

ANÁLISE DO DESENVOLVIMENTO TECNOLÓGICO DE BRASIL, RÚSSIA, ÍNDIA E CHINA (BRIC): MAPEAMENTO DOS INDICADORES DE CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO.

FERNANDO CARDOSO BOAVENTURA OLIVEIRA¹; ANA PAULA M. AVELLAR²

RESUMO: O desenvolvimento tecnológico tem se colocado como um dos fatores determinantes da competitividade e das estratégias de desenvolvimento dos países. Diante disso, diversos têm sido os esforços dos países para compreender o processo de produção e difusão dos conhecimentos científicos e inovações geradas por eles, concomitantemente, em estabelecer políticas de apoio apropriadas às atividades de Ciência, Tecnologia e Inovação (C, T & I). O presente estudo tem como objetivo realizar uma análise comparativa dos principais indicadores de ciência, tecnologia e inovação (C, T & I) dos países membros do BRIC (Brasil, Rússia, Índia e China). Os dados para o mapeamento desses indicadores serão extraídos de bases secundárias de instituições internacionais como: Banco Mundial, OCDE e informações oficiais obtidas em sítios de internet do Ministério de Ciência e Tecnologia de cada país. Mesmo esses países apresentando comportamentos similares quanto à tendência dos indicadores analisados, possuem, também, diferenças substanciais nas magnitudes do esforço e do resultado tecnológico. Neste contexto, o BRIC pode ser caracterizado como um grupo de países heterogêneo no que se refere aos indicadores de esforço e de desempenho de C, T & I apresentados ao longo desse estudo. Deste modo, a análise de seus indicadores de C, T & I demonstram que o projeto de desenvolvimento tecnológico tem se colocado como um dos principais fatores determinantes das estratégias de desempenho econômico desses países.

PALAVRAS CHAVE: Indicadores, Ciência, Tecnologia, Inovação, BRIC.

¹ Graduando em Ciências Econômicas no Instituto de Economia da Universidade Federal de Uberlândia. Bolsista de Iniciação Científica com apoio do CNPq. Avenida Nicodemos Alves dos Santos n.º100 apartamento 503 Bloco A. Uberlândia - MG – 38.408-032, fcboaventura@hotmail.com.

² Orientadora - Professora Adjunto I - DE do Instituto de Economia da Universidade Federal de Uberlândia. Avenida João Naves de Ávila, 2160, Bloco 1J, Campus Santa Mônica – Uberlândia - MG, CEP: 38400-902, anaavellar@ie.ufu.br.

ABSTRACT: The technological development has been placed as one of the main determinants of competitiveness and development strategies of the countries. The countries have developed different efforts to understand the production and the diffusion of scientific knowledge and consequent innovation, and concomitantly, to establish appropriate policies to support the activities of Science, Technology and Innovation (S, T & I). This study aims to conduct a comparative analysis of main indicators of science, technology and innovation (S, T & I) of countries which are members of the BRIC (Brazil, Russia, India and China). The data for the mapping of these indicators will be drawn from secondary international institutions like the World Bank, the OECD and official information obtained from the Ministry of Science and Technology Internet sites of each country. Even those countries presenting similar behavior as the trend of the analyzed indicators, they also have substantial differences in the magnitude of the effort and the technological result. In this context, the BRICs could be characterized as a group of heterogeneous countries with regard to the indicators of effort and performance of S, T & I presented throughout this study. Thus, the analysis of the indicators of S, T & I demonstrate that the technological development project has been set as a primary factor in determining the strategies for economic performance of those countries.

KEYWORDS: Indicator, Science, Technology, Innovation, BRIC.

1. INTRODUÇÃO

A inovação e o conhecimento passaram a ser considerados, na atualidade, como as principais fontes do crescimento econômico tanto dos países desenvolvidos quanto dos países em desenvolvimento, que se destacaram em termos de crescimento da produção, produtividade e comércio internacional.

Diante disso, as políticas de apoio à ciência, tecnologia e inovação passaram a representar um importante fator para o desenvolvimento das economias dos países por promoverem um processo de desenvolvimento associado às capacitações tecnológicas, ganhos com inovações, aumento da participação no mercado internacional, ampliação e fortalecimento do mercado interno.

É fato que o ambiente econômico do processo de inovação é repleto de incertezas e riscos e, ao decidir investir em tecnologia, os agentes econômicos assumem riscos ainda mais elevados do que aqueles presentes em investimentos que tem por objetivo aumentar a capacidade produtiva de unidades industriais já existentes.

Devido aos altos riscos envolvidos na inovação é fundamental para os países aliar política de inovação com política industrial, utilizando dos recursos humanos e infra-estrutura de pesquisa do setor

público. Para o processo de aceleração de Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) no setor privado, juntamente com as políticas de inovação, deve haver a interação entre setor público e privado, gerando um ambiente com características que proporcionem as inovações.

