

## **Grupos de pesquisa em biotecnologia moderna no Brasil: uma revisão sobre os fundamentos da política de CTI \***

### ***Research groups in modern biotechnology in Brazil: a review of the foundations of its STI policy***

**Carlos Bianchi \*\***

Este artigo oferece uma aproximação ao mapa das capacidades de pesquisa em biotecnologia moderna no Brasil, a partir da análise do Diretório de Grupos de Pesquisa do CNPq. Trata-se de um primeiro passo para identificar de maneira apurada os grupos de pesquisa que desenvolvem atividades nas áreas de fronteira da biotecnologia. O objetivo do artigo é oferecer informação precisa sobre as capacidades de pesquisa nessa área, o qual pode constituir-se em uma ferramenta para a revisão crítica das políticas de apoio à biotecnologia, atualmente em vigor. Este trabalho se fez mediante uma metodologia de pesquisa segundo palavras chave no banco de dados do CNPq. Os resultados identificam um número significativamente menor de grupos de pesquisa na área de biotecnologia moderna em relação ao que se identifica nos documentos de política. Porém, não é o objetivo do artigo encontrar erros em ditos documentos senão destacar a importância da construção confiável de indicadores como fundamento da política pública. Além disso, este trabalho analisa o “mapa cognitivo” das linhas de pesquisa em biotecnologia moderna no Brasil; e finalmente oferece uma discussão sobre as características específicas da aglomeração territorial das capacidades de pesquisa nesse país.

23

**Palavras-chave:** biotecnologia, grupos de pesquisa, política de CTI, Brasil

*Based on the analysis of the CNPq Research Group Directory, this article analyzes the research capabilities in modern biotechnology in Brazil. This is a first step to build an accurate method to identify the research groups that develop activities in the frontier areas of biotechnology. This paper aims at offering accurate information about the research capabilities in this area, which can be used as a tool for critically reviewing the foundations of the current policies devoted to support biotechnological activities. This work was done through a key word searching methodology in the CNPq database and sustains the fact that the number of research groups in modern biotechnology is significantly smaller than the number identified in the official policy documents. However, it is not the purpose of this article to find mistakes in those documents, but to provide arguments about the relevance of building reliable indicators as the basis of policy formulation. Moreover, this article characterizes the “cognitive map” of the research lines in modern biotechnology in Brazil. Finally, it discusses the specific features of the research capabilities pattern of territorial agglomeration.*

**Key words:** biotechnology, research groups, STI policy, Brazil

\* O trabalho de Luciano Alencar no levantamento de informação e desenho de gráficos foi fundamental para este trabalho. Agradece-se também a colaboração de Ariela Diniz e Cléo Vaz na correção do texto.

\*\* Pesquisador da RedeSist, Instituto de Economia, Universidade Federal do Rio de Janeiro. Professor Assistente na Unidade Acadêmica da CSIC, Universidad de la República, Uruguai. Email: carlosbianchi@ie.ufrj.br - carlos@csic.edu.uy.

## Introdução

Na década de 1970, a irrupção de novas técnicas de biotecnologia no tratamento da saúde, na produção de alimentos e nos processos industriais foi percebida como uma oportunidade tecnológica capaz de impulsionar a criação de uma nova área de atividade econômica, contribuir para o rejuvenescimento de setores tradicionais, e oferecer novas soluções para diversas necessidades da população. Essa visão corresponde-se com a noção amplamente difundida, que diz que a difusão de um paradigma tecnológico se caracteriza por sua capacidade pervasiva, o que faz possível a aplicação de sua base técnica em diferentes atividades de produção e reprodução da vida.

A chamada “biotecnologia moderna” trouxe consigo expectativas sobre uma mudança radical nas possibilidades técnicas de produção. A brecha entre as expectativas e os resultados concretos tem sido longamente debatida e, como acontece com toda nova solução tecnológica em seu tempo histórico, apresentaram-se conflitos e riscos. A premissa deste trabalho diz que esse é um processo historicamente recorrente e que o aproveitamento das oportunidades tecnológicas para o desenvolvimento, assim como o controle dos riscos e a administração dos conflitos, vai depender das soluções políticas que cada sociedade crie para isso. Esta premissa se encontra amplamente difundida na literatura sobre ciência, tecnologia e sociedade: a irrupção de uma nova tecnologia não é um fenômeno puramente técnico, senão também econômico, social e político. Então, torna-se necessário analisar as ações públicas -políticas públicas- voltadas para obter benefícios dessa mudança.

24

Atualmente existe um amplo debate sobre o que se entende por biotecnologia moderna. Essa discussão tem diferentes aproximações desde as visões de pesquisadores da área de biotecnologia propriamente dita e as que provêm do campo dos estudos sociais da ciência, a tecnologia e a inovação. Entre estes últimos, em particular estão aqueles que procuram uma definição de biotecnologia moderna que seja apurada e que possa ser empregada para a construção de indicadores que servem para a definição de políticas. Um exemplo desse debate pode se acompanhar na discussão entre Miller (2007) e Arundel et al (2007) publicada no *Journal Trends in Biotechnology*. Esse debate se baseia na crítica de um cientista da área biotecnológica sobre o conteúdo de documentos internacionais voltados para a coleta de informação, definição de indicadores e instrumentos de política (OCDE, 2005). Trata-se em definitiva de um debate entre quem faz pesquisa em biotecnologia e quem tenta definir maneiras de entender seu impacto em diversos âmbitos da realidade.

No caso brasileiro, Fonseca (2009) tem colocado a relevância de distinguir as atividades que compõem a base de conhecimento da biotecnologia. Isso não quer dizer descartar uma ou outra, senão reconhecer as diferenças que existem na prática de geração de conhecimento e suas potencialidades para aplicações inovadoras em campos variados.

Por outro lado, hoje no Brasil a política pública pro-inovação, associada ao desenvolvimento produtivo e social, está sendo revigorada, como parte do que em termos gerais pode se denominar como uma nova proposta de desenvolvimento nacional. Nas políticas recentes voltadas para o estímulo à produção e à inovação (PITCE, 2002. PACTI, 2007. PNCTS, 2006 e PDP, 2008), a biotecnologia aparece como uma área chave para a transformação da capacidade produtiva e a satisfação das necessidades sociais.<sup>1</sup>

Nesse cenário resultaria possível justificar o estudo dos Grupos de Pesquisa em Biotecnologia no Brasil pela notória relevância dessa área para as diretrizes de política tecnológica, social e produtiva. O estudo justifica-se em parte por essa razão, no entanto, esse argumento emprega-se de maneira crítica a partir da pergunta sobre os fundamentos que dão razão às políticas.

