de Qui-Quadrado é possível calcular o correspondente Coeficiente de Contingência de Pearson. Este coeficiente avalia a existência de uma alta associação entre duas variáveis a partir da medida de Qui-Quadrado. Algebricamente, ele é dado por:

$$C = \sqrt{\frac{X^2}{X^2 + n}} \quad (2)$$

Feitas estas considerações, tal estatística permite aferir se há dependência linear entre a distribuição geográfica dos projetos em atividades biotecnológicas dos fundos setoriais do sistema MCT/FINEP e a distribuição geográfica dos grupos de pesquisa em biotecnologia no Brasil consoante o Portal da Inovação.

Para os cálculos referidos foram usados dados do Portal da Inovação oriundos da base Lattes, coletados entre abril e setembro de 2007, e com informações de 2.426 grupos de pesquisa em biotecnologias de 1932 a 2004, assim como dados do sistema de fundos setoriais geridos pelo MCT/FINEP, compreendendo-se projetos de pesquisa de 1997 a 2008 espalhados pelo Brasil.

A base de dados dos grupos de pesquisa da área de biotecnologia no Brasil teve sua distribuição geográfica representada na tabela 26, em termos de UFs.

Caso a demanda por pesquisas biotecnológicas financiadas pelo sistema de fundos setoriais MCT/FINEP fosse alinhada ao perfil geográfico de pesquisadores atuantes na área, a distribuição geográfica dos projetos financiados seria similar àquela retratada na tabela 26.

TABELA 26

Grupos de pesquisa em biotecnologia no Portal da Inovação, Plataforma Lattes

UF	Número de grupos de pesquisa	Proporção da UF no Brasil (%)
AC	4	0,2
AM	74	3,1
PA	37	1,5
RO	2	0,1
RR	5	0,2
TO	14	0,6
AL	18	0,7
BA	102	4,2
CE	61	2,5
MA	11	0,5
PB	32	1,3
PE	93	3,8
PI	8	0,3
RN	31	1,3
SE	22	0,9
DF	78	3,2
GO	39	1,6
MS	29	1,2
MT	14	0,6
PR	214	8,8
RS	245	10,1
SC	112	4,6
ES	12	0,5
MG	291	12,0
RJ	320	13,2
SP	558	23,0
Total	2.426	100,0

Fonte: Mendonça e Freitas (2009). Elaboração dos autores.

Todavia, a análise dos dados mostrou que os 692 projetos biotecnológicos financiados por meio do sistema de fundos setoriais MCT/FINEP não obedecem à distribuição geográfica dos grupos de pesquisa em biotecnologia encontrados na Plataforma Lattes. A seguir, exibe-se a tabela 27 com a distribuição geográfica (real) de projetos biotecnológicos financiados via sistema de fundos setoriais e com a distribuição esperada caso houvesse linearidade entre os recursos alocados e a localização dos grupos de pesquisa em biotecnologia entre as UFs.

TABELA 27

Distribuições real e esperada dos projetos biotecnológicos

UF	Projetos biotecnológicos: distribuição real	Projetos biotecnológicos: distribuição esperada
AC	4	1
AM	38	21
PA	19	11
RO	6	1
RR	2	1
TO	3	4
AL	8	5
BA	32	29
CE	33	17
MA	2	3
PB	8	9
PE	38	27
PI	6	2
RN	14	9
SE	2	6
DF	60	22
GO	17	11
MS	4	8
MT	7	4
PR	35	61
RS	51	70
SC	21	32
ES	1	3
MG	72	83
RJ	90	91
SP	119	159
Total	692	692

Elaboração dos autores.

O desvio-padrão de 30,36 da distribuição real dos projetos biotecnológicos financiados pelos fundos setoriais sugere uma distribuição de projetos mais homogênea entre as UFs, comparativamente ao cenário em que esta demanda fosse aderente à distribuição geográfica dos grupos de pesquisa em biotecnologia segundo a Plataforma Lattes (desvio-padrão de 37,50).

Ao mesmo tempo, as maiores discrepâncias relativas entre real e esperada são observadas nas UFs do Distrito Federal, Rondônia, Ceará, Amazonas, Paraná e São Paulo, nesta ordem. Interessante notar que todas as UFs estão representadas em ambos os casos.

Observou-se também uma correlação de 93% entre a distribuição real e a esperada, o que de certa forma é um *miscellaneous* da relação entre projetos financiados e mão de obra em biotecnologias; vale dizer, embora, em regra, exista um perfil semelhante para as duas distribuições, é notável que certas UFs apresentem valores real e esperado bastante distintos.

Como ferramenta adicional de análise empregaram-se a estatística de Qui-Quadrado e o Coeficiente de Contingência de Pearson, já discutidos.