Uma alternativa para diminuir o custo e o risco da P&D é a criação de redes de pesquisa entre empresas, o que possibilita a cooperação intra-empresarial e a criação de elos entre empresas, universidades e instituições de pesquisa, ou seja, uma maior interação entre a indústria, a academia e o governo.

Investimentos em pesquisa básica, geração de recursos humanos qualificados, infra-estrutura pública de pesquisa, redes nacionais e internacionais de pesquisa, mobilidade de pesquisadores, incentivo fiscal às atividades inovadoras, incentivo financeiro e investimentos públicos são muitos dos instrumentos dos governos para a criação de um ambiente favorável a P&D.

Em muitos países, diversos têm sido os esforços em compreender o processo de produção e difusão dos conhecimentos científicos e inovações gerados, e concomitantemente, em estabelecer políticas de apoio apropriadas às atividades de Ciência, Tecnologia e Inovação (C, T & I). Nesse contexto, os indicadores quantitativos das atividades

científicas, tecnológicas e de inovação passam a exercer papel fundamental no mapeamento do grau e ritmo de desenvolvimento tecnológico do país.

Diante das especificidades de cada país é importante considerar, a partir da abordagem do Sistema Nacional de Inovação, os diferentes níveis de análise do processo de inovação, entendendo a empresa como uma organização de aprendizado envolvida em determinado contexto institucional (NELSON e WINTER, 1982; LUNDVALL, 1992). Um Sistema Nacional de Inovação deve ser compreendido em diferentes níveis de análise, quais sejam: micro, meso e macro. No nível micro, as firmas são consideradas individualmente como um conjunto de conhecimento e de rotinas que se modificam ao longo do tempo. Quanto ao nível *meso*, entende-se as redes de relações entre as firmas e outras organizações. Por fim, no nível macro, as firmas estão envolvidas com uma complexa teia de relações sociais e políticas. (CASSIOLATO, 1999; CIMOLI; DELLA GIUSTA, 2000).

Devido aos diferentes tipos de políticas pode-se observar que os países dispõem de várias alternativas na realização de suas políticas de incentivo às políticas de ciência e tecnologia. Para compreender se o Brasil caminha conjuntamente ao ritmo internacional da C,

T&I optou-se por uma comparação do Brasil com outros países em desenvolvimento que, em conjunto, compõem o BRIC - Brasil, Rússia, Índia e China.

Esse conjunto de países merece destaque, pois mostra diferentes comportamentos em relação aos indicadores de C, T & I como, por exemplo, os gastos em P&D em percentagem do PIB que é investido.

O BRIC é considerado um grupo de países em desenvolvimento que possuem, em comum, potencial para obtenção de um acelerado crescimento econômico. No que tange os indicadores de esforço inovativo, esses países apresentam comportamento semelhante em relação aos gastos em P&D como percentagem do produto interno bruto (PIB), no período de 1996 a 2001. De maneira geral, pode-se notar que em 2001 a participação dos gastos em P&D sobre o PIB de Brasil (1,05%), Rússia (1,16%) e China (1,09%) é sensivelmente menor que a média mundial de 2,46%, representando menos da metade do percentual gasto mundialmente. (BANCO MUNDIAL, 2008).

Por outro lado, esses três países apresentaram diferenças substanciais de esforço tecnológico medido em termos de crescimento desse indicador. O crescimento dos gastos em P&D como percentagem do PIB, no período de 1996 a

2001, foi de 36% no Brasil, 29% na Rússia, 82,4% na China, em relação a 19,5% da média mundial.

Diante das especificidades de cada país deve-se ressaltar a relevância dada pelo cenário internacional ao BRIC, que vem aumentando sua participação de forma relevante no cenário econômico, e à crescente interação da economia brasileira com os demais membros do BRIC em termos tecnológicos. Lembrando que estas economias competem entre si em diversos mercados internacionais.

Por meio de alguns indicadores de esforço tecnológico, desempenho tecnológico e acesso à tecnologia digital, pode-se analisar como esses países agem quanto à inovação, à criação de capacitações e à formação de redes de cooperação diante da infra-estrutura de conhecimento e das demais instituições. Nesse contexto, o objetivo geral desse trabalho é elaborar, por meio de indicadores de ciência, tecnologia e inovação (C, T & I), uma análise comparativa dos países membros do BRIC (Brasil, Rússia, Índia e China). O estudo desses indicadores permite entender a estrutura e o funcionamento do Sistema Nacional de Inovação (SNI) desses países, comparando, a partir da perspectiva dos quatro sistemas nacionais de inovação, suas características científicas, tecnológicas e inovadoras.

O presente estudo está organizado em cinco partes, incluindo esta introdução como a primeira delas. Na segunda parte será feita uma discussão acerca das teorias que envolvem a inovação. A terceira seção apresenta os métodos norteadores do estudo. A quarta parte apresenta os resultados por meio da análise dos indicadores de C, T & I. Na quinta, e última seção, apresentam-se as considerações finais desse estudo.

