

Linha de Pesquisa: História e Dinâmica do Desenvolvimento

A PROBLEMÁTICA DO SISTEMA NACIONAL DE INOVAÇÃO BRASILEIRO

Daniele Neuberger¹
Solange Regina Marin²

RESUMO: O conceito de Sistema Nacional de Inovação vem sendo difundido desde o final da década de 80, como resultado da importância que a inovação exerce sobre as diversas atividades econômicas e, principalmente, da interação entre os diversos atores institucionais. O Brasil, no entanto, enfrenta uma problemática por ser classificado como um dos países que ainda não possui um Sistema Nacional de Inovação maduro e consolidado. O presente artigo propõe-se a estudar as causas desta problemática e, para tanto, analisa o conceito de Sistemas de Inovação e investiga as particularidades históricas do caso brasileiro, a fim de não incorrer em equívocos ao propor soluções *prontas* ao desenvolvimento do país. Torna-se importante, além disso, verificar alguns indicadores de esforço e desempenho do país no que tange ao processo inovativo.

Palavras-chave: Sistema Nacional de Inovação; Brasil; Indicadores.

ABSTRACT: The concept of National Innovation System has been disseminated since the last years of 80th as result of the importance that innovation discharges the many economic activities and mostly the interaction between many institutional actors. Brazil, however, faces a problem because is classified as a country that has not a National Innovation Systems developed and consolidated. The present paper proposes to study the causes of this matter and for that, analyses the concept of National Innovation System and investigate the particularities of the history in the case of Brazil to not incurred in mistakes off proposing prepared solutions to the development of the country. Moreover, it is important verify some indicators of effort and performance of the country with respect to the innovative process.

Key-words: National Innovation Systems; Brazil; Indicators.

JEL: O32, O33, O38

¹ Mestranda do Programa Pós-Graduação em Economia e Desenvolvimento da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM).

² Prof.^a Dr.^a do Departamento de Ciências Econômicas da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM).

INTRODUÇÃO

A importância da inovação é ressaltada desde a obra de Schumpeter (1982), na qual o autor ressalta que as inovações inseridas nas economias capitalistas são fundamentais tanto para o bom desempenho das empresas, através do aumento de sua competitividade com a conquista de lucros extraordinários, quanto para a sociedade em geral, uma vez que as inovações são difundidas através do processo concorrencial, aumentando o nível de emprego, salários e renda da população e conduzindo o sistema econômico ao desenvolvimento.

Segundo Dosi (1988, p. 1120), os agentes alocam recursos para explorar ou desenvolver novos produtos ou novas técnicas, se eles acreditam na existência de algum tipo de oportunidade ainda não explorada, se esperam que haja algum mercado para os seus produtos e se vislumbram um benefício econômico líquido decorrente das inovações.

No atual paradigma tecnoeconômico³ das tecnologias de informação, marcado pela constante incorporação do conhecimento aos processos produtivos, a atividade inovadora assume papel essencial, bem como a compreensão da forma pela qual tal conhecimento é gerado e difundido no sistema econômico. A inovação passa a ser encarada como variável estratégica fundamental para o aumento da produtividade e, consequentemente, da competitividade nacional. (CASSIOLATO E LASTRES, 2005).

De acordo com Marques e Abrunhosa (2005, p. 02-03), logo após a Segunda Guerra Mundial, o processo de inovação era visto de forma linear, iniciando pela pesquisa básica, passando pela pesquisa aplicada, pela invenção, pelos testes de mercado e, finalmente, pela difusão. Este processo era constituído por diferentes estágios que, no entanto, ocorriam de forma sequencial e eram independentes entre si. Contribuições recentes, no entanto, demonstram que a inovação é um processo bem mais complexo e sistêmico, destacando a importância da interação entre diversos agentes: empresas, sistema educacional, organizações de ciência e governo.

³ De acordo com PEREZ (2004, p. 32), o “paradigma tecnoeconômico” é um termo neo-schumpeteriano que deriva do “paradigma tecnológico”- criado por Giovai Dosi para referir-se à lógica condutora da trajetória de tecnologias, produtos e indústrias individuais – que, por sua vez, deriva do conceito de “paradigma científico” de Thomas Kuhn. O “paradigma tecnoeconômico” refere-se, de forma geral, às mudanças na estrutura econômica causadas pelas revoluções tecnológicas.

Tais contribuições envolvem, principalmente, os trabalhos desenvolvidos por Chris Freeman, Richard Nelson e Bengt-Åke Lundvall, no final da década de 80, que utilizaram o termo “Sistema de Inovação” para designar o conjunto de instituições públicas e privadas que contribuem para o desenvolvimento e difusão das inovações. (SBICCA E PELAEZ, 2006).

Este texto objetiva contribuir com a literatura existente sobre os Sistemas Nacionais de Inovação (SNI) e investigar as razões pelas quais o SNI brasileiro ainda é classificado como imaturo e não consolidado, bem como analisar alguns indicadores de esforço e desempenho dos processos inovativos no país. Optou-se pela dimensão nacional dos Sistemas de Inovação a fim de ser possível estabelecer comparações entre o desempenho brasileiro e o de outros países, principalmente aqueles classificados como líderes na produção científica e tecnológica mundial.