O coeficiente de Pearson, que em tese varia entre zero e um, resultou 0,95. De outra parte, a estatística de Qui-Quadrado foi calculada em 218, resultado superior ao valor crítico da distribuição teórica (44,31) com 1% de probabilidade de erro. Isso conduz à rejeição da hipótese de independência geográfica à ocorrência dos projetos de financiamento por meio do sistema de fundos setoriais MCT/FINEP. Noutras palavras, a distribuição geográfica dos projetos em biotecnologia financiados pelo sistema de fundos setoriais MCT/FINEP é própria, autônoma à distribuição geográfica dos grupos de pesquisa em biotecnologia no Brasil.

Não obstante, conforme lembram Bussab e Morettin (1987), por ser a distribuição de Qui-Quadrado uma distribuição teórica aproximada, e pelo fato de haver muitos valores inferiores a “5” na distribuição observada, é preciso ter cautela com os resultados do coeficiente de Pearson e da estatística de Qui-Quadrado. Segundo Lima e Magalhães (2002), a aproximação para o modelo Qui-Quadrado será melhor se todas as frequências esperadas forem ao menos iguais a “5”.

Portanto, os resultados desse ponto devem ser lidos não como ponto inapelável, mas como instrumento adicional de avaliação e devem sempre ser ponderados como um teste estatístico.

Em grandes linhas, pode-se argumentar que este fenômeno está basicamente associado às diferenças entre o real e o esperado para algumas UFs. Todavia, para a distribuição geográfica das demais UFs, observa-se maior similitude entre a absorção de projetos biotecnológicos no âmbito do sistema de fundos setoriais do sistema MCT/FINEP e os percentuais relativos às respectivas UFs entre os grupos de pesquisa em biotecnologia no Brasil.

Outro elemento importante refere-se à explícita sensibilidade do teste ao número de PCs que contemplam atividades biotecnológicas além do FSB. Este número de PC, por seu turno, pode ser sensível ao número de palavras-chave aceitas para identificação dos respectivos projetos como biotecnológicos.

Uma ressalva final atrela-se ao fato de que o resultado do teste pode ser afetado pelo período de informações dos grupos Lattes (1932-2004), significativamente mais amplo que o período 1997-2008 de dados dos fundos setoriais. Ou seja, os dados de mão de obra contemplam muito mais fenômenos em transcurso do que os dados de financiamento, estes últimos mais afetados ou resultantes de fenômenos recentes.

Complementarmente, pode-se avaliar se a distribuição dos recursos absorvidos pelas UFs no período aproximou-se da distribuição de grupos de pesquisa em biotecnologias. Para tal, os valores do FSB e dos PCs foram levados a dezembro de 2008 por meio do Sistema Nacional de Índices de Preços ao Consumidor (IPCA) (IBGE, 2010).

Os dados da tabela 28 resumem os resultados aferidos neste aspecto.

Há UFs que receberam mais recursos do que proporcionalmente à sua participação no total de grupos de pesquisa no Brasil, bem como casos em que a captação de valores foi inferior à parcela da UF no total de grupos de pesquisa. Os maiores desníveis em termos absolutos ocorreram para São Paulo (SP), Minas Gerais (MG), Rio Grande do Sul (RS), Paraná (PR), Santa Catarina (SC) e Amazonas (AM).

Em termos relativos (razão entre valor recebido e valor esperado), a grande maioria das UFs apresentou desbalanços pequenos, observando-se maiores discrepâncias para as UFs de Roraima (RR), Rondônia (RO) e Acre (AC).

Por fim, uma característica a registrar é o maior desvio-padrão para a distribuição de valores efetivos do que para a distribuição de valores esperados na captação de recursos pelas UFs.

Tais desníveis podem ser efeito das diferentes extensões dos dados de grupos de pesquisa em biotecnologias e de projetos biotecnológicos no âmbito dos fundos

setoriais; porém, algumas causas podem ser elencadas para investigação futura, quais sejam, diferentes *expertises* dos grupos de pesquisa entre os estados brasileiros, distintos níveis de complexidade e custo dos projetos de pesquisa entre as UFs, ou mesmo a desigual habilidade de captar recursos nas várias instituições ou grupos de pesquisa contemplados no fundo setorial de biotecnologia e nos projetos complementares.