2. DISCUSSÃO

2.1 Teorias da Inovação

Para a construção deste artigo foi utilizada uma variedade de teorias sobre as inovações que auxiliam a compreensão do resultado destas nas economias supracitadas.

A inovação pode ser definida como a implementação de um produto (bem ou serviço) novo ou significativamente melhorado, ou ainda, um processo, um novo método de marketing, um novo método organizacional nas práticas de negócios, na organização do local de trabalho ou nas relações externas. O requisito mínimo para se definir uma inovação é que o produto, o processo, o método de marketing ou organizacional sejam novos (ou significativamente melhorados) para a empresa. Isso inclui

produtos, processos e métodos dos quais as empresas foram pioneiras no desenvolvimento e, também, os que foram adotados de outras empresas ou organizações. Sendo assim, a inovação é um processo contínuo. As empresas realizam constantemente mudanças em produto e processo buscando novos conhecimentos para conquistarem um melhor desempenho econômico. Vale lembrar que é mais difícil medir um processo dinâmico do que uma atividade estática. (OCDE, 2005)

A expressão “economia baseada em conhecimento” é utilizada para descrever tendências em economias avançadas no sentido de maior dependência do conhecimento, informação e altos níveis de especialização e a crescente necessidade de pronto acesso a esses fatores pelos setores privado e público. O conhecimento e a tecnologia tornaram-se cada vez mais complexos aumentando a importância das interações entre empresas e outras organizações, como uma forma de adquirir conhecimento especializado. Um desenvolvimento econômico paralelo é o crescimento da inovação em serviços nas economias avançadas. (OCDE, 2005)

Uma visão “baseada em conhecimento” concentra-se nos processos interativos através dos quais o conhecimento é criado e trocado dentro das empresas, entre empresas e outras

organizações. Muitas indústrias intensivas em conhecimento, como a indústria de transformação de alta tecnologia e serviços comerciais, cresceram fortemente em vários países de economias desenvolvidas. Ademais, um vasto conjunto de indústrias de transformação e de serviços ampliou o uso de tecnologias intensivas em conhecimento para processos de produção e provisões de serviços.

Apesar de a P&D atuar de forma vital no processo de inovação, muitas atividades inovadoras não são baseadas em P&D, ainda que elas dependam de trabalhadores altamente capacitados, interações com outras empresas e instituições públicas de pesquisa e uma estrutura organizacional que conduz ao aprendizado e à exploração do conhecimento.

O trabalho de Joseph Schumpeter influenciou bastante as teorias da inovação. Seu argumento é de que o desenvolvimento econômico é conduzido pela inovação por meio de um processo dinâmico em que as novas tecnologias substituem as antigas, um processo denominado por ele de “destruição criadora”. Segundo Schumpeter (1934), as inovações “radicais” engendram rupturas mais intensas, enquanto inovações “incrementais” dão continuidade ao processo de mudança.

Uma perspectiva schumpeteriana tende a enfatizar a inovação como

experimentos de mercado e a procurar mudanças amplas e extensivas que reestruturam fundamentalmente indústrias e mercados.

Em contraposição, a abordagem neoclássica trata a inovação em termos de criação de ativos e de experimentos de mercado. Nessa visão, a inovação é um aspecto da estratégia de negócios ou uma parte do conjunto de decisões de investimentos para criar capacidade de desenvolvimento de produto ou para melhorar a eficiência. Desenvolvimentos recentes centram-se na idéia de “sunk costs”, comprometimento irreversível de recursos para entrar em novos mercados ou para criar vantagens competitivas por meio do reposicionamento da produção ou de seus resultados na cadeia de valor (SUTTON, 1992, 1998 *apud* OCDE, 2005).

Ainda segundo essa perspectiva, um novo produto ou processo pode ser uma fonte de vantagem mercadológica para o inovador. No caso de inovações de processo que aumentam a produtividade, a empresa adquire uma vantagem de custo sobre seus competidores permitindo uma margem sobre custos mais elevados para o preço de mercado prevalecente ou, dependendo da elasticidade da demanda, o uso de uma combinação de preço menor e margem sobre custos maior em relação a

seus competidores, para ganhar fatias de mercado e aumentar os lucros.

No caso da inovação de produto, a empresa pode ganhar uma vantagem competitiva por meio da introdução de um novo produto, o que lhe confere a possibilidade de maior demanda e maiores margem sobre custos. As empresas podem, também, aumentar a demanda em virtude da diferenciação de produto, objetivando novos mercados e influenciando a demanda por produtos existentes. Mudanças nos métodos organizacionais podem elevar à eficiência e à qualidade de suas operações e, assim, aumentar a demanda ou reduzir os custos. Deste modo, existe um círculo virtuoso entre inovação e o desempenho, pois a inovação melhora o desempenho da empresa, que, por sua vez, promove o aumento da sua capacidade de inovar.

Outros trabalhos, especialmente em teoria da organização industrial (TIROLE, 1995 *apud* OCDE, 2005), enfatizam a importância do posicionamento competitivo. As empresas inovam para defender sua atual posição competitiva assim como para buscar novas vantagens em seu mercado.