Nesse sentido, cabe destacar que a relação entre ciência, tecnologia, inovação e desenvolvimento foi frequentemente associada com a emergência de novas tecnologias. As TICs e a biotecnologia têm sido as vedetes nesse processo de difusão de interpretações sobre o processo de mudança conhecido como “Sociedade e Economia da Informação ou do Conhecimento”. Nesse marco -como destacam Lastres et al. (2005:18)- a adoção de certas interpretações sobre a mudança econômica e social de maneira generalizada e sem levar em consideração as especificidades de cada caso nacional, pode conduzir a condutas imitativas que seguem uma moda (interpretação) sem a análise específica das características da mudança socioeconômica (modo). Se aceitarmos os problemas que implica esse tipo de difusão das idéias e como isso acontece no plano da política pública, um simples princípio de cautela sugere a revisão dos fundamentos das políticas públicas.

25

Um dos principais fundamentos das políticas voltadas para o desenvolvimento da biotecnologia, atualmente em vigor no Brasil, refere-se ao crescimento da base científica na área de biotecnologia e como isso se expressa em resultados (publicações) e em potencialidades, número de pesquisadores e grupos de pesquisa.

Este artigo visa oferecer uma aproximação crítica sobre as capacidades de geração de conhecimento na área de biotecnologia moderna no Brasil, a partir da identificação de Grupos de Pesquisa cadastrados no Diretório do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq).

Fala-se de uma aproximação no sentido que o objetivo do artigo emprega a identificação de grupos de pesquisa como um mecanismo para discutir como esse indicador tem sido utilizado nas propostas de política pública e como uma análise apurada das informações que ele oferece pode dar espaço para a discussão dessas propostas à luz do desenvolvimento da biotecnologia moderna no Brasil.

1. PITCE: Política Industrial, Tecnológica e de Comércio Exterior. PACTI: Plano de Ação em Ciência, tecnologia e inovação 2007-2010. PNCTS: Política Nacional de Ciência Tecnologia e Inovação em Saúde PDP: Política de Desenvolvimento Produtivo.

Depois desta introdução, o artigo apresenta uma breve discussão sobre a importância do conceito de grupo de pesquisa como indicador de capacidades de geração de conhecimento.

Em seguida, na segunda seção se apresenta a metodologia empregada. Os objetivos antes colocados obrigam à discussão e fundamentação de duas decisões metodológicas. A primeira delas tem a ver com a definição dos critérios para a seleção das subáreas que compõem a chamada biotecnologia moderna. A segunda decisão está atrelada à definição de biotecnologia moderna, refere-se ao emprego do Diretório de Grupos do CNPq para a medição das capacidades de geração de conhecimento no Brasil. Existem também debates sobre a qualidade dos dados que esse diretório oferece. Porém, o mesmo é empregado em diversos trabalhos como referência para a análise acadêmica e para a formulação de política. Isso não justifica seu emprego, mas sim uma revisão crítica. No entanto, neste artigo se argumenta que além das limitações metodológicas que contém toda fonte de dados de auto-preenchimento, a informação que oferece o Diretório CNPq é de grande valor para a análise do potencial de geração de conhecimento assim como outros indicadores são necessários para conhecer os resultados obtidos pela pesquisa científica.

A terceira seção concentra-se na análise dos grupos de pesquisa identificados. A partir de uma descrição geral dos grupos, o trabalho enfoca na composição dos mesmos e na identificação das diferentes técnicas biotecnológicas que os diferentes grupos declaram aplicar. Ainda nesta seção, se apresenta uma análise da concentração geográfica e das vinculações com o setor produtivo dos grupos de pesquisa dedicados a biotecnologia moderna.

Finalmente, as conclusões voltam-se sobre o assunto do emprego do conceito de grupos como indicador para uma política baseada no conhecimento. Discute-se então como os indicadores sobre grupos de pesquisa são empregados na justificativa das políticas públicas em vigor. Destacando-se a necessidade de um uso mais apurado desses indicadores -em conjunto com outros- para a elaboração de políticas mais eficientes que reconheçam as diferenças entre os grupos e regiões.

## **1. Sobre a relevância do conceito de grupo de pesquisa**

O conceito de grupo em geral e de grupo de pesquisa em particular, é um conceito complexo e de difícil definição.<sup>2</sup> No entanto, como destacam Sutz et al.(2003), entender e analisar tal conceito tem grande relevância para a análise da prática científica. Desde finais do século XIX, a atividade de pesquisa passou de uma atividade basicamente individual, conduzida por atores isolados em seus laboratórios

2. Como destacam Sutz et al (2003) já na sociologia clássica, Max Weber, colocava em questão a dificuldade de definir de maneira clara e robusta, conceitos que são de uso corrente e que por essa mesma razão resultam difíceis de definir. Como assinalam esses autores, existem diversas abordagens que desde diferentes disciplinas das ciências sociais tentam definir o conceito de grupo. Embora esse seja um assunto de grande interesse para compreender a prática científica, não cabe aqui aprofundar nessa discussão.

de maneira mais ou menos formal, para uma atividade coletiva, organizada em diferentes formas. A forma tradicional de organização desses grupos é entorno a disciplinas, as quais constituem um eixo estruturante da atividade coletiva. Segundo esses autores os grupos oferecem assim três fontes de identidade para seus integrantes: *temática*, os integrantes dedicam-se a um mesmo assunto; *coletiva*, eles mantêm uma trajetória em comum que se reflete em sua produção e no reconhecimento de um líder do grupo e; *auto-identificação*, os integrantes se reconhecem como membros desse grupo. A partir dessas fontes de identificação o grupo de pesquisa oferece para seus membros um espaço de interação com certa divisão do trabalho, um âmbito de aprendizado, e não menos importante, em muitas ocasiões, um mecanismo para a obtenção dos fundos necessários para a pesquisa, através de fontes públicas ou privadas.

Trata-se então de uma unidade social não trivial que, devido às transformações que atravessaram as instituições de pesquisa ao longo do século vinte, constituiu-se no núcleo básico da prática científica.

No entanto, a relevância do grupo de pesquisa para a pesquisa científica não dá resposta às dificuldades para sua demarcação e medição. Talvez a crítica de Collins (1974) à noção de colega invisível de Khun seja o melhor exemplo desse problema. Todos os pesquisadores que estão envolvidos na prática de uma disciplina comum, dentro de um paradigma comum, poderiam ser identificados como membros de um coletivo. Porém, no sentido do objetivo e das regras de suas práticas cotidianas, não constituem um grupo.

27

Como poderia então se demarcar um grupo de pesquisa? Provavelmente uma opção seja a observação e registro das práticas, mas sem dúvida seria muito custosa e pouco eficiente. Os grupos são entidades dinâmicas que mudam com o tempo, assim como muda sua agenda de pesquisa e como variam também os limites disciplinares. A crescente importância da pesquisa multidisciplinar orientada por problemas é um dos fatores chave para entender essa mudança (Gibbons et al, 1997) que reflete também na alteração da constituição dos grupos.

