

ANÁLISE DA EVOLUÇÃO DO SISTEMA NACIONAL DE INOVAÇÃO EM BIOTECNOLOGIA NO BRASIL

Marcia Regina Gabardo da Camara

Doutorado em Economia pela FEA/USP, Professora do Programa de Mestrado em Economia Regional da Universidade Estadual de Londrina - UEL. E-mail: mgabardo@uel.br

Felipe Marques

Graduando em Economia da Universidade Estadual de Londrina - UEL. Bolsista PIBIC/CNPq. E-mail: felipe311.marques@gmail.com

Vanderlei José Sereia

Doutorado em Administração pela UNINOVE, Professor do Curso de Economia da Universidade Estadual de Londrina - UEL. E-mail: sereia@uel.br

Saulo Fabiano Amâncio Vieira

Doutorado em Administração pela UNINOVE, Professor do Curso de Administração da Universidade Estadual de Londrina - UEL. E-mail: saulofav@gmail.com

Resumo

O objetivo do artigo é avaliar a evolução do Sistema Nacional de Inovação em biotecnologia no Brasil, especialmente após 1990. Utiliza-se o referencial teórico neoschumpeteriano, que enfatiza o papel das inovações para o desenvolvimento econômico. A coleta de dados foi realizada na base do CNPQ – grupos de pesquisa - e do INPI – patentes – e analisa-se a evolução quantitativa de indicadores de desempenho científico e tecnológico selecionados. A análise dos resultados relacionados aos grupos de pesquisa revela substancial melhora ao longo do período estudado, sugerindo amadurecimento científico em biotecnologia e efetividade das políticas de fomento ao setor. A análise dos dados das patentes apresenta resultados insatisfatórios, e aponta para uma fragilidade tecnológica e inovativa, evidenciando a necessidade de maior apoio à inovação. Os resultados também indicam a existência de disparidades geográficas, e grande predominância das regiões Sul e Sudeste. A conclusão da pesquisa é que o Sistema Nacional de Inovação em biotecnologia no Brasil encontra-se parcialmente desenvolvido, com fortalecimento no âmbito científico, e deficitário no âmbito tecnológico.

Palavras-chaves: Patente. Grupo de Pesquisa. Biotecnologia.

Abstract

The objective of the paper is to evaluate the evolution of the National System of Innovation in Biotechnology in Brazil, especially after 1990. We use neoschumpeterian theoretical reference, which emphasizes the role of innovation in economic development. We proceed data collection in CNPq's research groups and INPI patents data base in Brazil and we analyses selected indicators of scientific and technological performance. The results analyses of the research groups show substantial improvement through the studied period, suggesting scientific maturity in biotechnology and effectiveness of the fomenting policies in the sector. While the results of patents have unsatisfactory results, pointing to innovative and technological fragility, highlighting the need for greater support for innovation. The results also indicate the existence of geographical disparities, and great predominance of South and Southeast regions. The conclusion of the research is that the National System of Innovation in biotechnology in Brazil is partially developed, strengthened in scientific scope, and deficient in technological scope.

Keywords: Patent. Research Group. Biotechnology.

1 INTRODUÇÃO

A biotecnologia, em sua concepção moderna, é ainda um campo de estudo relativamente recente, que se encontra na fronteira do conhecimento, e em contínua expansão, mas que hoje já é considerada uma realidade. Suas aplicações podem gerar *spillovers* em diferentes áreas, e beneficiar toda a economia. Desta forma, cria-se a expectativa de que a biotecnologia seja capaz de provocar uma revolução econômica, configurando-se como um novo paradigma técnico-econômico.

Caso estas possibilidades se concretizem, é essencial para os países de liderança global o domínio desta nova tecnologia. Surge daí uma grande janela de oportunidade para o desenvolvimento brasileiro, levando em consideração o potencial do país e sua abundância e diversidade em recursos naturais, essenciais para o manejo da biotecnologia. E para que esta oportunidade seja aproveitada, é necessário que o país consiga formar um ambiente institucional sólido, que gere incentivos suficientes para a criação e difusão de novas inovações no setor.

Uma análise da evolução do Sistema Nacional de Inovação em biotecnologia no Brasil é o primeiro passo a ser dado neste sentido, para que a partir dos resultados encontrados seja possível avaliar a efetividade das políticas atualmente em vigor no setor. A identificação de seus gargalos constitui um importante fator na consolidação da biotecnologia no Brasil, para que possam ser propostas novas alternativas ao seu desenvolvimento.

O objetivo do artigo é avaliar a evolução do Sistema Nacional de Inovação em biotecnologia no Brasil, especialmente após 1990. Utiliza-se o referencial teórico neoschumpeteriano, que enfatiza o papel das inovações para o desenvolvimento econômico. A coleta de dados foi realizada na base do CNPQ – grupos de pesquisa - e do INPI – patentes – e analisa-se a evolução quantitativa de indicadores de desempenho científico e tecnológico selecionados. O artigo está estruturado em 5 partes: introdução, referencial teórico e empírico, metodologia, discussão dos resultados e considerações finais.

2 REFERENCIAL TEÓRICO E EMPÍRICO

2.1 BIOTECNOLOGIA: CARACTERIZAÇÃO, CENÁRIO E EVOLUÇÃO

Não há na literatura uma definição precisa sobre a biotecnologia. De uma forma geral, admite-se que a biotecnologia é o manejo de agentes biológicos, ou parte deles, para a geração de novos produtos ou processos. Amâncio (2011, p. 43), afirma que o termo biotecnologia foi utilizado pela primeira vez pelo húngaro Karl Ereky, referindo-se às “atividades cujos produtos provinham da ação de organismos vivos em matérias brutas”.