Uma empresa pode ter um comportamento reativo e inovar para evitar perder mercado para um competidor inovador ou pode ter um comportamento pró-ativo para ganhar posições de mercado

estratégicas frente a seus competidores, desenvolvendo e tentando impor padrões tecnológicos mais altos para os produtos que ela fabrica, por exemplo. A decisão de inovar, geralmente, ocorre sob grande incerteza (ROSENBERG, 1994 *apud* OCDE, 2005).

Os desenvolvimentos futuros em conhecimento e tecnologia, mercados, demanda de produtos e usos potenciais para tecnologias podem ser altamente imprevisíveis, embora o nível de incerteza varie de acordo com o setor, o ciclo de vida do produto e muitos outros fatores. Ademais, a busca e a coleta de informações relevantes podem consumir muito tempo e muitos recursos.

A incerteza pode levar as empresas a hesitar em implementar mudanças significativas quando elas encontram um ambiente volátil, também, pode tornar difícil para as empresas a obtenção de financiamento externo para seus projetos de inovação.

A literatura sobre a inovação organizacional (LAM, 2005 *apud* OCDE, 2005) centra-se no papel das estruturas organizacionais, dos processos de aprendizado e da adaptação a mudanças na tecnologia e no meio-ambiente (estas incluem a estrutura institucional e os mercados).

O aprendizado organizacional depende de práticas e de rotinas, de

padrões de interação dentro e fora da empresa, da capacidade de mobilizar conhecimento tácito individual e promover interações. Tal aprendizado pode ser estimulado por meio de um cuidadoso arranjo de práticas, rotinas e relacionamentos, ou por meio de uma organização mais fluida e flexível na qual os indivíduos são incentivados a desenvolver novas ideias e formas de realizar as tarefas.

A difusão do conhecimento e da tecnologia é parte central da inovação. O processo de difusão requer com frequência mais do que a mera adoção de conhecimento e de tecnologia, pois as empresas adotantes aprendem e constroem novos conhecimentos e tecnologias. As Teorias da difusão (HALL, 2005) estão centradas nos fatores que afetam as decisões das empresas sobre a adoção de novas tecnologias, no acesso das empresas a novos conhecimentos e na sua capacidade de absorção.

O acesso ao conhecimento e à tecnologia pode depender, em grande parte, das conexões entre empresas e organizações. Este é particularmente o caso para o conhecimento tácito que reside na mente das pessoas, ou para a informação que se encontra nas “rotinas” das organizações. A interação direta com pessoas que possuem conhecimento tácito

ou acesso às rotinas é necessária para se obter tais tipos de conhecimento.

As abordagens evolucionistas (NELSON E WINTER, 1982; DOSI, 1988) veem a inovação como um processo dependente da trajetória, por meio da qual o conhecimento e a tecnologia são desenvolvidos a partir da interação entre vários atores e fatores. A estrutura dessa interação afeta a trajetória futura da mudança econômica. Por exemplo, a demanda de mercado e as oportunidades de comercialização influenciam quais produtos devem ser desenvolvidos e quais são as tecnologias bem-sucedidas.

Muito próxima à abordagem evolucionista está a visão que assume a inovação como um sistema. A abordagem dos sistemas de inovação (LUNDVALL, 1992; NELSON, 1993) estuda a influência das instituições externas, definidas de forma ampla, sobre as atividades inovadoras de empresas e outros atores. Ela enfatiza a importância da transferência e da difusão de ideias, experiências, conhecimentos, informações e sinais de vários tipos. Os canais e as redes de comunicação pelas quais essas informações circulam inserem-se numa base social, política e cultural que guia e restringe as atividades e capacitações inovadoras. A inovação é vista como um processo dinâmico em que o conhecimento é acumulado por meio do aprendizado e da

interação. Esses conceitos foram introduzidos inicialmente em termos de sistemas nacionais de inovação, mas eles se aplicam também a sistemas regionais e internacionais.

As abordagens sistêmicas da inovação alteram o foco das políticas em direção a uma ênfase na interação entre instituições e observam processos interativos na criação, difusão e aplicação de conhecimentos. Elas ressaltam a importância das condições, regulações e políticas em que os mercados operam e, assim, o papel dos governos em monitorar e buscar a fina harmonia dessa estrutura geral.

2.2 Sistema Nacional de Inovação

O Sistema Nacional de Inovação (SNI) pode ser definido como um conjunto de distintas instituições que contribuem para o desenvolvimento da capacidade de inovação e aprendizado de um país, região, setor ou localidade. O SNI deve ser constituído de elementos e relações que interagem na produção, difusão e uso do conhecimento. Nessa perspectiva, os processos de inovação que ocorrem no âmbito da empresa são, em geral, gerados e sustentados por suas relações com outras empresas e organizações, ou seja, a inovação consiste em um fenômeno sistêmico e interativo. Sendo assim, a

capacidade inovadora de um país ou região é definida pelos resultados das relações entre os atores econômicos, políticos e sociais (LASTRES, CASSIOLATO e AROOIO, 2005)

É fato que o ambiente econômico do processo de inovação é repleto de incertezas e de riscos. Assim, algumas alternativas para redução de custo e risco das atividades inovativas são a criação de redes de pesquisa entre empresas, a cooperação intra-empresarial e a criação de elos entre empresas, universidades e instituições de pesquisa. Faz-se necessário, então, para a consolidação do SNI uma maior interação entre indústria, instituições de ensino e pesquisa e governo.