TABELA 28
Distribuições real e esperada dos valores por UFs
 (Em R\$ de dezembro de 2008)

UF	Valores contratados (A)	Valores contratados: esperado (B)	[A/B]
AC	3.531.992	396.510	8,9
AM	12.516.271	7.335.436	1,7
PA	5.362.452	3.667.718	1,5
RO	3.394.026	198.255	17,1
RR	4.174.444	495.638	8,4
TO	42.943	1.387.785	0,03
AL	2.841.588	1.784.295	1,6
BA	10.627.733	10.111.007	1,1
CE	10.468.642	6.046.778	1,7
MA	17.185	1.090.403	0,02
PB	1.760.856	3.172.081	0,56
PE	10.667.202	9.218.859	1,2
PI	2.812.795	793.020	3,5
RN	3.305.394	3.072.953	1,1
SE	153.532	2.180.805	0,07
DF	11.908.628	7.731.946	1,5
GO	4.309.438	3.865.973	1,1
MS	116.613	2.874.698	0,04
MT	2.588.431	1.387.785	1,9
PR	13.198.018	21.213.288	0,62
RS	11.733.157	24.286.241	0,48
SC	5.152.464	11.102.282	0,46
ES	181.826	1.189.530	0,15
MG	13.105.683	28.846.107	0,45
RJ	32.650.851	31.720.805	1,0
SP	73.861.191	55.313.154	1,3
Total	240.483.353	240.483.353	

Elaboração dos autores.

8 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste trabalho, buscou-se identificar e analisar as condições de contexto, operação e resultados do FSB e das atividades biotecnológicas contempladas no conjunto dos fundos setoriais do sistema MCT/FINEP, evidenciando-se também aspectos geográficos da distribuição de recursos. Tais esforços procuraram, paralelamente, recuperar informações acerca do financiamento à biotecnologia na experiência internacional.

Em linha com este objetivo foram empregadas estatísticas descritivas e feitas análises acerca da trajetória de crescimento das respectivas variáveis. Em relação ao caso brasileiro, as bases de dados aqui utilizadas consistiram de informações dos projetos do sistema de fundos setoriais do governo federal gerenciado pelo MCT/FINEP, dados da Plataforma Lattes, informações da Relação Anual de Informações Sociais (Rais), do Ministério do Trabalho e Emprego (MTE) e do IBGE (2010). Os dados da conjuntura internacional do segmento foram extraídos de Beuzekom e Arundel (2009), e compõem-se de informações organizadas na OCDE.

Nos países desenvolvidos, as opções de financiamento disponíveis congregam recursos públicos de programas específicos em áreas de energia, saúde, agropecuária e meio ambiente, instrumentos típicos dos mercados financeiros, abertura de capital acionário, e fundos privados específicos, além dos chamados investidores *angels*.

Todavia, este não é o acorde final nos arranjos de financiamento às biotecnologias nas economias centrais. Em face das recentes dificuldades de financiamento público às pesquisas mesmo nos países desenvolvidos, novas relações entre os setores público e privado têm se estabelecido na direção de partilhar custos, riscos e resultados das inovações.

No cenário internacional, os países com maior peso em financiamento às biotecnologias ou com instrumentos mais acurados de apoio a investigações na área de ciências da vida são Estados Unidos, França, Canadá, Irlanda, Bélgica, Espanha, Suíça, Reino Unido, Coreia do Sul e Suécia. Japão e Alemanha têm modificado suas regulações para a transferência de tecnologia universidade-empresa, o que pode impactar seus níveis e formatos de financiamento à biotecnologia.

Diante da posição de nações como Estados Unidos, França e Alemanha e aos esforços japoneses em pesquisas biotecnológicas, o estágio de desenvolvimento brasileiro ainda é,

sobretudo, potencial. O Brasil vive um estágio anterior e nada garante que desenvolverá todos os mecanismos disponíveis nos países centrais, até porque fazem parte de um contexto que apresenta outro patamar de renda e de problemas estruturais a resolver.

No Brasil, em termos de fortalecimento da base do conhecimento, a criação do CNPq e da Capes e a posterior estruturação da FINEP e do MCT foram marcos significativos na estruturação de políticas científicas e tecnológicas no país, inclusive no contexto das biotecnologias.

Com tal fundamento, diversas iniciativas foram implantadas no país em apoio ao desenvolvimento científico e tecnológico com rebatimentos específicos nas atividades biotecnológicas, ainda que em muitos casos este resultado não estivesse explícito na denominação do respectivo programa ou ação governamental.

Os dados de financiamento comprovaram o caráter genérico das biotecnologias. Ações de pesquisa em biotecnologias foram encontradas também nos fundos Transversal, Agronegócio, Saúde, Infraestrutura, Amazônia, Hidroviário, FNDCT, Verde-Amarelo, Subvenção, Petróleo, Mineral, Outras Fontes, Energia e Info.

Inclusive, o perfil desses projetos adicionais em relação aos projetos presentes no FSB é diferenciado em termos de valores contratados, categorização dos projetos, áreas de conhecimento dominantes e distribuição geográfica entre as UFs. Um ponto a ressaltar é a relativamente baixa participação de empresas em projetos no contexto do FSB.

Em boa medida, os resultados do trabalho podem sugerir que determinadas regiões brasileiras priorizam a demanda de projetos com base no critério administrativo de enquadramento dos recursos, ao passo que outras demandam projetos baseados primariamente na definição de objetivo dos próprios projetos, de modo que sua busca por recursos pode ser atendida por mais de um dos fundos setoriais em vigor.