O presente estudo conta com quatro seções, além desta breve introdução. Na seção dois, são analisados a origem e os conceitos atribuídos ao SNI. Na seção três, averiguar-se-ão algumas especificidades e características do SNI brasileiro. Na seção quatro, apresentam-se alguns indicadores da atividade inovativa no país. A seção cinco apresenta as considerações finais.

2 O CONCEITO DE SISTEMA NACIONAL DE INOVAÇÃO

Tanto Freeman (1995), quanto Lunvall (2004) reconhecem a grande influência que receberam de Friedrich List na elaboração do conceito de Sistemas de Inovação, devido ao que este chamou de “Sistema Nacional de Economia Política”, defendendo a proteção às indústrias nascentes e uma ampla gama de políticas destinadas à industrialização e ao crescimento econômico, demonstrando preocupação com o aprendizado de novas tecnologias. (FREEMAN, 1995, p. 05)

Segundo Nelson e Nelson (2002), o conceito de “Sistema de Inovação” teria surgido devido à insatisfação dos economistas evolucionários com o tratamento dado pelos economistas neoclássicos aos avanços tecnológicos. Para estes, as tecnologias eram

determinadas através da concorrência *ex-post* e, portanto, não desenvolveram a noção de que seguem um processo evolutivo.

De acordo com Lundvall (2004, p. 04), o conceito foi concebido para ajudar a desenvolver uma alternativa à visão estática da Economia e criticar a sua negligência aos processos dinâmicos relacionados à inovação e à aprendizagem quando se analisa o crescimento econômico e as políticas adotadas para se alcançar o desenvolvimento. Além disso, segundo o autor, o conceito foi importante para se passar da noção “linear” da inovação para a noção “interativa”.

Ainda de acordo com Lundvall (2004, p.10), os sistemas nacionais de inovação são definidos em termos evolutivos devido ao papel estratégico do conhecimento e do aprendizado. Assim, o estudo dos sistemas de inovação pode ser encarado como uma análise de como o conhecimento evolui através de processos de aprendizagem e inovação⁴.

Um “Sistema de Inovação” é o resultado de numerosas interações de uma comunidade de atores e instituições que influenciam o desempenho das empresas e das economias⁵; A importância desse sistema é medida pelo seu poder de distribuição do conhecimento e pela sua capacidade de assegurá-lo aos inovadores. (OCDE, 1996)

Sbicca e Pelaez (2006) esclarecem que um “sistema” pode ser definido como um conjunto de elementos relacionados, que são capazes de formar uma unidade. Assim, de acordo com essa abordagem, “a análise do comportamento isolado de uma firma torna-se insuficiente para entender a dinâmica do processo de inovação, pois ela não inova de maneira isolada.” (SBICCA-FERNANDES E PELAEZ, 2006, p. 417). Para os autores, o âmbito “nacional” geralmente é o escolhido para a análise, pois esta é facilitada se as partes envolvidas no processo possuem o mesmo ambiente nacional e normas em comum⁶. Além

⁴ Segundo Sbicca-Fernandes (2004, p. 03), “A inovação é influenciada pelo aprendizado que pode ocorrer através do aumento da eficiência das operações de produção (*learning-by-doing*), do aumento da eficiência do uso de sistemas complexos (*learning-by-using*) e do envolvimento entre usuários e produtores resultando em inovações de produto (*learning-by-interacting*).”

⁵ De acordo com Nelson e Rosenberg (1993, p.04), não há presunção de que o sistema seja conscientemente projetado ou que as instituições envolvidas trabalhem em conjunto de forma harmoniosa e coerente, mas que as mesmas sejam capazes de influenciar o desempenho inovador.

⁶ Nelson e Rosenberg (1993, p. 03) chamaram de “tecnonacionalismo” a crença de que as capacidades tecnológicas das empresas de alguns países são uma fonte chave de sua capacidade competitiva, e que essas capacidades são em certo sentido uma capacidade de caráter nacional, e que podem ser construídas por uma ação nacional.

disso, “o estudo de um país pode oferecer explicações fundamentais sobre o ambiente em que se dá a inovação” (SBICCA-FERNANDES E PELAEZ, 2006, p. 422)

De acordo com Sbicca-Fernandes (2004, p. 02), é possível apontar dois aspectos comuns nas análises sobre os Sistemas de Inovação: em primeiro lugar, a importância da inovação como fonte de crescimento e aumento da produtividade e, em segundo lugar, a compreensão de que a inovação é um processo sistêmico, que envolve diversas instituições.

De acordo com Nelson e Nelson (2002, p. 266), o papel desempenhado pelas instituições, tanto formais quanto informais⁷, é de suma importância, uma vez que são elas que criam o ambiente onde as inovações desenvolver-se-ão. Para os autores, há uma estreita relação entre economistas evolucionários e institucionalistas, pois cada vez mais os primeiros estão vendo as instituições como moldagens para o progresso da inovação.