As políticas de apoio ao desenvolvimento da C, T & I apresentam-se, na atualidade, como programas realizados por diversos países, desenvolvidos e em desenvolvimento, com objetivo de potencializar a capacidade tecnológica do país, estimulando os investimentos privados; e simultaneamente, possibilitar a construção de um ambiente institucional favorável, com infra-estrutura adequada para a promoção de interações entre os agentes envolvidos, como empresas, universidades e institutos de pesquisa (AVELLAR, 2008).

Com o objetivo de estimular especificamente a realização de

investimentos em P&D, as políticas tecnológicas devem desempenhar dois papéis fundamentais: primeiro, incentivar a ampliação dos esforços de inovação e dos gastos em P&D das empresas e, segundo, realizar atividades de apoio à inovação, como a preparação de infra-estrutura tecnológica, a capacitação de recursos humanos especializados e a criação de vínculos entre os agentes que constituem o SNI (CEPAL, 2004).

As empresas nos países dependem parcialmente da variedade e da estrutura de suas relações com as fontes de informação, conhecimento, tecnologias, práticas, recursos humanos e financeiros. Cada interação conecta a firma inovadora com outros atores do sistema de inovação: laboratórios governamentais, universidades, departamentos de políticas, reguladores, competidores, fornecedores e consumidores. As pesquisas sobre inovação podem obter informação sobre a prevalência e a importância de diferentes tipos de interação e sobre os fatores que influenciam o uso de interações específicas.

Identificam-se três tipos de interações externas. As fontes de informação abertas oferecem informações de livre acesso, que não exigem qualquer pagamento sobre os direitos de propriedade tecnológica ou intelectual ou interação com a fonte. A aquisição de conhecimento e

tecnologia provém da compra de conhecimento externo, de bens de capital (máquinas, equipamentos, software) e de serviços incorporados ao novo conhecimento ou tecnologia, sem interação com a fonte. A inovação cooperativa exige a cooperação ativa com outras empresas ou instituições de pesquisa em atividades tecnológicas.

Diante disso, nos países em desenvolvimento os fluxos de informações no interior dos sistemas nacionais de inovação são fragmentados e, em alguns casos, faltam interações entre a ciência e as empresas. As políticas de apoio à inovação devem fazer uso de diversos instrumentos para a criação de um ambiente favorável às atividades inovadoras, como incentivo fiscal e incentivo financeiro. Arbix e Mendonça (2005), com base em dados para países da OCDE (2002), ressaltam que mais do que auxiliar as empresas a inovar, na prática, as políticas desses países vêm se concentrando na criação de um ambiente propício à inovação, como a promoção de redes de cooperação entre empresas e entre setor público e privado. Para atender esse objetivo, os países desenvolvidos vêm fazendo uso de diversos instrumentos de política, tais como: investimentos em pesquisa básica, em recursos humanos e em infra-estrutura pública de pesquisa; criação de redes de pesquisa e apoio à realização de P&D das

empresas com universidades e centros de pesquisa.

A Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE) faz recomendações quanto à política científica e tecnológica que aponta para a abordagem do SNI. Pode-se perceber no Quadro 1 que, dentre os treze itens recomendados, quatro são dedicados à cooperação entre universidades, empresa-universidade, parcerias público-privadas e cooperação internacional; e dois deles à promoção do ambiente regulatório favorável à inovação.

Quadro 1: Recomendações de Políticas de C&T da OCDE

1. Aprimorar o gerenciamento da ciência básica por intermédio do aumento da flexibilidade das estruturas de pesquisa e do fortalecimento da cooperação universidade-indústria.
2. Assegurar que o processo tecnológico de longo prazo seja salvaguardado pelo adequado financiamento de pesquisa pública e por incentivos para a colaboração inter-firmas na pesquisa pré-competitiva.
3. Ampliar a eficiência do suporte financeiro para P&D, enquanto se renovem os impedimentos de mecanismos de mercado para financiamento da inovação, e.g. capital de risco privado.
4. Fortalecer os mecanismos de difusão de

tecnologia por meio de estímulos à maior competição nos mercados de produtos e do aprimoramento do desenho e da capacidade de produzir resultados dos programas.

5. Ajudar a reduzir os desequilíbrios entre demanda e oferta de habilidades (*skills*) e melhorar as condições para que as empresas adotem novas práticas organizacionais.