Outro aspecto a destacar refere-se à eventual localização dos projetos com base nas instituições dos líderes dos projetos de pesquisa. Nota-se que há uma descentralização maior dos projetos em relação às capitais estaduais no contexto dos PCs. Para as iniciativas contempladas no FSB, apenas 21% dos projetos eram capitaneados por

coordenadores localizados em centros locais (fora das capitais das UFs), enquanto para os PCs este percentual foi de 37,7%.

Nesta mesma trilha, um resultado adicional do trabalho refere-se aos valores médios (por projeto) no universo de projetos com empresas. Em valores médios para o período relevante (2002-2007) para cada R\$ 1,00 contratado no conjunto dos projetos com empresas dos fundos setoriais, R\$1,26 foi contratado em projetos biotecnológicos.

Dentre os projetos realizados com a interveniência e/ou participação de empresas, os anos de 2004 e 2006 foram os mais relevantes em termos de valores contratados para o conjunto de projetos do FSB e nos PCs, respectivamente. No universo de projetos com empresas, entre 2002 e 2007, uma média de 3,4% do total de valores contratados no âmbito dos fundos setoriais, o foram em atividades biotecnológicas. Estes valores podem ser cirurgicamente importantes para tais tecnologias no Brasil.

Seis por cento dos projetos do FSB contemplaram a presença de uma empresa acoplada ao desenvolvimento das respectivas atividades. Este valor reforça a tese de que os projetos são, sobretudo, demandados por centros universitários ou ICT, cujos objetivos finais prendem-se mais à área de pesquisa (a montante) do desenvolvimento de um produto do que propriamente às etapas de licenciamento da tecnologia e sua comercialização (a jusante).

A aplicação do filtro de áreas de investigação de fronteira sobre os 692 projetos biotecnológicos selecionados detectou 89 projetos que poderiam ser assim categorizados, ressaltando-se as iniciativas em tecnologias baseadas em DNA, pesquisas com antígenos, e aquelas relacionadas a anticorpos monoclonais.

Estes 89 projetos representam 13% dos projetos do FSB e dos PCs, percentual representativo em termos de tecnologias de fronteira. Isto ratifica o caráter multiuso das biotecnologias, inclusive em suas investigações-limite, que se encontram distribuídas no conjunto dos fundos setoriais antes do que sediadas apenas no FSB.

Em termos geográficos, os projetos biotecnológicos do FSB e dos PCs exibiram dinâmica própria, mas de alguma sorte correlacionada à distribuição de mão de obra do segmento consoante os dados da Plataforma Lattes informados no Portal da Inovação.

Por certo, os resultados do estudo neste quesito devem ser ponderados com parcimônia, à luz das limitações dos dados disponíveis e das características restritivas do teste estatístico aplicado, conforme detalhado no texto.

Há, por assim dizer, um *miscellaneous* da relação entre projetos financiados e mão de obra em biotecnologias. Isto é, embora, em regra, exista um perfil semelhante para as duas distribuições, é notável que certas UFs apresentem desvios relativos grandes entre os valores real e esperado; casos do Distrito Federal, Rondônia, Ceará, Amazonas, Paraná e São Paulo.

Paralelamente, notou-se certo descolamento entre a distribuição de valores contratados pelas UFs e a distribuição de grupos de pesquisa em biotecnologias no Brasil. Este resultado pode estar correlacionado aos diferentes *expertises* dos grupos de pesquisa entre os estados brasileiros, aos distintos níveis de complexidade e custo dos projetos de pesquisa entre as UFs, ou mesmo à heterogênea capacidade de atração de recursos dentre as várias instituições demandantes.

Nas atuais circunstâncias, o Brasil não tem como competir com o orçamento para biotecnologias oferecido pelos países desenvolvidos. O importante, desta forma, seria focalizar os recursos em áreas prioritárias para o país como bancos de germoplasmas, produção agropecuária para segurança alimentar e doenças tropicais negligenciadas pelos grandes laboratórios farmacêuticos.

Neste âmbito, é importante gerar *expertise* em áreas específicas, viabilizáveis inclusive por meio de projetos de menor magnitude. A perenidade destas iniciativas de investigação é crucial na geração de mão de obra e conhecimento em áreas nas quais o Brasil pode ter necessidades ou oportunidades futuras explícitas, seja em saúde humana, como em produção agropecuária ou em termos de produção energética.