Scholars in both camps share a central interest in understanding the determinants of economic performance, and how economic performance differs across nations, and over time. Modern evolutionary theorists focus centrally on what they tend to call “technologies”. For evolutionary theorists, a country’s level of technological competence is seen as the basic factor constraining its productivity, with technological advance the central driving force behind economic growth. As noted, increasingly evolutionary economists are coming to see “institutions” as molding the technologies used by a society, and technological change itself. However, institutions have not as yet been incorporated into their formal analysis. (NELSON E NELSON, 2002, p. 267)

Freeman (1995, p.14) também reconhece o papel central das instituições nos SNI, ao analisá-los de uma perspectiva histórica e comparar o desempenho tecnológico de países latino-americanos com o leste-asiático, por exemplo. O autor argumenta que as instituições nacionais tem poder de afetar as taxas de mudança técnica e, portanto, do crescimento em diversos países.

Freeman (2005) faz uma análise do sucesso tecnológico japonês, destacando que a interação entre diversos agentes institucionais, como o sistema educacional e a estrutura tecnológica, foi fundamental para o processo de “ultrapassagem” japonesa frente à diversos países desenvolvidos.

⁷ Segundo North (2003, p. 02), as instituições podem ser formais - que incluem regras, leis, constituições, regulamentos, que possuem o caráter de ser específicas e definidas com precisão – ou informais, representadas pela cultura, comportamento e hábitos.

The ‘coupling mechanisms’ between the education system, scientific institutions, R&D Technological infrastructure and international competitiveness facilities, production and markets have been an important aspect of the institutional changes introduced in the successful ‘overtaking’ countries. (FREEMAN, 2005, p. 565-566)

Segundo Nelson e Rosenberg (1993, p. 07), dada a ligação entre a ciência e a tecnologia, as pesquisas de universidades são uma importante contribuição para o avanço técnico, sendo parte constituinte dos Sistemas de Inovação. Além disso, os autores destacam também o papel fundamental desempenhado pelos laboratórios de pesquisa industrial, definidos por eles como centros de pesquisa e desenvolvimento de novos ou melhorados produtos e processos, sendo compostos por cientistas, engenheiros e universitários, indicando o acoplamento com as universidades. (NELSON E ROSENBERG, 1993, p. 10)

Além dos laboratórios de pesquisa industrial, Nelson e Rosenberg (1993) apontam a atuação de outros importantes atores institucionais na composição dos SNI, tais como firmas, as universidades, os laboratórios de pesquisa do governo, as instituições financeiras, bem como o sistema econômico e político como um todo.

More generally, it is somewhat artificial to try to describe and analyze a nation’s innovation system as something separable from its economic system more broadly defined, or to depict the policies concerned with innovation as quite apart from those concerned with the economy, education, or national security. (NELSON E ROSENBERG, 1993, p. 13)

Avellar e Oliveira (2008) apontam que, sendo a dinâmica um dos elementos básicos para a análise dos sistemas de inovação, e sendo o ambiente econômico dos processos de inovação repleto de riscos e incertezas, a criação de redes de pesquisas entre empresas, universidades e instituições de pesquisa se colocam como alternativas à redução destes riscos e incertezas na atividade inovativa.

Sbicca-Fernandes e Pelaez (2006, p. 418) apontam para três principais atores institucionais dos Sistemas Nacionais de Inovação: as universidades e centros de pesquisa, o Estado e as empresas; sendo as universidades, os centros de pesquisa e o Estado, responsáveis pela pesquisa básica, e as empresas, responsáveis pela pesquisa aplicada⁸. Os autores ressaltam ainda, que o Estado pode ser visto como agente coordenador do sistema, tendo o

⁸ Sbicca e Pelaez (2006, P. 418) argumentam que, enquanto as empresas apresentam um comportamento orientado para o ganho pecuniário, as universidades caracterizam-se mais pela “pesquisa por excelência”.

papel de estimular a capacitação tecnológica, gerar infraestrutura e dar diretrizes à política de C&T para o desenvolvimento nacional.

De acordo com Silva (2005, p. 76), o apoio público para as atividades de investigação básica é essencial, mesmo nos países subdesenvolvidos, que importam, imitam ou apenas assimilam as tecnologias do exterior; a fim de aprofundar o conhecimento, devem existir atividades de investigação em universidades e laboratórios públicos, além de investimentos em educação e formação de pós-graduandos.

A importância do Estado como agente coordenador dos Sistemas Nacionais de Inovação também é apontada por Cassiolato e Lastres (2005). Segundo os autores, cabe a este agente a tarefa de intervenção a fim de fomentar o desenvolvimento produtivo e tecnológico e a expansão de setores estratégicos, além do desenvolvimento e difusão de novas tecnologias através de atividades de P&D e “o reforço de malhas de pequenas e médias empresas e o desenvolvimento de atividades consideradas estratégicas para o crescimento econômico doméstico” (CASSIOLATO E LASTRES, 2005, p. 39)

Na próxima seção será analisado o Sistema Nacional de Inovação Brasileiro, de acordo com as suas características e particularidades históricas, a fim de verificar porque ainda é classificado como imaturo e não consolidado.