Considerando esses aspectos, ainda que resenhados muito brevemente, o mecanismo de auto-identificação de grupos, da maneira como o aplica o CNPq para a construção do Diretório de Grupos de Pesquisa, parece uma metodologia passível de crítica, mas válida. Em primeiro lugar, porque o conceito de grupo não é claramente identificável sem a expressão explícita de pertença dos membros. Mas também, porque o método de identificação do CNPq contém mecanismos de prêmio, e de castigo para a não identificação. Trata-se sim de uma identificação voluntária, mas cuja participação supõe reconhecimento e possibilidades de participação de certos benefícios. Além disso, prevê a validação institucional por parte da autoridade da organização na qual o grupo está inserido. Por outra parte, cabe destacar que, apesar de ser um cadastro opcional do pesquisador, o número de grupos e pesquisadores cadastrados vem aumentando ao longo do tempo, podendo-se supor ter relativa representatividade da comunidade científica nacional (Rapini, 2007: 220). Nesse sentido, se considera que o cadastro de grupos do CNPq oferece uma fonte de informação muito valiosa.

Como em toda fonte cadastral, não construída em si mesma para oferecer indicadores, seu emprego adequado como indicador depende do pesquisador. Neste artigo procura-se analisar os grupos de pesquisa como um indicador de capacidades ou potencialidades para a geração de conhecimento. Trata-se de um indicador que não é utilizado com a mesma frequência que os de resultado, como publicações ou patentes, mas que resulta perfeitamente complementar com eles. Nesse mesmo sentido, entende-se que o grupo é a unidade básica para a geração de conhecimento no âmbito acadêmico atual e a descrição e análise das características dos grupos de pesquisa resulta fundamental para conhecer as capacidades com que conta o Brasil para a geração de conhecimento na área de biotecnologia moderna.

## 2. Metodologia

A fonte de informação básica utilizada para este artigo foi a “Base corrente” do Diretório de Grupos de Pesquisa do CNPq.<sup>3</sup> Essa base contém informações sobre os grupos de pesquisa em atividade no País, coletadas a partir do cadastro de todos os grupos registrados no último Censo realizado ao que se somam os novos grupos cadastrados através da atualização permanente da base de dados. O cadastro geral se realiza através de censos bianuais. O corpo principal dos dados atuais corresponde ao Censo 2008, e as informações dos grupos cadastrados se mantém atualizadas pelos próprios pesquisadores-líderes de Grupo. A informação abrange: número de pesquisadores, nível de formação dos mesmos, linhas de pesquisa em andamento, produção científica e vinculação com organizações do setor produtivo.

28

Como mostra a **Tabela 1**, no Censo 2008 se cadastraram 22.797 grupos de pesquisa no Brasil, com uma forte concentração na região Sudeste e Sul. No entanto, como mostra a série histórica (**Tabela 2**), a concentração nessas regiões vem decrescendo proporcionalmente na medida em que cresce o número de grupos registrados.

3. Base Corrente - Permite a busca de informações sobre os grupos de pesquisa, líderes, pesquisadores e estudantes presentes na base corrente (atual) do Diretório. Só podem ser recuperados nessa base os grupos que foram certificados pelas instituições participantes. Essa base é atualizada diariamente, refletindo as atualizações de dados e inclusões de novos grupos feitas pelos líderes, bem como o trabalho de certificação feito pelos dirigentes institucionais no site de Coleta de dados.

<http://re.flect.net/http://re.flect.net/http://www.cnpq.br/gpesq/apresentacao.htm>

**Tabela 1. Distribuição dos grupos de pesquisa segundo a região geográfica (2008)**

Região	Grupos	%	% acumulado
Sudeste	11.120	48,8	48,8
Sul	5.289	23,2	72
Nordeste	3.863	16,9	88,9
Centro-Oeste	1.455	6,4	95,3
Norte	1.070	4,7	100
Brasil	22.797	100	-

Fonte: [http://dgp.cnpq.br/censos/sumula\\_estat/index\\_grupo.htm](http://dgp.cnpq.br/censos/sumula_estat/index_grupo.htm)

A taxa de crescimento do número de Grupos entre 2002 e 2008 (perto de 100%) reflete claramente, além do crescimento da pesquisa no Brasil, a difusão do Diretório de Grupos como cadastro nacional das atividades de pesquisa.

29

**Tabela 2. Distribuição percentual dos grupos de pesquisa segundo a região**

Região	1993	1995	1997	2000	2002	2004	2006	2008
Sudeste	68,5	69,2	65,6	57,3	51,8	52,4	50,4	48,8
Sul	15,7	14,8	17,2	19,7	24	23,5	23,6	23,2
Nordeste	9,9	9,8	11,4	14,6	15	14,2	15,5	16,9
Centro-Oeste	4,2	4,2	4	5,4	5,3	5,9	6,1	6,4
Norte	1,7	2	1,8	3	3,9	4	4,4	4,7
Brasil	100	100	100	100	100	100	100	100
Total de grupos	--	--	--	--	11.760	19.470	21.024	22.027

Fonte: [http://dgp.cnpq.br/censos/series\\_historicas/index\\_basicas.htm](http://dgp.cnpq.br/censos/series_historicas/index_basicas.htm) - [http://dgp.cnpq.br/censos/sumula\\_estat/index\\_grupo.htm](http://dgp.cnpq.br/censos/sumula_estat/index_grupo.htm)

Para a identificação de Grupos dedicados a atividades de biotecnologia moderna se parte da seguinte definição:

Entende-se por biotecnologia um corpo de conhecimento e um amplo conjunto de procedimentos e tecnologias que operam de maneira integrada sobre os atributos das células ensinando que as moléculas, o DNA e as proteínas venham a trabalhar para a criação ou modificação de produtos ou processos, para usos específicos com diversas aplicações (Júdice e Vedovello, 2007. Cassiolato et al, 2009. Fonseca, 2009. Orsenigo, 1989).<sup>4</sup>

Segundo os autores mencionados, as principais áreas de pesquisa e desenvolvimento associadas às biotecnologias são:

- Engenharia Genética (biologia molecular).
- Genômica e proteômica: estudo da estrutura e função dos genes e proteínas através de seu papel no crescimento do organismo, saúde, resistência às doenças.
- Bioinformática: aplicação de software no processo de criação, coleção, estoque e uso eficiente das informações genéticas, recurso fundamental para a modelagem de processos biológicos complexos, o *screening* e para o desenvolvimento racional de novas drogas;
- Novos modos de síntese: DNA *recombinante*, RNA *messeger* e RNA *interference*. O primeiro permite uma nova combinação ou síntese de DNA, sendo que os outros dois operam como intermediários nesse processo.
- Química combinatória: técnica de síntese química para a produção de um grande número de compostos orgânicos mediante o ensablado de *building blokcs* químicos em qualquer combinação possível.
- Drogas terapêuticas fabricadas e métodos diferentes da síntese química.
- Técnicas de bioprocessamento e bioreatores, técnicas modernas e tradicionais de fermentação.
- Desenvolvimento de hibridomas, cultura de células/tecidos, engenharia de tecidos (incluindo estruturação de tecidos e engenharia biomédica), fusão celular, vacinas/estimulantes imunológicos, manipulação de embriões.