Detalhamentos sobre características do lado da demanda por recursos de investimento nas biotecnologias no Brasil podem compor um leque de intenções futuras a partir destes resultados. Pode também ser promissora uma inquirição maior acerca do aproveitamento dos recursos biológicos locais no âmbito dos projetos aqui avaliados. O país detém seis biomas (Amazônia, Caatinga, Cerrados, Mata Atlântica, Pampa e Pantanal) que representam patrimônio e potencial não negligenciável para a melhoria relativa das condições de vida das gerações presentes e futuras de brasileiros.

Uma ressalva importante a ser pontuada nestas considerações finais diz respeito à extensão dos dados compatibilizados e analisados, até 2008, para os fundos setoriais analisados e até 2007 para as informações extraídas da base *Lattes* no Portal da Inovação. Dada a disponibilidade de dados ofertados para o estudo, seus resultados devem ser acolhidos como representativos para o período 1997-2008. Conquanto grandes mudanças estruturais na demanda de recursos do FSB e dos PCs provavelmente não tenham ocorrido, alguns dos fenômenos aqui descritos podem ter sofrido alterações com a execução final de atividades dos projetos de 2007 e de 2008, quando finalizados, ou mesmo em decorrência dos projetos iniciados ou demandados nos anos posteriores.

Enfim, perguntas que podem alimentar continuidades do presente estudo são: Quais os usuários finais dos projetos selecionados? Os projetos se concentram em trajetórias tecnológicas (patentes concedidas) já dominadas por empresas multinacionais? Há segmentação por tamanho de projeto entre os usuários finais? Os projetos em linhas de fronteira em biotecnologias direcionam-se para a transferência de tecnologia?

REFERÊNCIAS

- ACHARYA, T. *et al.* Biotechnology to improve health in developing countries – a review. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, v. 99, n. 4, p. 341-350, June 2004.
- AGROANALYSIS. **A explosão da cana**. Rio de Janeiro: FGV, maio 2005.
- ALLEN, T. J. **Managing the flow of technology**. Cambridge: MIT Press, 1977.
- ALMEIDA, P. R. Da extração de pau-brasil ao seqüenciamento do genoma: a lenta emergência de uma história das ciências e da tecnologia no Brasil. **Parcerias estratégicas**, n. 21, p. 301-313, dez. 2005.
- 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.
- BEUZEKOM, B. V.; ARUNDEL, A. **OECD biotechnology statistics 2009**. OECD, 2009. 103 p.
- BNDES – BANCO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL. **Programa CRIATEC**. Disponível em: <http://www.bndes.gov.br/SiteBNDES/bndes/bndes_pt/Areas_de_Atuacao/Inovacao/criatec.html>. Acesso em: 26 abr. 2010.
- BUSSAB, W. O.; MORETTIN, P. **Estatística básica**. São Paulo: Atlas, 1987. 322 p.

CGEE – CENTRO DE GESTÃO E ESTUDOS ESTRATÉGICOS. **Diretrizes estratégicas para o fundo setorial de biotecnologia**. Brasília: Secretaria Técnica do Fundo Setorial de Biotecnologia, 2002. 15 p.

COLYVAS, J. A. From divergent meanings to common practices: the early institutionalization of technology transfer in the life sciences at Stanford University. **Research policy**, v. 36, n. 4, p. 456-476, May 2007.

DAL POZ, M. E. S. **Livro de indicadores de C&T para o estado de São Paulo**. São Paulo: FAPESP, 2009. No prelo.

DANIEL, H.; DHINGRA, A. Multigene engineering: dawn of an exciting new era in biotechnology. **Current opinion in biotechnology**, v. 13, n. 2, p. 136-141, 2002.

DARIO, R. S. **Patentes em biotecnologia com potencial de licenciamento (seminário)**. Belo Horizonte: Biominas, 17 maio 2007.

DASGUPTA, P.; STIGLITZ, J. Industrial structure and the nature of innovative activity. **The economic journal**, v. 90, n. 358, p. 266-293, June 1980.

DE NEGRI, F. *et al.* **Perfil das empresas integradas ao sistema federal de CT&I no Brasil e aos fundos setoriais: uma análise exploratória**. Relatório 2 – Projeto Metodologia de avaliação dos resultados de conjuntos de projetos apoiados por Fundos de Ciência, Tecnologia e Inovação (CT&I). Brasília: Ipea, Convênio MCT/FINEP/UFGM/Ipea, 2009. 39 p.

DI GIORGIO, R. C. **Patentes em biotecnologia com potencial de licenciamento (seminário)**. Belo Horizonte: Biominas, 4 jul. 2007.

DOSI, G. Sources, procedures, and microeconomic effects of innovation. **Journal of economic literature**, v. 26, n. 3, p. 1.120-1.171, Sept. 1988.

EBERS, M.; POWELL, W. W. Biotechnology: its origins, organization, and outputs. **Research policy**, v. 36, n. 4, p. 433-437, May 2007.