6. Facilitar a criação e o desenvolvimento de empresas de base tecnológica por meio de um impulso à ampliação da capacitação gerencial e inovadora, redução das barreiras regulatórias, informacionais e financeiras e da promoção do empreendedorismo tecnológico.

7. Promover novas áreas do conhecimento por meio de reformas regulatórias que encorajem respostas tecnológicas flexíveis e novos entrantes.

8. Estimular técnicas e fortalecer mecanismos institucionais de avaliação.

9. Introduzir novos mecanismos de suporte à inovação e à difusão tecnológica, incluindo maior uso das parcerias público-privadas.

10. Remover os obstáculos à cooperação internacional por intermédio do aumento da transparência em termos de acesso de estrangeiros aos programas nacionais assegurando uma estrutura de propriedade intelectual.

11. Aumentar a coordenação com as reformas nos mercados de produtos, de trabalho e financeiro, bem como na educação e no treinamento.

12. Ampliar a abertura internacional para os fluxos de bens, pessoas e idéias e aumentar a capacidade de absorção das economias domésticas.

13. Aumentar a coordenação interministerial a fim de assegurar consistência e credibilidade na formulação de políticas.

Fonte: OCDE, *apud* Arbix e Mendonça, 2005, p.247-8.

Ou seja, o ambiente institucional determina os parâmetros gerais com os quais as empresas operam e esse ambiente inovador dever ser constituído dos seguintes elementos:

- O sistema educacional básico para a população em geral, que determina padrões educacionais mínimos na força de trabalho e no mercado consumidor doméstico;
- O sistema universitário;
- O sistema de treinamento técnico especializado;
- Base de ciência e pesquisa;
- Reservatórios públicos de conhecimento codificado, tais como publicações, ambiente técnico e padrões de gerenciamento;

- Políticas de inovação e outras políticas governamentais que influenciam a inovação realizada pelas empresas;
- Ambiente legislativo e macroeconômico como lei de patentes, taxação, regras de governança corporativa e políticas relacionadas a taxas de lucro e de câmbio, tarifas e competição;
- Instituições financeiras que determinam, por exemplo, a facilidade de acesso ao capital de risco;
- Facilidade de acesso ao mercado, incluindo possibilidades para o estabelecimento de relações próximas com os consumidores, assim como assuntos como o tamanho e a facilidade de acesso;
- Estrutura industrial e ambiente competitivo, incluindo a existência de empresas fornecedoras em setores complementares.

Por isso, nesse ambiente mapear os indicadores de esforço e de desempenho tecnológico fornece evidências sobre a complexidade da atividade de inovar, contribuindo para o entendimento de sistemas de inovação e para o desenho de programas governamentais para a promoção das atividades de Ciência, Tecnologia e Inovação nos países.

2.3 Inovação nos Países em Desenvolvimento

Considera-se amplamente que os mecanismos de disseminação e as mudanças incrementais respondam pela maioria das inovações realizadas nos países em desenvolvimento, devido às características particulares da sociedade e da economia em muitos desses países, que influenciam os processos de inovação de várias formas.

Para entender os processos de inovação nos países em desenvolvimento é importante conhecer o tamanho e a estrutura das empresas e dos mercados. A competitividade é baseada majoritariamente na exploração de recursos naturais ou no trabalho barato, e não na eficiência ou em produtos diferenciados. Isso conduz a uma organização informal da inovação e em menos projetos de P&D.

Falhas de mercado importantes relacionadas às economias de escala e às externalidades colocam-se como altas barreiras à inovação.

Vários fatores sistêmicos exógenos formam o cenário da inovação nos países em desenvolvimento, tais como: incerteza macroeconômica; instabilidade; infraestrutura física (falta de serviços básicos como eletricidade ou tecnologias de comunicação “velhas”); fragilidade

institucional; ausência de consciência social sobre a inovação; natureza empresarial de aversão ao risco; falta de empreendedores; existência de barreiras aos negócios nascentes; ausência de instrumentos de políticas públicas para dar suporte aos negócios e para o treinamento gerencial.

Muitas empresas em países em desenvolvimento operam em ambientes econômicos e de inovação não usuais devido à existência e, em alguns casos, à prevalência de empresas públicas (China) ou empresas sólidas paraestatais (alguns estados árabes), nos quais a ausência de competição por vezes desencoraja as inovações ou drena o potencial inovador dos mercados locais. Todavia, as grandes empresas estatais (por exemplo: em setores como petróleo, aeroespacial ou telecomunicações) às vezes se tornam líderes tecnológicas por meio de investimentos importantes no trabalho de desenvolvimento experimental (como em alguns países da América Latina). Ademais, em países com sistemas econômicos menos desenvolvidos, as principais políticas e programas governamentais de C&T podem ter mais impacto sobre a inovação do que as atividades e as estratégias das empresas privadas.

Os mercados locais em países em desenvolvimento tendem a ser pequenos,

algumas vezes como resultado de uma infra-estrutura menos desenvolvida, o que reduz o alcance das ações das empresas e a relevância das inovações realizadas (“nova para o mercado” pode ter um significado diferente nesses ambientes). As inovações no setor agrícola têm alto impacto econômico em virtude do elevado peso do setor na economia.