30

A partir dessa lista de atividades que compõem a biotecnologia se definiram uma série de palavras chaves que permitem identificar os grupos de pesquisa que desenvolvem biotecnologia moderna.

Uma primeira consulta simples na Base Corrente, empregando como palavra chave “biotecnologia”, encontram-se 686 Grupos de Pesquisa em atividade. A metodologia para identificar os Grupos que desenvolvem atividades de biotecnologia moderna, foi uma busca na Base Corrente mediante uma combinação de palavras chave feita entre os meses de setembro e outubro de 2010.

A combinação de palavras chave se fez com base na classificação de atividades de biotecnologia moderna empregada pela OCDE (2005) e adaptada por Fonseca (2009) para a língua portuguesa. Dessa maneira o procedimento de busca consistiu

4. As técnicas que compõem a biotecnologia abrangem um amplo escopo de procedimentos *modernos e tradicionais*, assim como também técnicas baseadas na química que são parte das ferramentas que emprega a biotecnologia. A definição dessas tecnologias tem sido objeto de um esforço sistemático por quase todos os autores que têm trabalhado sobre o assunto (Arundel, 2003; Fonseca, 2009; Pisanò, 2006; Gadelha, 1990).



em preencher o campo de consulta com a palavra biotecnologia, acrescida às palavras-chave: engenharia genética, biologia molecular, genômica e proteômica, bioinformática, DNA recombinante, RNA messenger, RNA interference, bioprocessamento, hibridomas, cultura de células, cultura de tecidos, química combinatória e química fina. Como será apresentado na seção seguinte, nem todas essas palavras foram encontradas no diretório, resultando na seleção de nove subáreas que representam as atividades de biotecnologia moderna.

Uma vez realizada a consulta segundo as palavras-chave foi feito um procedimento de triagem caso a caso que permitiu descartar alguns grupos, principalmente grupos de pesquisa em ciências sociais dedicados ao estudo de ciência, economia e sociedade, que tinham essas palavras entre suas linhas de pesquisa, mas que não se referia à pesquisa nessas áreas, senão sobre essas atividades e seus impactos. Esse segundo passo permitiu também fazer novas revisões e incorporar dois grupos que não apareceram na primeira seleção. Através dessa metodologia foram identificados 230 grupos de pesquisa que desenvolvem atividades em biotecnologia moderna na Base Corrente do Diretório de Grupos do CNPq. As características desses grupos serão descritas e analisadas nas seções seguintes.

Antes de passar à descrição e análise dos grupos identificados, cabe fazer uma precisão sobre a validade da metodologia empregada. Em primeiro lugar, a definição das áreas de atividade do grupo depende totalmente do preenchimento voluntário que faz o líder do grupo. Isso pode ser objeto de discussão na medida em que não existe controle sobre o fato que esse grupo efetivamente se desenvolva na atividade que declara. Sem dúvida essa é uma questão relevante. Mas essa questão é um aspecto chave não só para a análise do Diretório de Grupos de pesquisa do CNPq, senão para o uso de indicadores a partir de qualquer fonte cadastral. O exemplo mais claro pode ser o setor de atividade a que declara pertencer uma empresa quando se registra como entidade jurídica. Seguindo o mesmo raciocínio, a mesma dúvida que se coloca sobre a validade do que declara o líder do grupo de pesquisa é aplicável ao que declara um empresário sobre o montante de vendas em uma pesquisa industrial ou sobre o que declara sobre o número de pessoas dedicadas a atividades de P&D. A dúvida sobre a qualidade da informação não é um problema do declarante, senão do analista. Ele deve ter a capacidade de entender os limites da informação disponível e tentar construir mecanismos de controle sobre a validade dessa informação.

Em relação com esta pesquisa em particular, o segundo aspecto de discussão aponta a relevância das atividades de biotecnologia moderna dentro das atividades do grupo. O procedimento de busca considera as palavras-chave que aparecem em todas as linhas de pesquisa que desenvolve o grupo, não é possível então conhecer o grau de importância que essas atividades têm dentro das diversas linhas que o grupo desenvolve. Essa é uma limitação que não pode ser levantada através da consulta ao Diretório, requereria consultar diretamente os líderes de grupos, fato que está fora do alcance deste estudo.

Considerando essas limitações, os resultados obtidos nesta pesquisa não podem ser apresentados como um censo totalmente representativo dos grupos de pesquisa

que desenvolvem atividades de biotecnologia moderna no Brasil. Trata-se de uma aproximação a esse universo, construída segundo a metodologia antes apresentada, que permite descrever e analisar as capacidades de geração de conhecimento científico nessa área em particular.

Para a análise dos resultados foi construída uma base de dados que contém as variáveis de interesse para os 230 grupos de pesquisa envolvidos em biotecnologia moderna.

### **3. Características dos grupos de pesquisa em biotecnologia moderna no Brasil**

Os resultados gerais obtidos permitem propor algumas questões para a discussão e análise. A primeira delas é a necessidade de tomar esta aproximação como um primeiro passo para uma identificação apurada dos Grupos de Pesquisa atuantes na área de biotecnologia no Brasil. Segundo esta metodologia, foram identificados, em primeira instância, 686 grupos que desenvolvem atividades de biotecnologia. Esse número corresponde-se com o 3,11% do total de grupos de pesquisa, o qual diverge muito do número de grupos de pesquisa que aparece na justificativa da Política de Desenvolvimento Produtivo de 2008 (PDP) (Governo Federal, 2008). No documento dessa política, baseado na Política de Desenvolvimento da Biotecnologia (Governo Federal, 2007) se diz que o Brasil conta com uma base científica relevante na área de biotecnologia devida à existência de mais de 1700 grupos de pesquisa na área. Em diferentes entrevistas realizadas com integrantes do Conselho Nacional de Biotecnologia e pesquisadores dessa área, os informantes destacaram que a origem do número de grupos que aparece na PDP provém do Portal da Inovação, mas essa é uma fonte muito menos restrita para o preenchimento de informação.<sup>5</sup> De qualquer maneira cabe destacar que resulta mais verossímil que os grupos de pesquisa dedicados a biotecnologia sejam em torno de 3,1% que do 7,7%. No segundo caso, considerando que o Diretório do CNPq abrange todas as áreas de conhecimento científico, tratar-se-ia de um desenvolvimento realmente excepcional da biotecnologia no Brasil.<sup>6</sup> Existe dificuldade em encontrar indicadores comparáveis em nível internacional sobre grupos de pesquisa, já que a maioria dos trabalhos está orientada sobre a indústria de biotecnologia, relevando pesquisa em empresas, e não sobre os grupos de pesquisa acadêmica.