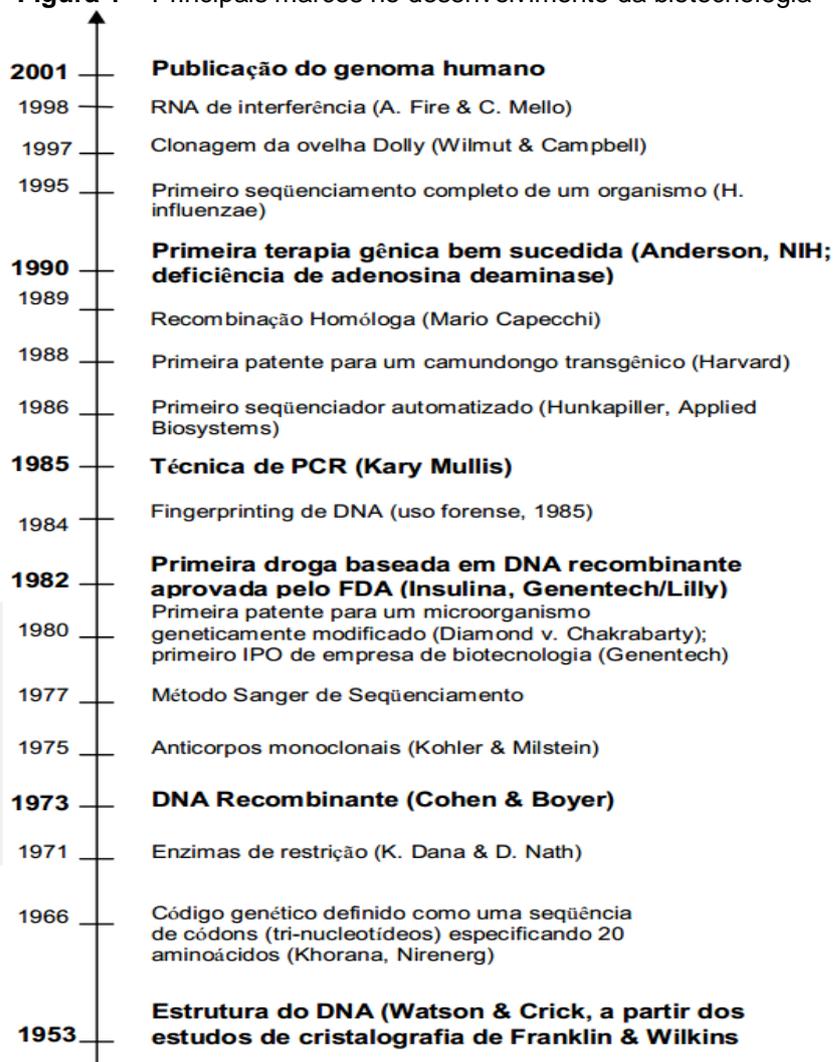
Entretanto, dentro desta definição abrangente, a simples produção de alimentos fermentados pode ser considerada uma aplicação da biotecnologia. Desta forma, o uso do termo biotecnologia no contexto científico atual está relacionada ao que se considera chamar de moderna biotecnologia, relacionada com o manejo da engenharia genética e áreas correlatadas (LADEIRA, 2012).

Pagola (2012, p. 62) propõe uma definição de biotecnologia que leve em consideração as questões levantadas até então, bem como outra característica própria deste tipo de tecnologia: seu caráter complexo e multidisciplinar. Assim, biotecnologia foi definida como:

“um corpo de conhecimento e um amplo conjunto de procedimentos e tecnologias que operam de maneira integrada sobre os atributos das células ensejando 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.”

Neste contexto específico, a biotecnologia ainda é considerada uma ciência nova, cujas principais descobertas foram realizadas nos últimos 50 anos, o que evidencia seu potencial de crescimento (LADEIRA, 2012). A figura 1 traça um panorama histórico dos principais marcos no desenvolvimento da biotecnologia.

Figura 1 – Principais marcos no desenvolvimento da biotecnologia



Fonte: Drummond (2009)

É possível perceber o potencial que carrega a biotecnologia a partir dos transgênicos, uma das principais formas de aplicação da biotecnologia. Segundo Amâncio (2011), a estimativa é que até 2015 existam 120 tipos diferentes de transgênicos comercializados no mundo. A tecnologia se encontra hoje em sua segunda fase de desenvolvimento, sendo possível inserir em produtos agrícolas características como tolerância a herbicidas, ou resistência a insetos, resultados da

primeira fase de pesquisa, ou até mesmo o aumento ou inibição de certas características desejáveis, tais como o aumento do valor nutricional dos alimentos, graças à segunda fase dos transgênicos. Entretanto, as expectativas apontam para o surgimento da terceira fase, no qual os produtos possam funcionar como bioreatores, para a produção de enzimas, anticorpos ou mesmo vacinas comestíveis. A biotecnologia pode desta forma, causar uma revolução na medicina preventiva (AMÂNCIO, 2011).

O processo de inovação na biotecnologia é marcado pela incerteza, devido sua grande dependência à pesquisa básica que incorre em altos custos. Devido a isto, é possível classificá-lo como um regime de inovação baseado em ciência (PAGOLA, 2012). O caráter incerto do desenvolvimento da biotecnologia é evidenciado por Drummond (2009), afirmando que a cada 10.000 candidatos a novos fármacos, somente um chega ao mercado.

Apesar de a pesquisa básica ser considerada essencial, ela não é a fonte exclusiva de inovações. Não se deve considerar somente a ótica linear, que parte da base científica para alcançar a pesquisa aplicada, o desenvolvimento tecnológico e o mercado. A dinâmica do processo inovativo na biotecnologia exige cada vez mais interação entre diferentes agentes (SALLES-FILHO *et al.*, 2001). A homogeneidade de agentes que participam no sistema de inovação em biotecnologia pode ser evidenciada pela atuação de grandes empresas multinacionais, pequenas empresas, institutos de pesquisa, agências de financiamento e capital de risco, que coexistem em um regime de cooperação e interação (ROSSI, 2012).

A formação de um setor competitivo em biotecnologia requer além da base científica consolidada, um setor produtivo capaz de transformar o desenvolvimento científico em novos bens e serviços, e um ambiente institucional que ofereça segurança ao empresário inovador (DRUMMOND, 2009).

As empresas de destaque neste tipo de cenário são as Novas Empresas de Biotecnologia (NEBs). São empresas de pequeno porte, elevado grau de especialização, e atuantes em pequenos nichos de mercado, que exploram o potencial tecnológico derivados do avanço científico. Como aponta Valle (2005), grande parte destas empresas surgiram como *start ups*, fundadas por professores e vinculadas ao ambiente universitário, e por este motivo, muitas delas são resultados da atividade de incubadoras. Portanto, para Rossi (2012), as empresas de biotecnologia são tipicamente schumpeterianas.