3 O SISTEMA NACIONAL DE INOVAÇÃO BRASILEIRO

Para se compreender a análise dos Sistemas Nacionais de Inovação, é necessário o entendimento das especificidades de cada país em questão. (SBICCA-FERNANDES, PELAEZ, 2006; SBICCA-FERNANDES, 2004; CASSIOLATO, LASTRES, 2005; AVELLAR, OLIVEIRA, 2008; VILLASCHI, 2005). De acordo com Sbicca e Pelaez (2006), isso ocorre porque uma das características desta análise é a perspectiva histórica e, assim sendo, o processo de inovação muitas vezes é dependente da trajetória (*path dependence*) de desenvolvimento adotada, de forma que a simples “cópia” de padrões de Sistemas de Inovação mostra-se inviável:

Quando se estuda um SNI que obteve êxito pode-se observar os elementos que contribuíram para este resultado. Mas a transposição pura e simples desse modelo para outros países, regiões ou setores é impraticável, na medida em que cada sistema apresenta características específicas que só se revelam ao longo de um processo histórico de formação. (SBICCA E PELAEZ, 2006, p. 420)

Perez (2004) descreve as “ondas de desenvolvimento”⁹ como sendo resultado das revoluções tecnológicas e mudanças de paradigma; tais ondas de desenvolvimento acabam por estabelecer um nível mais alto de produtividades nas economias dos países, abrindo “janelas de oportunidade” para os que ainda não se desenvolveram alcançarem os já desenvolvidos (processo de *catching up*).

Segundo Gordon (2009, p. 10), uma vez que a mudança de um paradigma tecnológico para outro cria janelas de oportunidade para os países subdesenvolvidos mudarem de situação, é importante respeitar a situação específica de cada país e a sua trajetória histórica, para que estas oportunidades possam, de fato, ser aproveitadas.

Albuquerque (1996) elabora uma tipologia dos Sistemas Nacionais de Inovação, no intuito de averiguar a posição brasileira. Segundo o autor, diversos países podem ser enquadrados em três categorias, de acordo com o desenvolvimento de seus respectivos Sistemas de Inovação. A primeira categoria é constituída por países que possuem sistemas de inovação maduros, que são capazes de manter o país na fronteira tecnológica e na liderança da produção científica mundial. Os Estados Unidos, a Alemanha e o Japão podem ser citados como participantes desta categoria. A segunda categoria envolve países cuja função de seus sistemas de inovação é a difusão de inovações; tais países possuem forte atividade tecnológica interna que os capacita a absorver as inovações geradas nos centros mais avançados e a difundi-las. Países como a Suécia, a Dinamarca e a Holanda constituem esta categoria. Já na terceira categoria, estão presentes os países cujos sistemas de inovação ainda não estão consolidados. De acordo com Albuquerque (1996, p.58), “são países que construíram sistemas de ciência e tecnologia que não se transformaram em sistemas de inovação”. Segundo o autor, os países desta categoria dependem fundamentalmente do acesso à tecnologia estrangeira. O Brasil e a Argentina são países que fazem parte desta categoria.

Os países desse grupo, periféricos e semi-industrializados, construíram uma infraestrutura mínima de ciência e tecnologia. Porém, dada à pequena dimensão

⁹ Segundo Perez (2004), uma “onda de desenvolvimento” pode ser definida como “o processo mediante o qual uma revolução tecnológica e o seu paradigma se propagam por toda a economia, trazendo consigo mudanças estruturais na produção, distribuição, comunicação e consumo, assim como mudanças qualitativas profundas na sociedade.” (PEREZ, 2004, p. 46, tradução nossa)

dessa infraestrutura, a sua baixa articulação com o sistema produtivo, a pequena contribuição à eficiência no desempenho econômico do país, pode-se dizer que não foi ultrapassado um patamar mínimo que caracteriza a presença de um sistema de inovação. (ALBUQUERQUE, 1996, p. 58)

Torna-se necessário, desta forma, analisar a situação brasileira de acordo com suas particularidades. Sbicca-Fernandes (2004, p. 13) esclarece que a industrialização brasileira iniciou a partir da década de 1930 como resultado do aumento dos preços dos produtos importados e da queda das receitas advindas das exportações de café. De fato, a participação da indústria aumentou de 32,6% para 80% entre 1930 e 1980. No entanto, os avanços técnicos não se fizeram presente durante este processo, sendo que houve apenas o aumento da produção, e não da produtividade. Isto ocorreu porque a penetração do capitalismo industrial no Brasil deu-se em um momento no qual as condições mundiais eram de um forte capitalismo monopolista, que impediu a disseminação de um ambiente concorrencial para a produção das firmas.