Dedicam-se menos recursos às atividades de inovação de sistemas amplos, reduzindo assim o potencial de inovação das empresas. O governo é um importante agente na execução de P&D e no financiamento, sobretudo em virtude do baixo nível de recursos destinados pelas empresas à P&D.

Os fluxos de informações no interior dos sistemas nacionais de inovação são fragmentados e, em alguns casos, falta interação entre a ciência e as empresas. As interações fracas ou ausentes desafiam as capacidades das empresas para superar os problemas (relativos à tecnologia) e levam as empresas a soluções que, na maioria das vezes, contam com a aquisição de tecnologia incorporada, sendo que a dominância das corporações controladas pelo exterior, ou multinacionais, resulta em um menor poder de decisão das empresas locais ou das subsidiárias.

Em países em desenvolvimento, a principal razão para a condução de pesquisas sobre inovação é informar a

concepção das políticas públicas e a formulação das estratégias de negócios, com o principal foco na geração, difusão, apropriação e uso dos novos conhecimentos nas empresas.

Sendo as atividades inovadoras de uma empresa dependentes, em parte, da variedade e da estrutura de suas interações com as fontes de informação, conhecimentos, tecnologias, práticas, recursos humanos e financeiros; cabe às políticas públicas estimular a inovação e construir a ligação entre esses fatores, levando a formação completa do SNI.

Segundo SALERNO e KUBOTA (2008) o Estado pode participar de maneira significativa para criar ambiente mais favorável ao desenvolvimento de inovações no setor empresarial. A inovação se dá na empresa, mas o Estado pode induzir, o comportamento, as estratégias e as decisões empresariais relativas à inovação. No caso brasileiro os três principais fatores apontados nas diversas versões da Pintec como obstáculos à inovação são: riscos econômicos excessivos, elevados custos e escassez de fontes apropriadas de financiamento.

Dessa forma, em primeiro lugar, é necessária a manutenção de um ambiente macroeconômico mais estável, com taxas mais robustas de crescimento, o que pode contribuir para reduzir os riscos econômicos e alavancar financeiramente as

empresas. Em segundo lugar, linhas especiais de financiamento, que reconheçam as necessidades especiais da atividade inovadora para estimular as empresas, prática já muito difundida nas economias mais desenvolvidas.

3. MATERIAL E MÉTODOS

A identificação dos fatores que conduzem a inovação e que a dificultam é de suma importância para o entendimento do processo de inovação e para a formulação de políticas. O interesse na mensuração do processo de inovação deve-se à sua relação com o desempenho das empresas, das indústrias e da economia em seu conjunto.

Duas famílias básicas de indicadores de Ciência e Tecnologia (C&T) são diretamente relevantes para a mensuração da inovação: recursos direcionados à P&D e estatísticas de patentes. Além disso, indicadores bibliométricos e vários outros tipos de indicadores oferecem informações complementares, ainda que as informações não estejam disponíveis para o âmbito da empresa.

A primeira família refere-se ao fato de que a P&D pode ser considerada um insumo. Embora isso, evidentemente, se relacione às mudanças técnicas, elas não são medidas pela P&D, ou seja, a P&D não abarca todos os esforços das empresas e

governos nessa área, por isso, existem outras formas de mudanças técnicas que não são tratadas por essa definição restrita, como o aprendizado pela prática, por exemplo.

A segunda família de indicadores refere-se à patente como um direito legal de propriedade sobre uma invenção garantido pelos escritórios de patentes nacionais. Uma patente confere a seu detentor direitos exclusivos (durante certo período) para explorar a invenção patenteada. Ao mesmo tempo, ela revela os detalhes da invenção como um meio de permitir seu uso social mais amplo. Estatísticas de patentes são cada vez mais utilizadas como indicadores do resultado das atividades de pesquisa. O número de patentes concedidas a uma dada empresa ou país pode refletir seu dinamismo tecnológico; exames sobre o crescimento das classes de patentes podem fornecer alguma indicação acerca da direção da mudança tecnológica. Em contrapartida, os problemas referentes ao uso de patentes como indicadores de inovação são bem conhecidos. Muitas inovações não são patenteadas, enquanto algumas são protegidas por patentes múltiplas; muitas patentes não possuem valor tecnológico ou econômico, e outras possuem valores muito elevados.

Essas duas famílias básicas de estatísticas são complementadas por várias

outras, tais como: estatísticas sobre publicações científicas (bibliométricas), publicações em jornais técnicos e de comércio (“LBIO”) ou indicadores de resultados de inovação baseados em publicações, recursos humanos capacitados, balanço de pagamentos tecnológico, indicadores da globalização e indicadores de atividade em setores de alta tecnologia (investimentos, emprego, comércio internacional).