Devido a seu tamanho pequeno, e falta de aporte de capital, poucas empresas são capazes de viabilizar sua existência, assim, muitas NEBs decretam falência prematuramente (AMÂNCIO, 2011). A solução encontrada para muitas destas empresas para se manterem no mercado é a formação de parcerias com empresas maiores, o que estabelece um vínculo mutuamente benéfico. As pequenas empresas de biotecnologia conseguem obter recursos financeiros e melhores condições de inserção mercadológica enquanto as grandes empresas aproveitam-se das competências técnico-científica e reduzem os riscos advindos da pesquisa (Valle, 2005). Os acordos de cooperação também são vantajosos para as NEBs por se constituírem um indicativo de credibilidade, como indica Galimberti *et al.*, apud Salles-Filho *et al.* (2005). Por fim, Pagola (2012) adverte que não existe um modelo de cooperação único ou predominante neste tipo de cooperação.

O cenário brasileiro de biotecnologia apresenta certas características próprias que não correspondem ao padrão de desenvolvimento internacional. Primeiramente, tendo em vista a enorme biodiversidade do território nacional, com

15% do total de espécies catalogadas, o país possui grande perspectiva de desenvolvimento. Entretanto, em vista de sua condição como país emergente, ainda enfrenta dificuldades no manejo das tecnologias avançadas necessárias, embora haja um esforço em políticas públicas para o crescimento do setor (MENDONÇA; FREITAS, 2010).

Embora existam políticas públicas, elas são consideradas esparsas e descontínuas, e portanto, insuficientes; o principal resultado alcançado por elas foi a formação de recursos humanos especializados (VALLE, 2005; PAGOLA, 2012). O país possui hoje relevância mundial na produção científica em biotecnologia (DRUMMOND, 2009).

Há uma clara deficiência na transição da excelência científica para a introdução de novos bens ou processos. Primeiramente porque grande parte dos investimentos nessa área são efetuados pelo Governo e voltados para Universidades e Institutos públicos de pesquisa. Dessa forma, esta dependência dos recursos públicos são fatores limitantes (Ladeira, 2012). Além disso, no Brasil, pesquisas com potencial de patenteamento possuem mais incentivos a se tornarem artigos acadêmicos (FREITAS; SOUZA FILHO, 2012). Outra questão apontada por muitos autores como um entrave no cenário da biotecnologia brasileira é ambiente institucional não resolvido (VALLE, 2005; DRUMMOND, 2009; PAGOLA, 2012).

As empresas brasileiras, por outro lado, possuem um comportamento conservador, e avessos ao risco, resultantes do processo histórico do desenvolvimento do Sistema Nacional de Inovação brasileiro e das políticas de Ciência e Tecnologia. As principais inovações realizadas por estas empresas se resumem a ações incrementais e adaptações de tecnologia (VALLE, 2005). A fragilidade das empresas nacionais também é apontada por Salles-Filho *et al.* (2001), evidenciando os baixos investimentos em P&D e contratação de mão de obra especializada.

Desta forma, o Sistema Nacional de Inovação em biotecnologia ainda se encontra atrás de outros países, tanto desenvolvidos como em desenvolvimento (FREITAS; SOUZA FILHO, 2012). Pagola (2012) vai além, ao afirmar que não existe de fato um mercado de biotecnologia no país. Ainda de acordo com ele, existe a possibilidade de criação de uma área organizada de biotecnologia, mas não parece provável em futuro próximo.

2.2 O PAPEL DAS INOVAÇÕES E O SISTEMA NACIONAL DE INOVAÇÃO: UMA BREVE REVISÃO DA LITERATURA

Schumpeter (1982) deu início a uma nova maneira de se interpretar a economia de mercado. Nesta nova proposta, o crescimento econômico e os ciclos no qual o capitalismo está suscetível são explicados pelas inovações. O conceito de inovação aqui adotado é amplo, e de acordo com Possas (2002) ela pode incluir mudanças nos produtos, nos processos produtivos, nas fontes de matérias-primas, nas formas de organização produtiva, ou nos próprios mercados, ou genericamente, quaisquer mudanças no espaço econômico. A maior contribuição deste novo tipo de abordagem foi considerar o progresso tecnológico endógeno ao sistema econômico.

A maneira como este processo se desenvolve é explicado do seguinte modo: as empresas estão inseridas em um ambiente de concorrência, e por este motivo, são incentivadas permanentemente a buscarem novos espaços, visando a possibilidade de lucros de monopólios, ainda que possivelmente temporários. Nesse

cenário, a principal forma de concorrência enfrentada pelas empresas é a diferenciação de produto, introduzida pelas inovações, sendo esta a responsável por rupturas nas estruturas vigentes.

A economia não é mais analisada sob uma ótica estática de equilíbrio, mas um processo dinâmico de desequilíbrios ininterruptos (POSSAS, 2002). Entretanto, como observam Shikida e Bacha (1998), as inovações tendem a se concentrar em alguns setores da economia, e seu processo de difusão é desigual. Este processo é chamado por Schumpeter (1961) de destruição criadora, na medida em que antigas estruturas são continuamente substituídas por novas através das inovações. Este fenômeno, que é o cerne do funcionamento da economia capitalista é explicado por Nelson e Winter (1982) por meio de analogias à teoria biológica evolucionista.

A importância assumida pelas inovações é destacada por Freeman e Soete (2008, p. 19):

“(...) as inovações são importantes não somente para aumentar a riqueza das nações no sentido estrito de aumentar a prosperidade, mas também no sentido mais fundamental de permitir as pessoas fazerem coisas que nunca haviam sido feitas anteriormente. Elas possibilitam modificar toda a qualidade de vida para melhor ou para pior.”

A teoria de Schumpeter vem sendo aprimorada desde então. Os chamados neoschumpeterianos passaram abordar questões relacionadas aos determinantes da inovação. Mais uma vez as teorias econômicas ortodoxas foram deixadas de lado, preteridas por abordagens mais sistêmicas e condizentes com a realidade. As inovações, segundo a microeconomia tradicional é resultado exclusivo do P&D das firmas, seguindo a lógica linear, que parte da pesquisa básica, passa pela pesquisa aplicada e desenvolvimento, e chega ao mercado. Essa ideia foi substituída pela noção de que a inovação não parte unicamente do esforço das firmas, sendo um processo muito mais complexo e dinâmico, resultado da interação contínua entre diferentes agentes, tais como universidades, governos, organizações científicas, trabalhadores, e consumidores, além das firmas. Malerba (1992) destaca a pluralidade de formas que o aprendizado pode tomar, apontando seis diferentes possibilidades: *learning by doing*, *learning by using*, *learning from advances in science and technology*, *learning from inter-industry spillovers*, *learning by interacting* e *learning by searching*.