Sbicca-Fernandes e Pelaez (2006) explicam que na década de 1950 houve grande participação do Estado na industrialização brasileira, principalmente através do Plano de Metas (1956-1960). Nesta década e na década seguinte foram criadas importantes instituições como o BNDE (Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico), a Finep (Financiadora de Estudos e Projetos) e o CNPq (Conselho Nacional de Pesquisas), que em muito auxiliaram no desenvolvimento dos Planos Nacionais de Desenvolvimento (PND I, PND II e PND III) das décadas seguintes. Porém, a política econômica não encontrava respaldo na política científica e tecnológica. De acordo com os autores, ao longo deste período pode-se notar a completa ausência de investimento fiscal ao desenvolvimento tecnológico, sendo que este ficou basicamente restrito ao investimento em instituições de pesquisa e ensino universitário, mas quase sem vínculos com o setor produtivo. Mesmo em 1973, depois do choque do petróleo, quando o Brasil completou a sua indústria de base e o setor de bens de capital, o que permitiu a consolidação de setores dinâmicos, a desarticulação entre instituições de pesquisa e o setor produtivo permaneceu, e as empresas estatais assumiram a responsabilidade do desenvolvimento científico e tecnológico no país e houve grande participação de capital estrangeiro. Já na década de 80, diante das baixas taxas de crescimento e alta da inflação, a posição defensiva adotada pelas empresas e pelo governo, diante das altas taxas de inflação, impediu que avançasse no processo desenvolvimento tecnológico.”

Em relação à década de 90, Villaschi (2005, p. 03) destaca que a maioria das mudanças na estrutura institucional e econômica brasileira, como as privatizações e as liberalizações comerciais e financeiras, não levou em conta as modificações que estavam ocorrendo no paradigma tecno-econômico mundial. Além disso, embora a economia tenha superado o problema da instabilidade de preços, “no domínio tecnológico, o compromisso político com o déficit público tem implicado corte nos gastos em áreas cruciais para a inovação em tempos de aprendizado econômico.” (VILLASCHI, 2005, p. 04).

Ainda segundo Villaschi (2005), na análise do Sistema Nacional de Inovação Brasileiro, o aspecto educacional assume grande importância. No entanto, apesar do maior número de alunos que frequentam as escolas em todos os níveis, o desempenho qualitativo ainda não é razoável. O autor apresenta dados que demonstram que o número de alunos universitários quase dobrou desde o início da década de 90; porém, esse aumentou deu-se quase que exclusivamente em instituições privadas de ensino, enquanto o número de instituições públicas praticamente se estabilizou. Além disso, de acordo com um exame mais atento feito pelo autor, existe forte concentração das instituições públicas em áreas relacionadas à engenharia, por exemplo:

Por um lado, há concentração em áreas de conhecimento em que o investimento em laboratórios e equipamentos é mais baixo (sobretudo nas humanidades). Por outro, tomando-se como representativos os números das instituições que oferecem cursos em engenharia mecânica e elétrica, as escolas públicas (em sua maioria, mantidas pelo governo federal) respondem por mais de 60% do total de matrículas nessas áreas no país. (VILLASCHI, 2005, p. 15)

Em síntese, Sbicca-Fernandes e Pelaez (2006) consideram que o país ainda não possui um Sistema Nacional de Inovação consolidado. Segundo os autores, um dos fatores responsáveis pela atual situação foi a inflação persistente ao longo da história brasileira, que acabou por prejudicar a tomada de decisões sobre inovações. Além disso, apontam que não houve uma política de C&T articulada com as políticas econômicas, além da inexistência de articulação com o setor empresarial. Por fim, chamam a atenção para o fato de que cada país precisa descobrir o próprio caminho para o seu SNI, não sendo aconselhável copiar modelos prontos de outros países.

Na próxima seção serão analisados alguns indicadores de esforço e de desempenho da inovação brasileira. Dado o caráter interativo das diversas instituições que compõem um Sistema Nacional de Inovação, a sua mensuração é dificultada. Não se ambiciona neste

estudo, portanto, mensurar o SNI brasileiro, mas apenas analisar alguns indicadores que fortalecem as atividades inovativas no país e facilitam a consolidação desse sistema.

4 INDICADORES DE ESFORÇO E DESEMPENHO DA INOVAÇÃO BRASILEIRA

De acordo com Avellar e Oliveira (2008), existe forte correlação entre o grau de desenvolvimento de um país e seu esforço em ciência, tecnologia e inovação e “pode-se afirmar que o ritmo em que ocorrem as inovações tecnológicas, na maioria das vezes, determina a taxa de ampliação da produtividade dos fatores de produção e o processo de criação de novos mercados, estimulando o crescimento da economia.” (AVELLAR E OLIVEIRA, 2008, p. 01-02). Segundo os autores, a análise quantitativa de atividades científicas, tecnológicas e de inovação é fundamental para medir o desenvolvimento tecnológico de um país.

Propõem-se, desta forma, de acordo com o estudo de Avellar e Oliveira (2008), a analisar brevemente alguns indicadores da atividade inovativa no país, tais como Ciência e Tecnologia (C&T), Pesquisa e Desenvolvimento (P&D), número de pesquisadores e de artigos publicados e patentes concedidas.