32

5. O Portal de Inovação é um sistema web que procura a vinculação entre usuários e produtores de conhecimento como qualquer plataforma de contato. Embora seja uma ferramenta muito útil para a prática de inovação, o número de registros feitos ai, é claramente maior. <http://www.portalinovacao.mct.gov.br/>

6. Cabe destacar que estes resultados divergem com o número de grupos identificado por Freitas e Mendonça (2008). Esses autores, a partir da informação contida no Portal de Inovação do Governo Brasileiro, identificaram 2427 grupos que efetivamente se dedicam a atividades de biotecnologia no Brasil. Uma explicação possível para essa divergência pode ser que o Portal de Inovação se baseia em um "Diretório de Oportunidades" onde as empresas explicitam a demanda de pessoal. Nesse sentido não se trata da mesma definição de grupos que a empregada no Diretório de CNPq e neste trabalho.

### 3.a. Áreas e linhas de pesquisa nos grupos identificados

Uma vez identificados os grupos segundo as palavras-chave selecionadas, o número de grupos do diretório do CNPq que realizam pesquisas na área de biotecnologia moderna é 230. A grande maioria dos grupos identificados informa como Grande Área alguma das ciências biológicas ou agrárias. Como mostra a Tabela 3, mais de 84% dos grupos pertencem a essas grandes áreas.<sup>7</sup>

**Tabela 3. Grande Área predominante**

	<b>Grupos</b>	<b>%</b>
Ciências Agrárias	75	32,61
Ciências Biológicas	119	51,74
Ciências da Saúde	16	6,96
Ciências Exatas e da Terra	16	6,96
Eng. Biomédica e Eng. Química	4	1,74
Total	230	100

Fonte: Elaboração própria em base a Diretório de Grupos CNPq

Dentro das ciências agrárias aproximadamente 65% dos grupos pertence à área de agronomia e 18% a medicina veterinária. Dentro das ciências biológicas, quase um terço dos grupos identificados trabalha na área de genética, sendo as outras áreas de maior participação as de microbiologia e bioquímica. Nas outras grandes áreas a concentração é ainda maior, 10 (62,5%) dos 16 grupos de Ciências da Saúde pertencem à área de Farmácia e 13 (81,2%) dos grupos de Ciências da Terra pertencem à área de Química.

33

A grande concentração dos grupos segundo área e grande área não permite aprofundar a distribuição das linhas de pesquisa, já que a análise cruzada repete essa concentração. Só cabe destacar a relevância das áreas de pesquisa básica e agrária em comparação com a relativa baixa presença das ciências da saúde. No entanto, uma das perguntas que fica em aberto a partir da informação disponível é a “área de destino” da pesquisa dentro das áreas básicas. Em particular, conhecer que proporção de grupos da biologia e química realiza pesquisa potencialmente voltada para temas de saúde.

A análise da base de dados segundo subárea mostra que de 230 grupos, 176 (76,52%) estariam relacionados apenas a uma das subáreas ou linhas de pesquisa.

7. Neste artigo se considera como Grande Área as agrupações de áreas como aparecem na tabela 3, são consideradas áreas as definidas como área predominante no Diretório CNPq (Agronomia, Farmácia, etc.) e subáreas ou linhas de pesquisa aquelas associadas às palavras chave selecionadas.

Dentre os 54 grupos restantes, 42 se desempenham em duas das subáreas selecionadas e 12 em três ou mais. Na descrição das atividades dos grupos se consideraram até três. Cabe destacar que o critério de organização entre as subáreas não segue nenhuma lógica de hierarquização, senão a ordem como aparecem no questionário preenchido pelos grupos. Se por um lado o total de grupos realizando pesquisa em biotecnologia moderna parece ser uma boa aproximação, por outro a distinção entre os que atuam em apenas uma ou em duas das subáreas deve ser encarada com extrema cautela.<sup>8</sup> Em primeiro lugar é pouco razoável supor que se pesquisem assuntos relacionados com apenas uma das subáreas, uma vez que muitas destas estão intimamente relacionadas, como biologia molecular e bioinformática, por exemplo. As limitações desse tipo de distinção estão relacionadas à forma como se organizam as bases de dados do diretório. Apesar das dificuldades de se realizar tal análise, esta revela informações úteis para caracterizar o mapa de atividades que os grupos desenvolvem, o qual será analisado a partir das tabelas e figuras seguintes.

Como mostra a **Tabela 4**, considerando até três áreas por grupo, podem se identificar 296 grupos que participam nas subáreas selecionadas. A análise dos dados mostra que as subáreas de maior participação têm relação com as grandes áreas antes descritas. Tal informação é coerente com os resultados, sendo que a cultura de células e tecidos é uma das bases da pesquisa biotecnológica em ciências agrárias e a biologia molecular junto com a genômica são fundamentais na base cognitiva das ciências biológicas dedicadas a atividades de biotecnologia moderna.

34

**Tabela 4. Subáreas**

Subárea	Nº Grupos
Biologia molecular	106
Cultura de células e tecidos	82
Genômica/Proteômica	37
Bioinformática	29
Engenharia genética	18
Engenharia de tecidos	7
Química combinatória/química fina	6
Hibridomas, anticorpos monoclonais	6
DNA recombinante	5
Total	296

Fonte: Elaboração própria em base a Diretório de Grupos CNPq

8. No que diz respeito apenas aos grupos que constam no diretório do CNPq.

A **Figura 1** consiste em uma aproximação do mapa cognitivo dos grupos de pesquisa em biotecnologia moderna segundo subárea. As áreas em cinza representam o número de grupos que realizam somente uma das atividades selecionadas e as demais as combinações em uma tabela binária.