EMBRAPA – EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Seminário Propriedade Intelectual e Inovação para o Desenvolvimento do Agronegócio Brasileiro**. Disponível em: <<http://www22.sede.embrapa.br/snt/html/propriedadeintelectual/eventos.htm>>. Acesso em: 29 mai. 2007.

FAPESP – FUNDAÇÃO DE AMPARO À PESQUISA DO ESTADO DE SÃO PAULO. **FAPESP Genoma**. Disponível em: <<http://watson.fapesp.br/onsa/Genoma3.htm>>. Acesso em: 13 abr. 2010.

FERREIRA, B.; FREITAS, R. E. Políticas de inovação e tecnologia: PPA 2004 e 2005. *In*: DE NEGRI, J. A.; KUBOTA, L. C. (Org.). **Políticas de incentivo à inovação tecnológica**. 1 ed. Brasília: Ipea, v. 1, p. 107-146, 2008.

FINEP – FINANCIADORA DE ESTUDOS E PROJETOS. CT – BIOTECNOLOGIA. **Fundo Setorial de Biotecnologia**. Disponível em: <http://www.finep.gov.br/fundos_setoriais/ct_bio/ct_bio_ini.asp?codFundo=10>. Acesso em: 14 out. 2009.

FREEMAN, C. **The economics of industrial innovation**. London: Pinter, 1982.

GLOBAL INSIGHT. **Venture impacts 2004 – venture capital benefits to the U.S. economy**. 2004. Disponível em: <<http://www.nvca.org>>.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Pesquisa de inovação tecnológica 2005 – anexo 2**: questionário da pesquisa de inovação tecnológica 2005. Rio de Janeiro: IBGE, 2005. 12 p.

_____. **Sistema Nacional de Índices de Preços ao Consumidor (SNIPC)**. Rio de Janeiro: IBGE, 2010. Disponível em: <www.ipeadata.gov.br>. Acesso em: 13 abr. 2010.

IPEA – INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA. **Revista desafios do desenvolvimento**, Melhores práticas – remédio para tudo, Ano 4, n. 33, p. 54-59, 2007.

JAFFE, A. B. The U.S. patent system in transition: policy innovation and the innovation process. **Research policy**, v. 29, n. 4-5, p. 531-537, Apr. 2000.

LELE, U. Biotechnology: opportunities and challenges for developing countries. **American journal of agricultural economics**, v. 85, i.5, p. 1.119-1.125, Nov. 2003.

LEMOS, M. B. *et al.* **Fundos setoriais e sistema nacional de inovação**: uma avaliação exploratória – relatório 1. Projeto Metodologia de avaliação dos resultados de conjuntos de projetos apoiados por Fundos de Ciência, Tecnologia e Inovação (CT&I) – Convênio MCT/FINEP/UFMG/Ipea. Brasília: Ipea, 2009. 37 p.

LERNER, J. When bureaucrats meets entrepreneurs: the design of effective “public venture capital” programmes. **The economic journal**, Royal Economic Society, v. 112, p. F73-F84, Feb. 2002.

LEVIN, J. **Estatística aplicada às ciências humanas**. São Paulo: Harbra, 1987. 392 p.

LIMA, A. C. P.; MAGALHÃES, M. N. **Noções de probabilidade e estatística**. São Paulo: EDUSP, 2002. 392 p.

LINSKEY, M. J. Transformative technology and institutional transformation: coevolution of biotechnology venture firms and the institutional framework in Japan. **Research policy**, v. 35, n. 9, p. 1.389-1.422, Nov. 2006.

MALERBA, L.; ORSENIGO, L. Schumpeterian patterns of innovation are technology-specific. **Research policy**, v. 25, n. 3, p. 451-478, May 1996.

MANGEMATIN, V. *et al.* Development of SMEs and heterogeneity of trajectories: the case of biotechnology in France. **Research policy**, v. 32, n. 4, p. 621-638, Apr. 2003.

MARQUES, F. Colaboração. Modelo em expansão. FAPs montam redes para pesquisar a dengue, desenvolver biocosméticos e aumentar a segurança nas transfusões de sangue. **Pesquisa FAPESP – ciência e tecnologia no Brasil**, São Paulo: FAPESP, maio 2009. p. 35.

Mc NAMARA, P.; BADEN-FULLER, C. Shareholder returns and the exploration-exploitation dilemma: R&D announcements by biotechnology firms. **Research policy**, v. 36, n. 4, p. 548-565, May 2007.

MCT – MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA. **Indicadores**. Produção científica. Brasília: MCT. Disponível em: <<http://www.mct.gov.br/>>. Acesso em: 18 mar. 2008.

MEDEIROS, E. S.; PATERNO, L. G.; MATTOSO, L. H. C. Nanotecnologia. *In*: DURÁN, N.; MATTOSO, L. H. C.; MORAIS, P. C. **Nanotecnologia: introdução, preparação e caracterização de nanomateriais e exemplos de aplicação**. São Paulo: Artliber, 2006.