O indicador mais utilizado para medir a atividade inovativa de um país continua sendo o gasto em P&D como proporção do PIB¹⁰. Na Tabela 1 são analisados os dispêndios nacionais em P&D como proporção do PIB de países que encontram-se na fronteira tecnológica, como a Alemanha, o Japão e os EUA, em comparação com o Brasil. De acordo com os dados desta tabela, verifica-se a magnitude da diferença de tais gastos nestes países. Enquanto a Alemanha, por exemplo, apresentava 2,47% de dispêndios em P&D como proporção do PIB no ano de 2000, percentual que aumentou para 2,82% no ano de 2010, o Brasil apresentava um modesto percentual de 1,02% em 2000, aumentando para 1,16% em

¹⁰ Sbicca e Pelaez (2006) esclarecem que, embora o indicador mais utilizado para medir a atividade inovativa seja o gasto em P&D como proporção do PIB, o estudo apenas quantitativo implica em análises apenas parciais, sendo necessário, portanto, estudar também ferramentas como a *bibliometria*. Desta forma, além da P&D, analisa-se também, no presente artigo, o número de pesquisadores por setor institucional e o número de artigos brasileiros periódicos científicos indexados pela Thomson/ISI.

2010, evidenciando uma das possíveis causas pelas quais ambos os países são classificados em diferentes categorias¹¹.

Tabela 1- Dispêndios nacionais em Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) em relação ao Produto Interno Bruto (PIB) de países selecionados (2000-2010)

Ano	Dispêndios Nacionais em P&D em relação ao PIB (%)			
	Alemanha	Japão	EUA	Brasil
2000	2,47	3,04	2,71	1,02
2001	2,47	3,12	2,72	1,04
2002	2,5	3,17	2,62	0,98
2003	2,54	3,20	2,61	0,96
2004	2,50	3,17	2,55	0,90
2005	2,51	3,32	2,59	0,97
2006	2,54	3,40	2,64	1,01
2007	2,53	0,34	2,7	1,10
2008	2,69	3,45	2,84	1,11
2009	2,82	3,36	2,9	1,17
2010	2,82	-	-	1,16

Fonte: Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT). www.mct.gov.br. Elaboração própria.

Na Tabela 2 são analisados os dispêndios nacionais do Brasil em Ciência e Tecnologia (C&T) ao longo da década de 2000. De acordo com esses dados, os dispêndios realizados em Ciência e Tecnologia apresentaram tendência crescente durante praticamente todo o período analisado. Porém, verifica-se que os investimentos públicos ainda predominam sobre os privados, apesar de estes últimos terem crescido mais do que os primeiros no período em análise na tabela. Avellar e Oliveira (2008) destacam que “nos países com um SNI já desenvolvido, as empresas possuem uma maior representatividade nos gastos em C&T, evidenciando uma maior intensidade das interações e dos fluxos entre as várias instituições constituintes desse sistema.” (AVELLAR E OLIVEIRA, 2008, p. 05).

¹¹ De acordo com a classificação elaborada por Albuquerque (1996), já apresentava no presente trabalho.

Tabela 2- Investimentos Nacionais em Ciência e Tecnologia - 2000-2011

Ano	Dispêndio em C&T em milhões de R\$	% em relação ao PIB		
		Público	Empresarial	Total
2000	15.288,50	0,73	0,56	1,3
2001	17.262,60	0,73	0,59	1,33
2002	19.277,20	0,68	0,63	1,3
2003	21.393,90	0,65	0,61	1,26
2004	24.040,20	0,65	0,59	1,24
2005	27.277,10	0,63	0,64	1,27
2006	30.618,50	0,67	0,63	1,29
2007	37.197,20	0,74	0,65	1,4
2008	44.098,10	0,76	0,69	1,45
2009	51.889,20	0,83	0,77	1,6
2010	60.899,50	0,87	0,75	1,62
2011	68.141,50	0,85	0,79	1,64

Fonte: Fonte: Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT). www.mct.gov.br. Elaboração própria.

Para captar também os aspectos qualitativos dos processos inovativos brasileiros, bem como a formação de recursos humanos envolvidos nas atividades de ciência, tecnologia e inovação, analisa-se, na Tabela 3, o número de pesquisadores por setor institucional. Apesar do crescimento de mais de 180% neste número, ainda está muito aquém dos padrões dos países da OCDE, por exemplo.

No ano de 2006, o Brasil possuía o número de 1,48 pesquisadores por mil habitantes, a OCDE possuía o número de 7,4 pesquisadores por habitantes. A Rússia, por exemplo, um país em desenvolvimento que compõe o BRICS, contava com um número muito superior ao brasileiro, de 6,8 pesquisadores por mil habitantes. (AVELLAR E OLIVEIRA, 2008, p. 06).

Além disso, ainda de acordo com os dados da Tabela 3, observa-se que o número de pesquisadores do setor empresarial caiu entre os anos de 2000 e 2011, apesar de ter apresentado oscilações, principalmente entre os anos de 2003 e 2007. Esta situação indica, mais uma vez, uma possível falta de interação entre os setores público e privado.