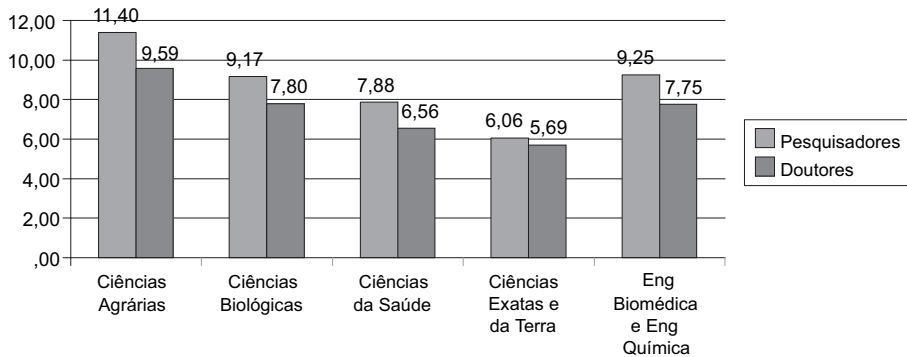
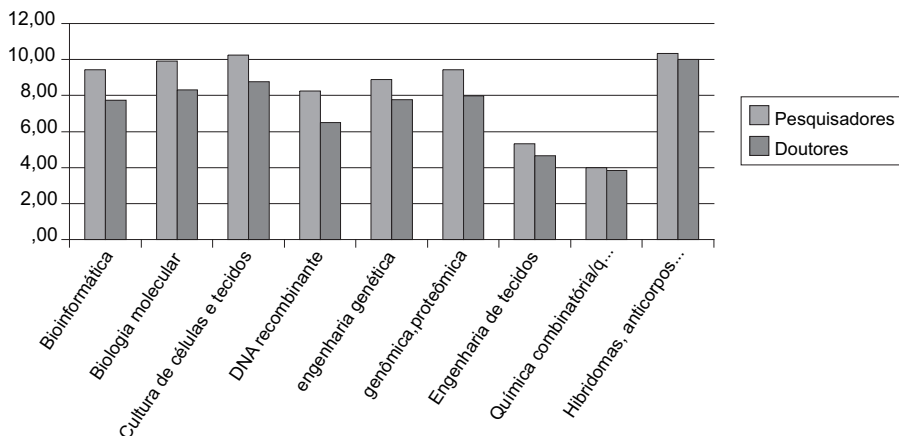
A informação disponível não permite aprofundar a análise sobre as técnicas que os diferentes grupos de pesquisa desenvolvem, além disso, não se sabe se existe interação ente eles. Cabe destacar que as subáreas de maior dispersão são: Genômica/Proteômica e Bioinformática, duas técnicas que são fundamentais para um amplo leque de pesquisa em biotecnologia moderna.

**Figura 1. Combinação de subáreas de pesquisa nos Grupos de Biotecnologia Moderna**

Subárea	Biologia molecular	Cult. células /tecidos	Genômica /Proteômica	Bioinformática	Eng. genética	Eng. tecidos	Química combinatória /fina	Hibridomas, ant. monoclonais	DNA recombinante
Biologia molecular	76	13	9	10	1	1	0	1	1
Cult. células /tecidos		56	7	3	2	4	1	1	2
Genômica /Proteômica			13	14	2	0	0	1	0
Bioinformática				7	1	0	0	0	1
Eng. genética					13	2	0	1	0
Eng. tecidos						2	0	0	0
Química combinatória /fina							5	0	0
Hibridomas, ant. monoclonais								3	0
DNA recombinante									1

Fonte: Elaboração própria em base a Diretório de Grupos CNPq

Nos 230 grupos identificados trabalham 2026 pesquisadores, dentre os quais 1874 possuem título de doutor. Como se pode perceber nos **Gráficos 1 e 2**, a distribuição média de pesquisadores e doutores não apresenta diferenças significativas segundo grande área ou subárea de pesquisa. Destacando-se as Ciências Agrárias e as engenharias como vem acontecendo também nos indicadores de resultado da produção científica no Brasil (Jornal da Ciência, 2010).

**Gráfico 1. Pesquisadores e Doutores segundo grande área (média)****Gráfico 2. Pesquisadores e Doutores segundo Sub-área (média)**

36

Esta seção apresenta o difícil desafio de se aproximar do mapa de conhecimento dos Grupos de Pesquisa cadastrados no Diretório do CNPq. Embora a informação seja ainda exploratória, os dados mostram que o Brasil conta com um número significativo de grupos e com mais de dois mil pesquisadores na área de biotecnologia moderna. Ainda que estes dados sejam muito menores que os apresentados em alguns documentos oficiais, eles não deixam de ser um claro indicador de uma significativa potencialidade para a pesquisa em biotecnologia moderna.

### 3.b. Concentração geográfica e vinculação com o setor produtivo

A indústria de biotecnologia apresenta economias de aglomeração em todo o mundo (Zeller, 2001. Cook, 2001. Cortright e Mayer, 2002. Gertler e Vinodrai, 2009.). O fenômeno de aglomeração da indústria está associado à proximidade com centros de pesquisa de excelência. Esses autores mostram para os casos de Alemanha, Reino Unido, EUA e Canadá como o surgimento de pólos de atividade econômica vinculados à biotecnologia teve sempre como denominador comum a presença de grupos de pesquisa de elite. Por exemplo, Cortright e Mayer (2002) apontam que nos EUA se identificam nove regiões onde se concentram as capacidades de pesquisa e produção em biotecnologia. Ditas regiões estão distribuídas ao longo das costas leste e oeste desse país.

No caso brasileiro, não se percebe uma concentração extrema nos grupos de biotecnologia moderna, como poderia se esperar de acordo com a forte concentração econômica e de capacidades científico-tecnológicas nas regiões Sul e Sudeste. Embora estas regiões em conjunto apresentem o maior número de grupos de pesquisa, a região Nordeste, especialmente nos estados de Bahia e Pernambuco, mostra um número significativo de grupos de pesquisa. Em particular, se comparado com o total de grupos cadastrados no Diretório (Tabela 2), dentre dos grupos dedicados a atividades de biotecnologia moderna os grupos radicados no Nordeste têm uma alta representação.

**Tabela 5. Capacidades de pesquisa segundo região**

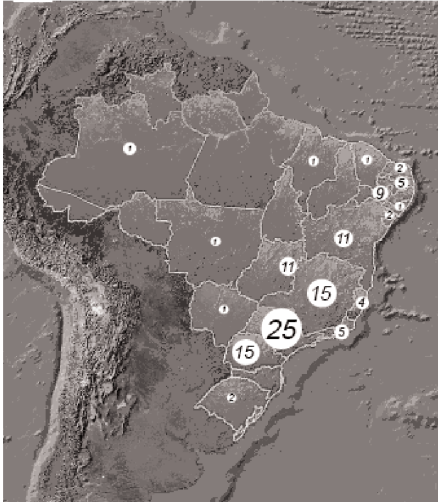
	Nº de grupos	Pesquisadores	Doutores
Sudeste	74	717	639
Sul	48	393	335
Nordeste	66	703	564
Centro-Oeste	25	229	199
Norte	17	164	137
Total	230	2206	1874

Fonte: Elaboração própria em base a Diretório de Grupos CNPq

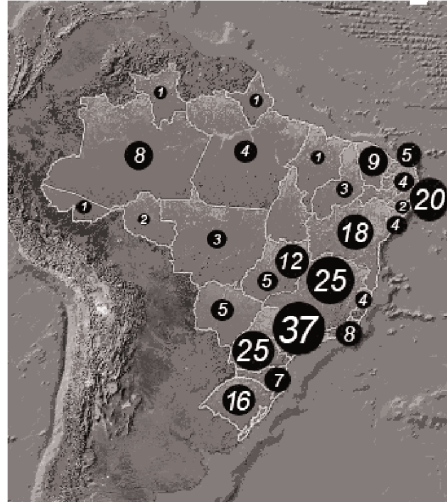
Por outro lado, a **Figura 2** mostra que existe sim uma forte concentração na região Sul-Sudeste entre as organizações que mantém vinculações com os grupos de pesquisa identificados (mapa da esquerda).