Lundvall (1988) também destaca a importância da interação, especialmente entre produtores e usuários no processo de geração e difusão de inovações, porém adverte que “a distância geográfica e cultural é um fator que pode impedir a interação entre usuários e produtores”. Assim, ele define os Sistemas de Inovação, a partir do termo Sistema Nacional de Inovação cunhado por Freeman (1987), para explicar porque diferentes países apresentam diferentes padrões de desenvolvimento. O entendimento dos Sistemas Nacionais de Inovação (SNI) é essencial para a compreensão de como a interação entre os agentes se processa de acordo com diferentes ambientes institucionais. Lundvall (1988) aponta que a estrutura dos Sistemas Nacionais é produto do processo histórico de formação dos países; essa ideia é reforçada por Freeman (1995), que analisa os Sistemas Nacionais de Inovação de diferentes países sob uma perspectiva predominantemente histórica, afirmando que mesmo em um ambiente altamente globalizado como o atual, as fronteiras geográficas e o recorte nacional dos Sistemas de Inovação não devem ser ignorados. Desse modo, a abordagem do SNI

busca captar as particularidades de diferentes países, e de que forma elas alteram o desenvolvimento das inovações.

2.3 A MENSURAÇÃO DAS INOVAÇÕES

Um problema recorrente neste tipo de abordagem é a dificuldade em conseguir avaliar o efetivo grau de desenvolvimento de um Sistema de Inovação, visto que se trata de um conceito de difícil quantificação. O próprio Lundvall (1988) trata desta dificuldade.

A maneira mais comum encontrada na literatura para realizar este tipo de avaliação é por meio da análise das patentes. Segundo Griliches (1998, p. 287), as vantagens de se utilizar patentes como indicadores do progresso técnico são: *“They are available; they are by definition related to inventiveness, and they are based on what appears to be an objective and only slowly changing standard”*. Embora o uso de patentes pareça ser uma medida razoável, é preciso estar atento às suas limitações, como indicam Freeman e Soete (2008), argumentando que as patentes indicam muito mais um indicador de resultados inventivos que inovativos, além do fato que diferentes ramos e firmas não possuem a mesma propensão a patentear, mas ainda assim, são muito mais úteis do que comumente se acredita.

Embora seja menos usual, é possível estender a análise anterior também à avaliação dos grupos de pesquisa. Ainda que não seja uma representação perfeita do desenvolvimento científico de uma nação, os grupos de pesquisa certamente refletem ao menos os incentivos e os esforços governamentais para com o progresso científico.

A utilização destes indicadores para o setor da biotecnologia traz mais um obstáculo. Como aponta Ladeira (2012), não existe na Classificação Internacional de Patentes (CPI), adotada pelo Instituto Nacional de Propriedade Intelectual (INPI), uma categoria única que possa enquadrar todas as patentes em biotecnologia, devido ao caráter multidisciplinar da mesma. A solução encontrada para este trabalho é a sugestão oferecida por Mendonça e Freitas (2010) que consiste na utilização de palavras-chave da área de biotecnologia. As palavras chaves a serem utilizadas são: biotecnologia, genética e genômica.

3 METODOLOGIA

A metodologia deste trabalho consiste então na utilização das palavras-chave relacionadas à biotecnologia para a coleta de informações junto a base de dados de patentes do Instituto Nacional de Propriedade Industrial (INPI) e dos censos de 2000, 2006 e 2010 disponibilizados pelo Diretório de Grupos de Pesquisa no Brasil, do CNPq referentes a grupos de pesquisa. Na análise, grupos de pesquisa e patentes são avaliados como indicadores do desenvolvimento científico e tecnológico, respectivamente.

4 ANÁLISE DE RESULTADOS

4.1 ANÁLISE DOS GRUPOS DE PESQUISA

De acordo com os censos do CNPq, havia em 2000, 479 grupos de pesquisa relacionados às palavras-chave em biotecnologia. Em 2006, somavam-se 932

grupos. Já em 2010, chega-se a 1299. Um impressionante crescimento de 171,90% no período total, indicando o fortalecimento científico no SNI em biotecnologia.

Do total destes grupos, a maior parte deles se encontra concentrado nas regiões Sul e Sudeste. Em 2000, dos 479 grupos, 246 deles estavam no Sudeste (51,36%) e 112 na região Sul (23,38%). Juntos eles somavam 74,74% dos grupos de pesquisa. O Nordeste aparece em terceiro lugar com 13,78% dos grupos, seguido do Centro-Oeste com 5,85%, enquanto a região Norte possuía apenas 5,64% grupos de pesquisa. Em 2006, o Sudeste possuía 46,46% dos 932 grupos de pesquisa, enquanto o Sul detinha 23,07%, novamente seguido de Nordeste (16,31%), Centro-Oeste e Norte (ambos possuíam 7,08% dos grupos).

Houve uma pequena redução desta concentração em 2010; entre 1299 grupos no total, 561 deles eram sediados no Sudeste (43,19%) e 270 no Sul (20,79%), enquanto o Nordeste alcança a participação de 18,78% dos grupos, as regiões Centro-Oeste e Norte apresentam pequena melhora, com participação de 8,93% e 8,31%, respectivamente.

Há também uma concentração evidente em torno do estado de São Paulo. No primeiro período de análise, São Paulo possuía 128 grupos de pesquisa (26,72% do total), no segundo período, o estado aparece com 220 grupos (23,61%), enquanto no último período, São Paulo possuía 264 grupos (uma fatia de 20,32%). Durante todo o período de análise, o estado de São Paulo sozinho ultrapassava as regiões Centro-Oeste e Norte juntas em número de grupos de pesquisa.

Estes dados sugerem uma possível tendência de desconcentração regional dos grupos de pesquisa, embora atualmente não seja possível classificá-los como homogeneamente distribuídos ao longo do território nacional. A discrepância entre as diferentes regiões ainda é imensa. As informações até agora expostas podem ser visualizados na Tabela 1.