Tabela 3- Número de Pesquisadores por setor institucional

Ano	Setores				Total
	Governo	Ensino Superior	Empresarial	Privado sem fins lucrativos	
2000	4.740	77.465	44.183	414	125.968
2001	4.652	83.779	43.420	583	131.392
2002	4.562	90.554	42.674	749	137.293
2003	5.095	103.074	41.947	872	149.431
2004	5.625	114.154	45.762	991	164.672
2005	5.769	123.195	49.998	935	177.926
2006	5.910	132.183	47.348	876	184.240
2007	6.200	141.994	45.242	923	192.081
2008	6.490	151.799	43.585	968	200.364
2009	7.080	169.144	42.298	991	216.672
2010	7.667	188.003	41.317	1.013	234.797

Fonte: Fonte: Fonte: Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT). www.mct.gov.br. Elaboração própria.

Outro indicador de desempenho qualitativo de um SNI é o número de artigos publicados. Na Tabela 4, são comparados os números de artigos brasileiros publicados em periódicos científicos internacionais no *Institute for Scientific Information* (ISI), e os números em relação ao mundo. De acordo com os dados da tabela, enquanto que em 1996 a porcentagem de publicações do Brasil em relação ao mundo era de 0,91, no ano de 2009 esta porcentagem subiu para 2,69, indicando um crescimento maior do número de artigos publicados pelo Brasil do que pelo o restante do mundo.

Tabela 4- Número de artigos brasileiros e do mundo publicados em periódicos científicos indexados pela Thomson/ISI

Ano	Brasil	Mundo	% do Brasil em relação ao Mundo

1996	6.626	730.143	0,91
1997	7.331	730.793	1,00
1998	8.858	763.772	1,16
1999	10.073	778.478	1,29
2000	10.521	777.827	1,35
2001	11.581	796.862	1,45
2002	12.929	797.668	1,62
2003	14.288	875.756	1,63
2004	14.995	854.703	1,75
2005	17.714	982.533	1,8
2006	19.294	983.424	1,96
2007	19.510	981.932	1,99
2008	30.422	1.158.057	2,63
2009	32.100	1.191.707	2,69

Fonte: Fonte: Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT). www.mct.gov.br. Elaboração própria.

Apresenta-se, por fim, na Tabela 5, a média de anos de escolaridade da população em idade ativa, uma vez que a educação é apontada como um dos principais fatores responsáveis pela difusão do conhecimento e, portanto, das inovações, sendo fundamental para a consolidação de um Sistema Nacional de Inovação. (VILLASCHI, 2005; SILVA, 2005). Através da análise dos dados da tabela, verifica-se o aumento contínuo dos anos de estudo da população, com aumento médio de dois anos de estudo durante o período analisado, atingindo uma média de 7,2 anos de estudo no ano de 2010. Porém, ainda fica muito abaixo da média de anos de estudo de países como os Estados Unidos, com uma média de 12,4 anos de estudo, a Alemanha com 12,2 e o Japão com 11,5 anos de estudo em média¹².

Tabela 5 - Média de anos de estudo no Brasil

Ano	Média de anos de estudo

¹² Estes dados referem-se ao ano de 2010 e foram obtidos no PNUD (Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento) da ONU.

1995	5,17
1996	5,34
1997	5,43
1998	5,61
2000	5,75
2001	6,06
2002	6,24
2003	6,41
2004	6,51
2005	6,63
2006	6,81
2007	6,91
2008	7,06
2009	7,18
2010	7,2 ¹³

Fonte: Fonte: Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT). www.mct.gov.br. Elaboração própria.

A análise dos dados indica que o Brasil apresenta aparentes esforços no sentido de consolidar o seu Sistema Nacional de Inovação, com crescentes indicadores quantitativos, como dispêndios em Pesquisa e Desenvolvimento e Ciência e Tecnologia, bem como um aumento na média de anos de estudo e número de artigos publicados. Estes índices, no entanto, ainda ficam muito aquém dos resultados apresentados pelos países da OCDE, por exemplo.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

¹³ A média de anos de estudo para o ano de 2010 foi obtida no PNUD (Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento) da ONU.

Procurou-se evidenciar a importância do conceito de “Sistema Nacional de Inovação”, desde a sua origem até o importante papel desempenhado pelo caráter interativo das instituições que o compõem: as firmas, o governo, os laboratórios de pesquisa, as instituições financeiras, o sistema educacional, político e social.

De acordo com a tipologia elaborada por Albuquerque (1996), o Brasil é um dos países que se encontra na *terceira categoria* dos sistemas nacionais de inovação, com um SNI ainda não consolidado e imaturo, distante do desenvolvimento de países inclusos na *primeira categoria*, considerados líderes no desenvolvimento tecnológico mundial. Procurou-se demonstrar que é importante levar em consideração alguns aspectos determinantes para esta posição brasileira, tais como: a industrialização atrelada ao desempenho externo e com forte participação do Estado, a pequena articulação com o setor empresarial, a baixa produtividade, a elevada participação do capital estrangeiro, a desarticulação entre as instituições de pesquisa e o setor produtivo, a predominância de empresas estatais, a elevada inflação na década de 80 e o déficit público.