**Figura 2. Biotecnologia Moderna: Produção e uso de conhecimento**

Nº de Org. do Setor Produtivo vinculadas com Grupos de Pesquisa



ICT: número de grupos de pesquisa segundo UF



Fonte: Elaboração própria em base a: Diretório de Grupos de Pesquisa CNPq

38

No entanto, isso não quer dizer que os grupos localizados em outras regiões não mantenham vínculos com organizações do setor produtivo. O que mostra o mapa da esquerda é o número e localização das empresas com as quais os grupos identificados no mapa da direita dizem ter vinculações. No total apenas 23,5% dos grupos tem vínculo com o setor produtivo. Como pode se perceber na tabela 6, essa percentagem se mantém similar para as regiões Sudeste, Nordeste e Centro-Oeste.

**Tabela 6. Vinculação com o setor produtivo segundo região**

	Sudeste	Sul	Nordeste	Centro-Oeste	Norte	Total
<b>Não possui Vínculo</b>	74,32	83,33	71,21	72	94,12	76,52
<b>Possui Vínculo</b>	25,68	16,67	28,79	28	5,88	23,48
<b>Total</b>	100	100	100	100	100	100

Fonte: Elaboração própria em base a Diretório de Grupos CNPq

Esse dado permite propor a hipótese de que os grupos das regiões menos desenvolvidas, neste caso o Nordeste, mantém vínculos com organizações do setor produtivo nas regiões Sul e Sudeste. Tendo como consequência para esses locais a



não criação de economias de aglomeração que caracterizam a indústria da biotecnologia em nível internacional. Esse é um problema debatido na equipe de pesquisa da RedeSist.<sup>9</sup> Diversos pesquisadores destacam que o conhecimento gerado em empresas quanto em Instituições de Ciência e Tecnologia (ICTs) do Nordeste, produz mais interações com a região Sudeste, onde se concentra o desenvolvimento econômico, do que na própria região (RedeSist 2010a e 2010b). Esse dado deve ser considerado à luz de que existe pelo menos um programa explicitamente dirigido para a subvenção de empresas (Subvenção Econômica FINEP-MCT) que prevê o financiamento de uma percentagem fixa para as empresas das regiões menos desenvolvidas (Norte e Nordeste). No entanto, existindo oferta financeira e, de acordo com o que mostram os resultados deste estudo, também oferta de conhecimento na região, as empresas dessas regiões não conseguem preencher o número garantido de vagas de que têm a disposição (Bianchi, 2009). Esses resultados colocam em questão quais são os limites para as políticas baseadas em modelos de formação de oferta.

### **Conclusões: a geração de conhecimento como assunto de política.**

Em todos os documentos de política pública voltada para o desenvolvimento da biotecnologia aparecem referências à expressiva melhoria que mostram os indicadores de produção de conhecimento nessa área no Brasil (Governo Federal 2008, 2007. MCT, 2007)

Esse é um dado incontestável, as publicações sobre biotecnologia moderna tiveram um crescimento exponencial nas últimas décadas, passando de algumas dezenas por ano no começo da década de 1980, para mais de 2500 publicações em 2008 (Fonseca, 2009). Como também destaca Fonseca (2009), e é considerado nos documentos de política, o crescimento das publicações não teve relação com o número de patentes concedidas pelo Instituto Nacional da Propriedade Industrial com inventores nacionais na área de biotecnologia moderna.

Esses dados são sem dúvida de grande importância e ajudam a compreender a importância dos resultados da pesquisa científica e dos mecanismos de proteção jurídica e valorização econômica da mesma. Este trabalho, além de destacar a importância desses indicadores, procura demonstrar que o emprego de dados sobre grupos de pesquisa é um indicador necessário para complementar a análise. Porque se refere a um indicador de capacidades, de potencialidade de criação de conhecimento. Isso faz com que se trate de um indicador de maior complexidade que os outros. Ele deve ser lido como uma aproximação às capacidades do país ou região para a geração de conhecimento científico-tecnológico em uma área específica de conhecimento.

9. Rede de Pesquisa em Sistemas Inovativos e Produtivos Locais. Universidade Federal do Rio de Janeiro (<http://www.redesist.ie.ufrj.br/>)

No entanto, sobre o emprego desse indicador aparecem alguns pontos que merecem ser discutidos. Em primeiro lugar, de acordo com a metodologia empregada neste artigo, o número de grupos com os quais o Brasil conta trabalhando em biotecnologia moderna é significativamente menor do que mostram os documentos de política.

Isso já foi destacado anteriormente e foram destacadas também as limitações que apresenta a metodologia aqui empregada. Não se trata então de procurar erros nos documentos de política, senão de refletir sobre o emprego do número de grupos de pesquisa como indicador para a elaboração de política. Com todas as limitações que a metodologia empregada pode ter, trata-se de um esforço por identificar os grupos de pesquisa que atuam em linhas de trabalho próximas às consideradas como biotecnologia moderna. Isso tenta oferecer uma informação útil para a elaboração de políticas. Nesse sentido, cabe supor que o universo de 1700 grupos, como aparece nos documentos de política, abrange grupos que fazem desde tarefas de fermentação e conservação de alimentos, ou outras de biotecnologia tradicional, até grupos que aplicam técnicas de genômica e bioinformática para desenvolvimentos de biologia molecular. Nesse caso está se considerando um universo extremamente diverso que, ainda que todos os conhecimentos que ele abrange sejam parte da base técnica da biotecnologia, realizam atividades extremamente diferentes e têm requerimentos diferentes para o seu desenvolvimento.

O principal objetivo deste trabalho é destacar que para fazer uma política “baseada no conhecimento” é preciso um esforço cumulativo na construção de novos indicadores que ofereçam informação mais apurada possível. A partir daí é possível fazer uma política que atenda às diversidades existentes no país. Nesse sentido este trabalho oferece uma tentativa de aprofundar nos dados que o Diretório de Grupos de Pesquisa do CNPq oferece, como uma contribuição para revisar os fundamentos das políticas em vigor.

Da análise previa surgem pelo menos três aspectos que merecem ser debatidos.

Em primeiro lugar a necessidade de reconhecer que as políticas não apenas são formas de impulsionar processos senão também de gerar representações sobre a realidade e as possibilidades. Nesse sentido, o emprego de indicadores confiáveis na justificativa da política é parte fundamental para que a mesma possa orientar um processo de mudança que seja avaliado de maneira sistemática.