Tabela 1 – Distribuição geográfica dos Grupos de pesquisa em biotecnologia no Brasil

Regiões	2000		2006		2010	
	Grupos	Relativo(%)	Grupos	Relativo(%)	Grupos	Relativo(%)
Total	479	100,00	932	100,00	1299	100,00
SE	246	51,36	433	46,46	561	43,19
S	112	23,38	215	23,07	270	20,79
NE	66	13,78	152	16,31	244	18,78
CO	28	5,85	66	7,08	116	8,93
N	27	5,64	66	7,08	108	8,31
SP	128	26,72	220	23,61	264	20,32

Fonte: Elaborado pelos autores a partir dos dados CNPQ (2014)

Entre as instituições de pesquisa, as de maior destaque são: Universidade de São Paulo (USP), sendo a instituição com maior número de grupos de pesquisa por todo período, com 55 grupos cadastrados em 2000, 78 grupos cadastrados em 2006 e 86 grupos cadastrados em 2010 e a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), segunda colocada nos três censos analisados, possuindo primeiramente 32 grupos, passando a 50 grupos em 2006 e 62 grupos em 2010. Outras instituições atualmente expressivas são a Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (UNESP), a Universidade Federal do Rio de Janeiro

(UFRJ) e a Universidade Federal de Viçosa (UFV). A tabela com as dez principais instituições de pesquisa e ensino atuantes no SNI em biotecnologia é observada na Tabela 2.

Tabela 2 – Principais instituições de pesquisa em biotecnologia no Brasil

Instituições	Total de grupos		
	2000	2006	2010
USP	55	78	86
EMBRAPA	32	50	62
UNESP	11	36	46
UFRJ	16	36	39
UFV	14	24	39
FIOCRUZ	12	29	37
UFMG	25	33	36
UFRGS	14	20	30
UFPR	10	22	29
UNICAMP	17	24	26

Fonte: Elaborado pelos autores a partir dos dados CNPQ (2014)

Esta Tabela 2 evidencia ainda mais a concentração regional existente no âmbito científica do SNI em biotecnologia. Entre as instituições mais expressivas, apenas a EMBRAPA é situada no Distrito Federal, e, portanto fora do eixo Sudeste-SUL. Por outro lado, analisando a participação das dez principais instituições de cada censo estudado, tem-se que em 2000, estas instituições possuíam 43,84% do total dos grupos cadastrados; em 2006 este valor foi de 37,88%, em 2010 este total foi reduzido para 33,41%. Assim, estes números evidenciam a tendência de desconcentração científica em torno das principais instituições, e possível fortalecimento das instituições de menor expressão.

Ainda em relação aos grupos de pesquisa, é possível encontrarmos outros indicadores de bom desempenho, e fortalecimento científico do SNI em biotecnologia. A busca através das palavras-chave mostra um impressionante avanço na produção de CT&A. De acordo com os censos do CNPq, em 2000, havia 11.192 produções em CT&A relacionadas à biotecnologia, genética ou genômica. No censo de 2006 houve um significativo aumento deste número, atingindo 23.814 produções, enquanto em 2010 este número se manteve razoavelmente estável, alcançando as 25.393 produções em CT&A, como visto na Tabela 3. Desta forma, no período considerado, houve um crescimento de 126,89% na produção dos grupos de pesquisa em biotecnologia.

Tabela 3: Produção em CT&A dos grupos de pesquisa em biotecnologia no Brasil

Produção CT&A	2000	2006	2010
Biotecnologia	1937	4941	5698
Genética	9054	17458	18271
Genômica	201	1415	1424
Total	11192	23814	25393

Fonte: Elaborado pelos autores a partir dos dados CNPQ (2014)

É também possível perceber o amadurecimento científico em biotecnologia por meio do número de pesquisadores e estudantes atuando na área. Em 2000, 3285 pesquisadores e 178 estudantes estavam relacionados à biotecnologia, em 2006 o número de pesquisadores saltou para 6964 e o de estudantes manteve-se estável com 891 alunos, enquanto em 2010 foram contabilizados 8963 pesquisadores e 2033 estudantes. Isto representa um crescimento em 172,85% de pesquisadores e 122,43% de estudantes dedicados à biotecnologia. Estes dados são expostos na Tabela 4.

Tabela 4 – Pesquisadores e estudantes envolvidos em pesquisa com biotecnologia no Brasil

Pesquisadores	2000	2006	2010	Estudantes	2000	2006	2010
Biotecnologia	1000	2082	2843	Biotecnologia	178	168	488
Genética	2132	4183	5223	Genética	712	651	1374
Genômica	153	699	897	Genômica	24	72	171
Total	3285	6964	8963	Total	914	891	2033

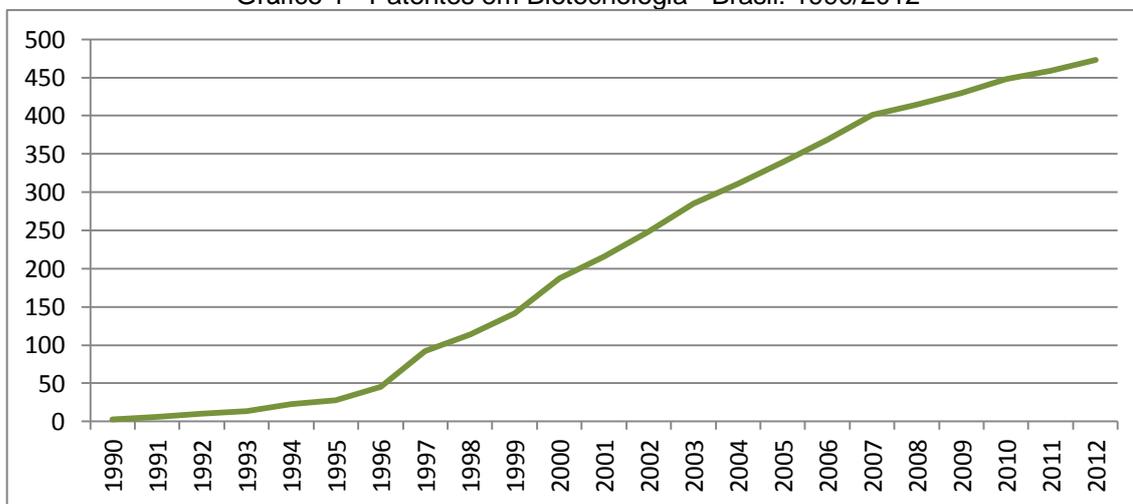
Fonte: Elaborado pelos autores a partir dos dados CNPQ (2014)

Sintetizando os resultados obtidos com a análise dos grupos de pesquisa em biotecnologia, é possível encontrar dados satisfatórios. Todos os indicadores estudados (quantidade de grupos, produção de CT&A, número de pesquisadores e número de alunos) apresentaram crescimento superior a 100% no período de 2000 a 2010. Mesmo o principal fator limitante encontrado, a concentração regional, apresenta indícios de melhoras. O Nordeste já apresenta resultados semelhantes ao Sul em relação ao total de grupos de pesquisa, e embora o desempenho das regiões Centro-Oeste e Norte ainda estejam aquém do esperado, ambas apresentaram continua melhora em suas participações. Pode-se afirmar portanto, que as atuais políticas de desenvolvimento científico em biotecnologia são efetivas, e o Brasil parece estar trilhando o caminho correto rumo a excelência na área.