A análise de alguns indicadores das atividades inovativas no país – tais como os dispêndios em P&D e C&T, o número de pesquisadores, o número de artigos publicados e a média de anos de escolaridade – permite concluir que tais atividades vem crescendo nos últimos anos, porém ainda encontram-se muito aquém dos níveis verificados em países considerados desenvolvidos e próximos da fronteira tecnológica. A análise destes dados demonstra ainda que existe falta de articulação entre os atores institucionais, principalmente entre o setor público e o privado, indicando que se requerem esforços ainda maiores para a consolidação do Sistema Nacional de Inovação brasileiro.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBUQUERQUE, E. M. Sistema Nacional de Inovação no Brasil: uma análise introdutória a partir de dados disponíveis sobre a ciência e a tecnologia. **Revista de Economia Política**, v. 16, n. 3 (63), jul/set, 1996.

AVELLAR, A. P. M; OLIVEIRA, F. C. B. Comportamento do sistema Nacional de Inovação Brasileiro (2000-2007). **Revista Economia Ensaios**, v. 23, n. 8. UFU. Uberlândia. 2008.

CASSIOLATO, J. E., LASTRES, H. M. Sistemas de Inovação e Desenvolvimento: as implicações de política. **São Paulo em Perspectiva**, v. 19, n. 1, p. 34-45, jan/mar. 2005.

DOSI, G. Sources, procedures and microeconomic effects of innovation. **Journal of Economic Literature**, ABI/INFORM Global, vol. 26, n. 3, p. 1120-1171, September, 1988.

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

_____ Technological infrastructure and international competitiveness. **Industrial and Corporate Change**, Vol. 13, N. 3, pp. 541–569. 2005.

GORDON, J. L. P. L. Sistema Nacional de Inovação: Uma alternativa de desenvolvimento para os países da América Latina. Sessões Ordinárias. ÁREA: 7. Trabalho, Indústria e Tecnologia. SUBAREA: 7.3. Economia da Tecnologia e da Inovação, 25 p., 2009.

LUNDVALL, B. Å. National innovation systems – analytical concept and development tool. **Industry and Innovation**. 14 (1): 95-119. 2004.

MARQUES, A.; ABRUNHOSA, A. Do modelo linear de inovação à abordagem sistémica: aspectos teóricos e de política econômica. **Documento de Trabalho nº. 33**. Centro de Estudos da União Europeia (CEUNEUROP), Faculdade de Economia da Universidade de Coimbra. Coimbra, Portugal. 2005.

MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA (MCT). **Indicadores Nacionais de Ciência e Tecnologia**. Disponível em:
<http://www.mct.gov.br/index.php/content/view/740.html?execview=>>. Acesso em: 25 de jul. 2013.

NELSON, R. R; NELSON, K. Technology, Institutions, and Innovation Systems. **Research Policy**. 31 (2002). 265-272. NH Elsevier. 2002.

NELSON, R. ROSENBERG, N. **National Innovation Systems**: A comparative analysis. New York: Oxford University Press, 1993.

NORTH, D. The Role of Institutions in Economic Development. **Discussion Paper Series**. United Nations Economic Commission Europe, Geneva, Switzerland. 2003.

OECD. Organisation for Economic Co-operation and Development. **The Knowledge-based Economy**. Paris, 1996.

PEREZ, C. Revoluciones Tecnológicas y Capital Financeiro: La dinamicas de las grandes burbujas financeiras y las épocas de bonanza. Argentina: sigloxxi editores argentina. 2004.

PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O DESENVOLVIMENTO (PNUD). Human development report. New York: Oxford University Press, 2010.

SBICCA, A; PELAEZ, V. Sistemas de Inovação. In: Victor Pelaez e Tamás Szmerecsányi (org). **Economia da Inovação Tecnológica**. São Paulo: Editora Hucitec, 2006.

SBICCA-FERNANDES A. Reflexões sobre a abordagem de Sistema de Inovação. **Textos para discussão**. História Econômica Geral. Faculdade de Economia. Curitiba: UFPR, 2004.

SCHUMPETER, J. A. **Teoria do desenvolvimento econômico**: uma investigação sobre lucros, capital, crédito, juro e o ciclo econômico. São Paulo: Abril Cultural, 1982. (Os Economistas) [1911]

SILVA, C. C. M. **O Papel do Sector Público na Inovação e na Mudança Tecnológica nas Empresas**. 275 f. Dissertação. (Mestrado em Economia). Universidade do Minho, Braga, 2005.

VILLASCHI, A. Anos 90: Uma Década perdida para o Sistema Nacional de Inovação Brasileiro? **São Paulo em Perspectiva**, v. 19, n. 2, p 3-20, abr/jun. 2005.