MENDONÇA, M. A. A.; FREITAS, R. E. **Biotecnologia: perfil dos grupos de pesquisa no Brasil**. Brasília: Ipea, 2009. 26 p. (Texto para Discussão, n. 1.375).

MEYER, M. Does science push technology? Patents citing scientific literature. **Research policy**, v. 29, n. 3, p. 409-434, Mar. 2000.

MORAIS, J. M. **Políticas de apoio financeiro à inovação tecnológica: avaliação dos programas MCT/FINEP para empresas de pequeno porte**. Brasília: Ipea, 2007. 78 p. (Texto para Discussão, n. 1.296).

MOSES, V. Biotechnology and science policy. **Current opinion in biotechnology**, v. 15, p. 237-240, 2004.

MOWERY, D. C. The relationship between intrafirm and contractual forms of industrial research in American manufacturing, 1900-1940. **Explorations in economic history**, v. 20, n. 4, p. 351-74, Oct. 1983.

NATURE. **Biotechs feel the pain**, v. 457, p. 136-137, 8 Jan. 2009. Disponível em: <<http://www.nature.com/news/2009/090107/full/457136a.html>>.

NELSON, R. R. **National systems of innovation: a comparative analysis**. Oxford: Oxford University Press, 1993.

NIOSI, J. Alliances are not enough explaining rapid growth in biotechnology firms. **Research policy**, v. 32, n. 5, p. 737-750, May 2003.

NIOSI, J.; REID, S. E. Biotechnology and nanotechnology: science-base enabling technologies as windows of opportunity for LDCs? **World development**, v. 35, n. 3, p. 426-438, Mar. 2007.

OECD—ORGANISATION FOR ECONOMIC AND COOPERATION DEVELOPMENT. **OECD biotechnology statistics**, Paris: OEDC Publishing, 2006.

_____. **The bioeconomy to 2030: designing a policy agenda**. Paris: OEDC Headquarters, 2007.

ORIVE, G. *et al.* Drug delivery in biotechnology: present and future. **Current opinion in biotechnology**, v. 14, n. 6, p. 659-664, Dec. 2003.

PACHECO, C. A. A criação dos fundos setoriais de ciência e tecnologia. **Revista brasileira de inovação**, v. 6, n. 1, p. 191-223, jan./jun. 2007.

PEREIRA, J. C. R. **Análise de dados qualitativos. Estratégias metodológicas para as ciências da saúde, humanas e sociais.** São Paulo: EDUSP, 2001. 156 p.

PORTAL DA INOVAÇÃO. **Ministério da Ciência e Tecnologia.** Disponível em: <www.portaldainovacao.mct.gov.br>. Acesso em: abr. 2009.

RAIS – RELAÇÃO ANUAL DE INFORMAÇÕES SOCIAIS. **Quadro:** pesquisa e desenvolvimento das ciências físicas e naturais – classe 73105. Brasília: Ministério do Trabalho e Emprego. Disponível em: <http://sgt.caged.gov.br/index.asp>. Acesso em: abr. 2009.

REISS, T.; WOERNER, S. The biotech equipment and supplies sector in Europe – is it European? **Journal of biotechnology**, v. 98, n. 1, p. 41-51, Sept. 2002.

STUART, T. E.; OZDEMIR, S. Z.; DING, W. W. Vertical alliance networks: the case of university-biotechnology-pharmaceutical alliance chains. **Research policy**, v. 36, n. 4, p. 477-498, May 2007.

STUART, T. E.; SORENSON, O. The geography of opportunity: spatial heterogeneity in founding rates and the performance of biotechnology firms. **Research policy**, v. 32, n. 2, p. 229-253, Feb. 2003.

TASSEY, G. The disaggregated technology production function: a new model of university and corporate research. **Research policy**, v. 34, n. 3, p. 287-303, Apr. 2005.

TILTON, J. H. **International diffusion of technology:** the case of semiconductor. Washington, D.C.: Brookings Institution, 1971.

TRAORE, N.; ROSE, A. Determinants of biotechnology utilization by the Canadian industry. **Research policy**, v. 32, n. 10, p. 1.719-1.735, Dec. 2003.

VASCONCELLOS, A. G. *et al.* **Importância da capacitação de pesquisadores nacionais em propriedade industrial para utilização e proteção adequada dos recursos da biodiversidade brasileira.** In: REUNIÃO ESPECIAL DA SBPC, 7, Manaus, Brasil, 2001. CD ROM.

XIA, Y. Financing agricultural research in the new biotechnology era. **American journal of agricultural economics**, v. 85, n. 5, p. 1.259-1.265, Dec. 2003.

_____.; BUCCOLA, S. University life science programs and agricultural biotechnology. **American journal of agricultural economics**, v. 87, n. 1, p. 229-243, Feb. 2005.