Por outro lado, a relevância de estudar as capacidades de geração de conhecimento em relação à demanda do setor produtivo. Em um país de dimensões continentais, a formação de aglomerações pode ser um resultado natural, como acontece em outras partes do mundo. Porém a formação de aglomerações estruturalmente desiguais pode ser resultado de uma falha da política.

Finalmente, considera-se que os grupos de pesquisa são um indicador de primeira importância já que refletem as atividades da unidade básica de pesquisa nas instituições de ciência e tecnologia modernas. A possibilidade de aprofundar o estudo do Diretório CNPq como uma fonte de informação para a construção de um mapa de

capacidades e recursos de pesquisa em biotecnologia, procurando conhecer a articulação de técnicas dentro e entre os grupos, aparece como o próximo passo para complementar a agenda de pesquisa que inicia-se com este artigo.

### Referências bibliográficas

ARUNDEL, A. (2003): "Biotechnology Indicators and Public Policy", *OECD Science, Technology and Industry Working Papers*, 2003/5, OECD Publishing.

ARUNDEL, A.; VAN BEUZEKOM, B. y GILLESPIE, I. (2007): "Defining biotechnology - carefully". *TRENDS in Biotechnology*, vol. 25, nº 8, pp. 331-332.

BIANCHI, C. (2009): "Área de Biotecnologia: Análise do Programa de Subvenção - MCT - FINEP", Nota Técnica No 2., Rio de Janeiro, Observatório de Políticas de Inovação e Produção no Brasil, RedeSist, Instituto de Economia, UFRJ.

BRASIL, GOVERNO FEDERAL (2007): "Política de Desenvolvimento da Biotecnologia".

BRASIL, GOVERNO FEDERAL (2008): "Política de Desenvolvimento Produtivo".

BRASIL, MINISTÉRIO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA (MCT) (2007): "Plano de Ação 2007-2010 da Ciência, Tecnologia e Inovação para o Desenvolvimento".

41

BRASIL, MINISTÉRIO DE DESENVOLVIMENTO, INDÚSTRIA E COMÉRCIO EXTERIOR (MDIC) (2003): "Diretrizes de Política Industrial, Tecnológica e de Comércio Exterior".

BRASIL. MINISTÉRIO DA SAÚDE. (MS) (2006): "Política Nacional de Ciência Tecnologia e Inovação em Saúde", Brasília, Ministério da Saúde.

CASSIOLATO, J.; ZUCOLOTO, G.; RAPINI, M. y ANTUNES, S. (2009): "The recent evolution of the Biotech local innovation system of Minas Gerais: university, local firms and transnational corporations", UNIDDEV Project Working paper.

COLLINS, H. (1974): "The TEA Set: Tacit Knowledge and Scientific Networks", *Science Studies*, vol. 4, pp. 65-86.

CORTRIGHT, J. y MAYER, H. (2002): *Signs of Life: The Growth of Biotechnology Centers in the U.S.*, The Brookings Institution Center on Urban and Metropolitan Policy.

COOKE, P. (2001): "Biotechnology Clusters in the U.K.: Lessons from Localisation in the Commercialisation of Science", *Small Business Economics*, vol. 17, pp. 43-59.

FONSECA, M. da G. (2009): "Documento Setorial: Biotecnologia", Projeto Perspectivas do Investimento no Brasil. Sistema Produtivo: Baseados em ciência. BNDES, UFRJ y Unicamp.

GADELHA, C. (1990): "Biotecnologia em Saúde: um estudo da mudança tecnológica na indústria farmacêutica e das perspectivas de seu desenvolvimento no Brasil", Master dissertation, IE - UNICAMP, Campinas.

GERTLER, M. y VINDORAI, T. (2009): "Life Sciences and Regional Innovation: One Path or Many?", *European Planning Studies*, vol. 17, nº 2, pp 235-261.

GIBBONS, M.; LIMOGES, C.; NOWOTNY, H.; SCHWARTZMAN, S.; SCOTT, P. y TROW, M. (1997): *La nueva producción de conocimiento. La dinámica de la ciencia y la investigación en las sociedades contemporáneas*, Barcelona, Ediciones Pomares-Corredor S.A.

JORNAL DA CIÊNCIA (2010): "Ciência rural turbina publicação no país", 28 de Julho de 2010. Disponible em: <http://www.jornaldaciencia.org.br/Detail.jsp?id=72446>.

JUDICE, V. y VEDOVELLO, C. (2007): "Biotechnology innovation system in Brazil: an exploratory study", Research Paper 13/07, BRICS, REDESIST, IE, UFRJ.

LASTRES, H.; CASSIOLATO, J. y ARROIO, A. (2005): "Sistemas de inovação e desenvolvimento: mitos e realidades da economia do conhecimento", em H. M. M., Lastres; J. E. Cassiolato y A. Arroio (orgs.): *Conhecimento, sistemas de inovação e desenvolvimento*, Rio de Janeiro, Editora da UFRJ e Contraponto.

MENDONÇA, M. A. y FREITAS, R. (2008): "Biotecnologia: perfil dos grupos de pesquisa no Brasil", Apresentado em: XLVI Congresso da Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural, Rio Branco.

MILLER, H. (2007): "Biotech's defining moments", *Trends Biotechnology*, vol. 25, pp. 56-59.

ORGANIZATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT (OECD) (2005): "A framework for biotechnology statistics", OECD.

ORSENIGO, L. (1989): *The emergence of biotechnology*, Londres, Pinter Publishers.

PISANO, G. (2006): *Science Business. The promise, the reality and the future of biotech*, Boston, Harvard University Press.

RAPINI, M. (2007): "Interação Universidade-Empresa no Brasil: Evidências do Diretório dos Grupos de Pesquisa do CNPq", *Estudos Econômicos*, vol. 37, nº 1, pp. 211-233.

REDESIST (2010a): "Análise das políticas de APLs no Brasil", Seminário de pesquisa 18 a 21 de maio, Rio de Janeiro.

REDESIST (2010b): “Elementos para o desenvolvimento de uma tipologia de APLs - GTP-APL/MDIC”, Seminário Rio de Janeiro, 4 a 6 de Agosto de 2010.

SUTZ, J.; BIANCO, M.; BIANCHI, C.; BIELLI, A.; BUTI, A.; GUERRA, G.; HEIN, P.; IBARRA, R.; MUJICA, A.; ROCCA, P. y ZAMALVIDE, M. (2003): *Grupos de investigación en la Universidad de la República*, Montevideo, CSIC.

ZELLER, C. (2001): “Clustering Biotech: A Recipe for Success? Spatial Patterns of Growth of Biotechnology in Munich, Rhineland and Hamburg”, *Small Business Economics*, vol. 17, pp. 123-141.