4.2 ANÁLISE DE PATENTES

No diretório de patentes do INPI, até o ano de 1990 havia apenas três patentes cadastradas relacionadas às palavras-chave em biotecnologia. A partir de então, o número de depósitos passou a ser mais frequente, especialmente após 1996, sendo que no ano de 2000 já existiam 187 patentes cadastradas. Até 2012 foram contabilizados 473 patentes, ou seja, um crescimento expressivo de 152,94% no depósito de patentes em biotecnologia em 12 anos. Estes dados são visualizados no Gráfico 1. Apesar da inexistência de uma categoria específica para patentes em biotecnologia na Classificação Internacional de Patentes, a maior parte delas (256 patentes ou 54,12%) é enquadrada na categoria C12, que diz respeito à “bioquímica; cerveja; álcool; vinho; vinagre; microbiologia; enzimologia; engenharia genética ou de mutação”.

Gráfico 1 - Patentes em Biotecnologia - Brasil: 1990/2012



Fonte: Elaborado pelos autores a partir dos dados INPI (2014)

Entretanto, observando estes números com maiores detalhes é possível perceber uma realidade muito mais modesta. Do total das 473 patentes enumeradas, apenas 130 delas (27,48% do total) foram originalmente depositadas no Brasil, enquanto as 343 restantes foram pedidos advindos de outros países com prioridade unionista. Ainda entre as patentes brasileiras, 19 delas foram pedidos realizados por estrangeiros, restando apenas 111 depósitos de patentes em biotecnologia originários de residentes internos. Neste sentido, o país vem sendo muito mais um receptor de inovações externas que um inovador. Os dados referentes às patentes em biotecnologia são mostrados na Tabela 4.

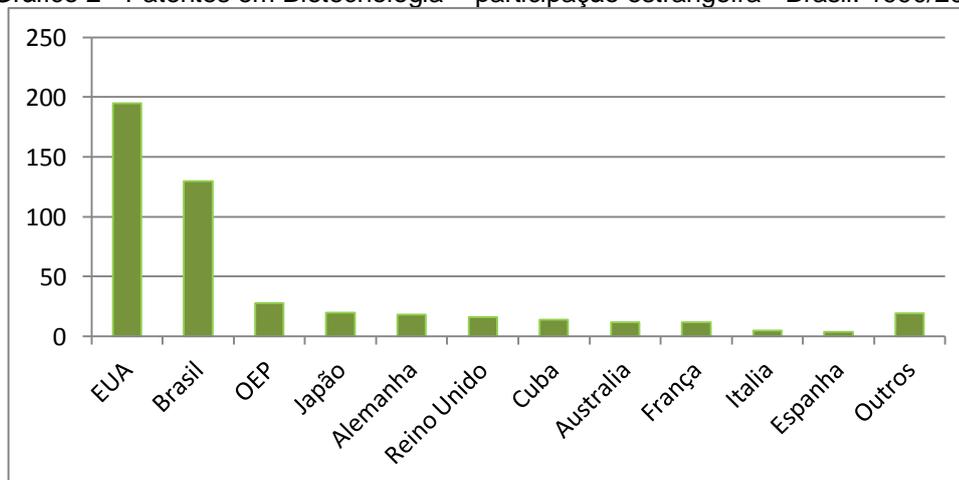
Tabela 4 - Patentes em Biotecnologia – Participação de residentes, estrangeiros e prioridade unionista - Brasil: 1990/2012

Patentes de Biotecnologia	Quantidade	Participação (%)
Total de Patentes	473	100,00
Patentes Brasileiras	130	27,48
Residentes Internos	111	85,38
Estrangeiros	19	14,62
Prioridade Unionista	343	72,52

Fonte: Elaborado pelos autores a partir dos dados INPI (2014)

Conforme o Gráfico 2, o Brasil é apenas o segundo país com maior número de patentes depositadas em território nacional, ficando atrás dos EUA, que possuem 195 patentes em vigor no país, detendo 27,48% do total. Outras regiões com participação expressivas são a Europa, sob a denominação de “Organização Europeia de Patentes”, com 28 patentes (5,92%), Japão, que detém 20 patentes (4,23%), Alemanha, com 18 patentes (3,81%), Reino Unido, com 16 depósitos (3,38%), e Cuba, com 14 depósitos de patentes (2,96%).

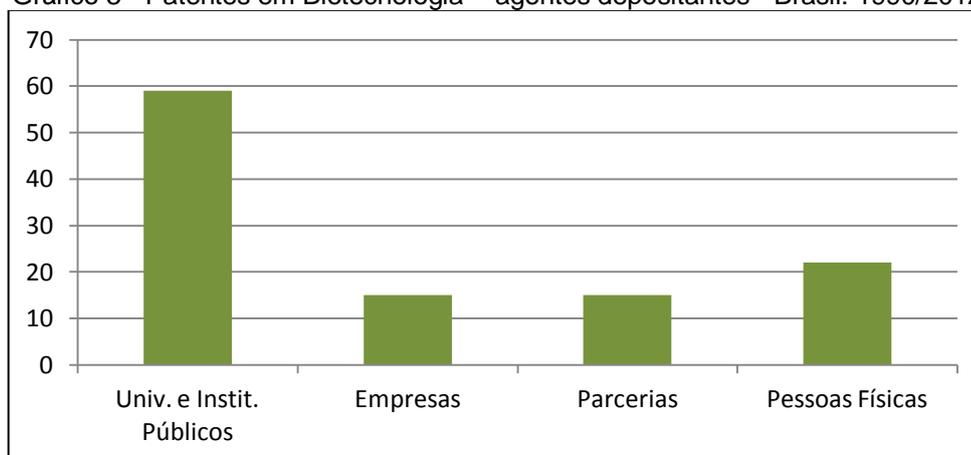
Gráfico 2 - Patentes em Biotecnologia - participação estrangeira - Brasil: 1990/2012