APÊNDICE

SELEÇÃO DOS PROJETOS BIOTECNOLÓGICOS ALÉM DO FSB

Os projetos atinentes às atividades ou pesquisas biotecnológicas dispersos nos demais fundos setoriais que não o FSB foram capturados segundo os procedimentos abaixo apresentados:

- 1) Selecionaram-se as 25 palavras-chave mais citadas pelos pesquisadores que declararam atuar em investigações em “biotecnologia” na Plataforma Lattes (Portal da Inovação, 2009),²¹ de acordo com levantamento feito pelos autores em 2009. Estas palavras são: biotecnologia, soja, bovinos, sementes, genética, milho, direito, educação, *in vitro*, fungos, alimentos, bioética, leite, produção, saúde, sêmen (ou semen), cana-de-açúcar (cana-de-açucar, cana de açúcar ou cana de açúcar), micropropagação, plantas medicinais, inovação, controle, biossegurança, embriões (ou embrião) e DNA. Por similaridade a DNA, o termo *Ribonucleic acid* (RNA) também foi acrescido.
- 2) Os termos produção, inovação e controle são bastante gerais e foram substituídos pelos itens vacina, proteômica e genômica, que são constantes na literatura que trata de pesquisas biotecnológicas.
- 3) Os termos biotecnologia, genética, *in vitro*, fungos, bioética, vacina, sêmen/ semen, biossegurança, embriões/embrião, DNA/RNA, proteômica e genômica foram rastreados diretamente nos títulos dos projetos dos fundos setoriais que não compõem o FSB.
- 4) As palavras soja, bovinos, sementes, milho, direito, educação, alimentos, saúde e leite apresentam caráter amplo ou genérico para os objetivos do estudo. Destarte, os títulos de projetos fora do FSB que apresentavam ao menos

21. Segundo Almeida (2005), a história científica do Brasil é indissociável da trajetória do CNPq, o antigo Conselho Nacional de Pesquisa, criado pelo então presidente Eurico Gaspar Dutra, em 1951, e atual CNPq. Para este autor, a Plataforma *Lattes*, criada em 1999 e parte fundamental no processo de conexão dos diversos centros de pesquisa, tanto assim que, em 2000, a pesquisa científica estava tão avançada a ponto de o Brasil possuir um projeto de genoma nacional e de participar, em igualdade de condições com os centros mais desenvolvidos, de redes de sequenciamento de DNA.

uma destas palavras foram selecionados com base na ocorrência simultânea de qualquer dos seguintes termos: biotecnologia, genética, *in vitro*, fungos, vacina, sêmen (ou semen), embriões (ou embrião), DNA, RNA, proteômica, ou genômica.

- 5) Dada a sua natureza genérica, os títulos de projetos extra FSB que apresentavam os termos cana-de-açúcar (cana-de-açucar, cana de açúcar, cana de açúcar), micropropagação, e plantas medicinais foram avaliados individualmente, caracterizando-se um filtro específico.
- 6) As etapas acima não raro identificaram o mesmo projeto mais de uma vez, por conta da ocorrência de várias palavras-chave no respectivo título do projeto. Como resultado final, 503 iniciativas contempladas em fundos setoriais que não o FSB foram identificadas como projetos biotecnológicos, ou PCs para os propósitos da pesquisa.

EDITORIAL

Coordenação

Cláudio Passos de Oliveira

Supervisão

Andrea Bossle de Abreu

Revisão

Cristina Celia Alcantara Possidente
Edylene Daniel Severiano (estagiária)
Eliezer Moreira
Elisabete de Carvalho Soares
Lucia Duarte Moreira
Luciana Nogueira Duarte
Míriam Nunes da Fonseca

Editoração eletrônica

Roberto das Chagas Campos
Aeromilson Mesquita
Aline Cristine Torres da Silva Martins
Carlos Henrique Santos Vianna
Hayra Cardozo Manhães (estagiária)
Maria Hosana Carneiro Cunha

Capa

Luís Cláudio Cardoso da Silva

Projeto Gráfico

Renato Rodrigues Bueno

Livraria do Ipea

SBS – Quadra 1 – Bloco J – Ed. BNDES, Térreo.

70076-900 – Brasília – DF

Fone: (61) 3315-5336

Correio eletrônico: livraria@ipea.gov.br

Composto em Adobe Garamond Pro 12/16 (texto)
Frutiger 67 Bold Condensed (títulos, gráficos e tabelas)
Impresso em offset 90g/m²
Cartão supremo 250g/m² (capa)
Rio de Janeiro-RJ

Missão do Ipea

Produzir, articular e disseminar conhecimento para aperfeiçoar as políticas públicas e contribuir para o planejamento do desenvolvimento brasileiro.