Fonte: Elaborado pelos autores a partir dos dados INPI (2014)

O âmbito tecnológico do SNI em biotecnologia apresenta ainda mais sinais de fragilidade quando analisamos o perfil das patentes brasileiras. Entre as 111 patentes de residentes internos, 59 delas foram depositadas por Universidades ou Institutos de Pesquisa públicos. Enquanto 15 delas são oriundas de empresas, 15 foram resultados de parcerias, e 22 delas foram depositadas por pessoas físicas. Os agentes com maior número de patentes depositadas são: Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), que detém 22 patentes, a Universidade de São Paulo, responsável por cinco depósitos, e o Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), a Fundação Oswaldo Cruz (FIOCRUZ), Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP) e a Universidade Federal de Pelotas (UFPel), com três patentes cada. A composição dos depositantes das patentes é verificada no Gráfico 3.

Gráfico 3 - Patentes em Biotecnologia - agentes depositantes - Brasil: 1990/2012



Fonte: Elaborado pelos autores a partir dos dados INPI (2014)

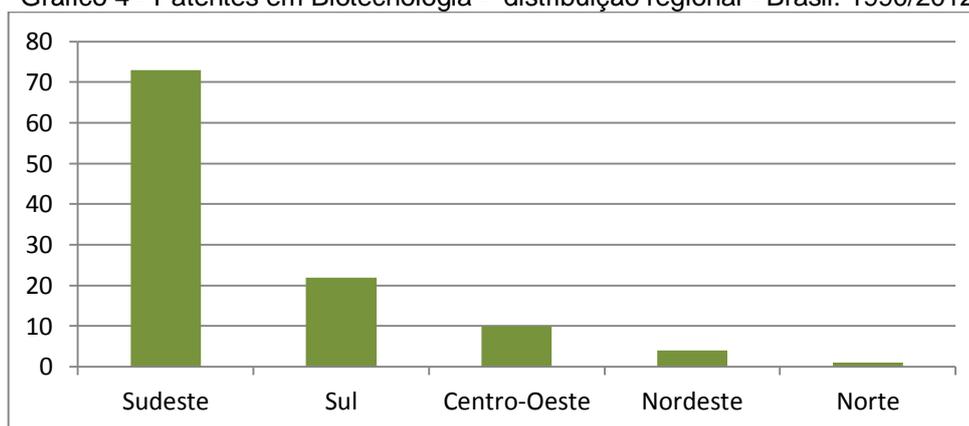
Há portanto no SNI em biotecnologia no Brasil uma dependência imensa nas instituições públicas, que são as principais responsáveis tanto pelo desenvolvimento no âmbito científico, como também no tecnológico. A participação privada na geração de patentes é muita pequena, e apenas duas empresas, Petrobras e Genoa

Biotecnologia, possuem mais de uma patente, enquanto a Companhia Suzano Papel e Celulose é a única empresa privada com mais de uma parceria registrada, evidenciando a aversão ao risco das empresas nacionais, ou em menor escala, a ineficiência do sistema patentário em vigor no Brasil, que não cria incentivos suficientes ao empresário.

A interação entre os agentes, considerada essencial na geração e difusão de inovações, também se mostra insuficiente, considerando que somente 13,51% das patentes são fruto de parcerias. As instituições que mais estão envolvidas em parcerias são a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) que possui cinco patentes em parceria com outras instituições, a Universidade de São Paulo (USP), com quatro parcerias, e a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) que possui três patentes conjuntas com outros depositantes. A EMBRAPA é também a única instituição que possui uma patente em parceria com um órgão internacional, o Centro Internacional de Agricultura Tropical, com sede na Colômbia.

A concentração regional no eixo Sul-Sudeste existente no SNI em biotecnologia é ainda mais evidente no âmbito tecnológico. A região Sudeste detém 73 depósitos de patentes, correspondente a 65,77% das patentes nacionais, o Sul aparece a seguir com 22 patentes, participação de 19,82%, em terceiro lugar está a região Centro-Oeste, com 10 patentes depositadas, 9,01% do total, seguido do Nordeste com quatro patentes, uma participação de 3,60%, enquanto a região Norte possui apenas uma patente em biotecnologia, o que representa somente 0,90% das patentes. Há também uma patente sem registro de localidade. São Paulo novamente possui a maior participação entre os estados, responsável por 34 patentes (30,63% do total), quantidade superior à registrada pelas regiões Norte, Nordeste e Centro-Oeste juntas.

Gráfico 4 - Patentes em Biotecnologia - distribuição regional - Brasil: 1990/2012



Fonte: Elaborado pelos autores a partir dos dados INPI (2014)

A análise do desenvolvimento tecnológico do SNI em biotecnologia no Brasil, por meio da análise de patentes nos revela dados preocupantes. Os números apresentados, que em valores absolutos parecem indicar bons resultados, acabam por retratar a ineficiência existente no país em transformar progresso científico em desenvolvimento tecnológico, evidenciados pelo fato do Brasil não ser nem mesmo o principal depositante de patentes em seu próprio território.

A baixa articulação privada surge como um gravíssimo entrave ao amadurecimento do SNI em biotecnologia. As instituições públicas são responsáveis

por levar a cabo todo o processo de inovação, desde a pesquisa incipiente, até o patenteamento de novos produtos ou processos, e os dados sugerem que estes esforços sejam insuficientes. A interação existente entre os agentes também é insatisfatória, e o possível compartilhamento de conhecimento que poderia advir daí não é concretizado. Por fim, a centralização existente no Sul e Sudeste é ainda mais perceptível pela análise patentária. Estas regiões concentram mais de 85% do total das patentes, enquanto as regiões restantes apresentam números inferiores ao de São Paulo, e deixa clara a estreita relação existente entre produção científica e tecnológica.

Deste modo, as atuais políticas de desenvolvimento tecnológico em biotecnologia devem ser revisadas, bem como as leis do sistema patentário em vigor, para que se possa criar no país um ambiente de incentivo ao amadurecimento do SNI na área, especialmente com relação a maior inclusão de empresas, a possibilidade de formação de parcerias entre diferentes agentes e a diminuição das disparidades regionais.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A avaliação final do SNI em biotecnologia no Brasil traz resultados mistos. Por um lado, o país vem se consolidando cientificamente, com progressiva melhora dos indicadores; por outro lado, fica evidente a dificuldade em transpor essa melhora significativa do âmbito científico em inovações efetivas no campo tecnológico. A excelência nas pesquisas obviamente não deve deixar de ser louvada, porém sem seu devido acompanhamento com eficiência tecnológica, capaz de encontrar aplicações práticas para a ciência, deixa de ter sentido sob a ótica dos Sistemas de Inovação. O SNI em biotecnologia no Brasil não é capaz de gerar inovações suficientes, tornando-se um receptor destas oriundas do exterior.

Embora os resultados encontrados se mostrem abaixo do desejável, eles não diferem muito dos apontados por outros autores abordados anteriormente, tais como Valle (2005), Pagola (2012) e Rossi (2012). Em todos eles o cenário é o mesmo: alto grau de desenvolvimento acadêmico, baixo nível de operação empresarial, que acarreta em dependência da atuação governamental para desenvolvimento do setor, e necessidade de reformulação do ambiente institucional. Talvez o resultado mais discrepante seja em relação ao de Mendonça e Freitas (2010), que não obstante tenham tratado das disparidades regionais, sugerem não haver dependência entre a produção patentária e a localização da mão de obra em biotecnologia, enquanto os dados levantados neste trabalho apontam a existência desta relação entre a localidade dos grupos de pesquisa e a origem das patentes.

Entretanto, ainda é possível perceber o potencial não explorado do país, por meio dos bons resultados apresentados inicialmente. Para que este potencial possa se tornar efetivo é necessário o fortalecimento dos incentivos à inovação em todo o país. A natureza do problema parece ser mais macro que micro. As políticas de fomento à biotecnologia trouxeram resultados desejáveis no sentido de domínio científico no assunto e portanto, o entrave passa a ser um problema mais amplo que não atinge apenas o setor biotecnológico: o baixo incentivo ao empresário em inovar. A dependência no setor público demonstra a carência de empresas dispostas a aceitar os riscos inerentes à inovação e a ausência de parcerias é mais um indicador da fragilidade do incentivo em inovar que prevalece no Brasil.

Assim, é preciso que concomitante às políticas de desenvolvimento em biotecnologia, sejam desenvolvidas novas políticas de apoio e incentivo à inovação, para que dessa forma, o país possa se consolidar como uma importante figura no cenário biotecnológico internacional.

REFERÊNCIAS

AMÂNCIO, M. C. **Sistema de inovação em plantas transgênicas no Brasil: Estratégias para garantir a competitividade nacional neste setor.** Brasília: UCB, 2011.

CONSELHO NACIONAL DE PESQUISA (CNPq). Diretório Nacional de Grupos de Pesquisado do CNPq. Disponível em: <<http://dgp.cnpq.br/buscagrupos>>. Acesso em: 19/03/2014.

DRUMMOND, I. **Avaliação da atividade de patenteamento em biotecnologia no Brasil no período de 1996 a 2007.** Belo Horizonte: UFMG, 2009

FREEMAN, C. **Technology Policy and Economic Performance: Lessons from Japan.** 1st. ed. London: Pinter Publishers, 1987.

FREEMAN, C. The national system of innovation in historical perspective. **Cambridge Journal of Economics**, v. 19, n. 1, p. 5-24, 1995.

FREEMAN, C.; SOETE, C. **A economia da inovação industrial.** Campinas: Editora da Unicamp, 2008.

FREITAS, R. E.; SOUZA FILHO, H. M. Cenário internacional em biotecnologias: espaços para o Brasil? **Parcerias Tecnológicas**, CGEE, v. 17, n. 34, p. 131-154, 2012.

GRILICHES, Z. Patent Statistics as Economic Indicators: A Survey. In: GRILICHES, Z. **R&D and Productivity: The Econometric Evidence.** Chicago: University of Chicago Press, 1998.

INPI - INSTITUTO NACIONAL DE PROPRIEDADE INDUSTRIAL. Disponível em: <<https://gru.inpi.gov.br/pPI>>. Acesso em: 09/02/2014.

LADEIRA, F. D. **A análise da atividade de patenteamento em Biotecnologia no Brasil.** Belo Horizonte: UFMG, 2012.

LUNDEVALL, B. A. Innovation as an interactive process: From user-producer interaction to the National Innovation Systems. In: DOSI, G.; FREEMAN, C.; NELSON, R. R.; SILVERBERG, G. and SOETE, L. (Eds.), **Technology and economic theory**, London: Pinter Publishers, 1988.

MALERBA, F. Learning by firms and incremental technical change. **The Economic Journal**, v. 102, n. 413, p. 845-859, jul. 1992.

MENDONÇA, M. A. A.; FREITAS, R. E. Análise dos grupos de pesquisa em biotecnologias no Brasil. **Revista de Economia Agrícola**, v. 57, p. 5-18, 2010.

NELSON, R. R.; WINTER, S. G. **An evolutionary theory of economic change.** Cambridge: Harvard University Press, 1982.

PAGOLA, C. F. B. **O papel das políticas públicas no regime de inovação de biotecnologia para saúde humana: Brasil 2002-2010.** Rio de Janeiro: UFRJ, 2012.

POSSAS, M. L. Concorrência schumpeteriana. In: KUPFER, D; HASENCLEVER, L. (Orgs.) **Economia Industrial.** Rio de Janeiro: Elsevier, 2002.

ROSSI, M. R. **Biotecnologia no Brasil: Uma Análise Empírica a Partir dos Dados da PINTEC.** Uberlândia: UFU, 2012

SALLES-FILHO, S. L. M. *et al.* **Instrumentos de apoio à definição de políticas em biotecnologia.** Campinas: UNICAMP, 2001.

SCHUMPETER, J. A. **Capitalismo, socialismo e democracia.** Rio de Janeiro: Fundo de Cultura, 1961.

_____. **Teoria do desenvolvimento econômico.** São Paulo: Abril Cultural, 1982.

SHIKIDA, P. F. A.; BACHA, C. J. C. Notas sobre o modelo Schumpeteriano e suas principais correntes de pensamento. **Teoria e Evidência Econômica**, v. 5, n. 10, p. 107-126, maio 1998.

VALLE, M. G. **O Sistema Nacional de Inovação em Biotecnologia no Brasil: Possíveis Cenários.** Campinas: UNICAMP, 2005