Diante disso, esse trabalho está baseado na análise de alguns indicadores de esforço científico e tecnológico, desempenho científico e tecnológico e de acesso à tecnologia digital. Indicadores esses que são considerados como uma *proxy* de desempenho da ciência e uma *proxy* do ambiente inovador, respectivamente. Pode-se, assim, analisar como as firmas desses países agem quanto à inovação, à criação de capacitações e à formação de redes de cooperação diante da infra-estrutura de conhecimento e das demais instituições.

Serão utilizados indicadores como:

a) Esforço Tecnológico e Científico

Gasto Total em P&D/PIB

Gasto Privado em P&D

Número de Pesquisadores

Número de Técnicos ligados a P&D

b) Desempenho da C&T

Número de Publicações Científicas

Número de Patentes Depositadas

Exportações de equipamentos de
informação e comunicação

c) Indicadores de acesso à tecnologia

Usuários de Telefones Fixos

Usuários de Internet

Usuários de Telefone Celular

Ademais, os dados para o mapeamentos desses indicadores serão extraídos de bases secundárias de instituições internacionais como Banco Mundial, OCDE e informações oficiais obtidas em sítios de internet do Ministério de Ciência e Tecnologia de cada país.

4. RESULTADOS

O processo de desenvolvimento tecnológico de um país pode ser caracterizado e compreendido por meio da análise de indicadores de esforço e de desempenho científico, tecnológico e de inovação. As medidas de esforço de C, T & I mais comumente usadas referem-se aos gastos em P&D.

4.1 Indicadores de Esforços em C&T

As medidas de esforço de C,T & I, mais comumente usadas, referem-se aos gastos em P&D de origem pública e

privada, o número de pesquisadores e técnicos ligados a P&D.

Como pode ser observado na Tabela 1, Gastos Domésticos em P&D em % do PIB (GERD - *Gross Domestic Expenditure on R&D*), este indicador mostra a aplicação de recursos para o desenvolvimento de novas tecnologias, medidos pelos gastos domésticos brutos em pesquisa e desenvolvimento como porcentagem do PIB; tendo a China como o país membro do BRIC que nos últimos sete anos apresentou maior aumento nos recursos aplicados em pesquisa e desenvolvimento em relação ao PIB. Nos últimos anos, de 2000 a 2006, a China ampliou seus investimentos em P&D de 0,9% do PIB para 1,43% do PIB.

A Índia, por sua vez, teve o ápice dos gastos em P&D, no ano 2000, com a proporção de 0,77% do PIB. No entanto, esse percentual a partir de 2003 declinou, alcançando em 2006 um percentual de 0,69% do PIB. Merece atenção o fato de que dentre o conjunto do BRIC a Índia é a que apresenta o menor percentual, ou seja, inferior a 1% do PIB.

O Brasil, nesse período, apresentou pequenas oscilações, alcançando no ano 2000 cerca de 1% do PIB em gastos com P&D. Ele atinge sua máxima participação no ano de 2001 com o percentual de 1,05% e termina a série em 2006 com 1,02%. Já a Rússia começa o ano 2000 com gastos em

P&D de 1,05% do PIB, traçando uma trajetória de crescimento até 2003, quando alcança o pico de 1,28% do PIB direcionado a P&D. No entanto, entre os anos de 2004 e 2005 a Rússia passa por reduções em seus gastos e termina em 2006 com um pequeno aumento em relação ao ano anterior, o que representa gastos com P&D na ordem de 1,08% do PIB.

Tabela 1: Gastos Domésticos Totais em P&D (em % do PIB) 2000 - 2006

	Brasil	China	Índia	Rússia
2000	1,01	0,9	0,77	1,05
2001	1,05	0,95	0,75	1,18
2002	1	1,07	0,73	1,25
2003	0,97	1,13	0,71	1,28
2004	0,91	1,23	0,69	1,15
2005	0,91	1,34	0,69	1,07
2006	1,02	1,43	0,69	1,08

Fonte: OCDE.

Dentre os países analisados, a China foi o país que mais ampliou seus investimentos em P&D, deixando a Rússia em uma posição intermediária, seguida pelo Brasil. A Índia, por sua vez, apresentou trajetória decrescente nesse período.

Para a construção de um SNI consolidado é necessário à cooperação entre governo e setor privado, por isso, os gastos empresariais em P&D possuem um

papel de fundamental importância no processo de inovação.

O indicador que mostra o comportamento inovador das empresas, nesse conjunto de países, é o gasto em P&D do setor privado em porcentagem do PIB (BERD - *Expenditure on R&D in the Business Enterprise Sector*), como mostra o Gráfico 1.

No indicador de gastos das empresas em pesquisa e desenvolvimento, em relação ao PIB, pode-se dividir o BRIC em dois grupos: os que apresentaram aumento nos gastos em P&D das empresas e os que apresentaram redução. No grupo dos que apresentaram crescimento, tem-se a China como o principal destaque, mostrando um grande aumento da participação das empresas nos gastos em P&D em relação ao PIB. As empresas desse país eram responsáveis por 0,25% do PIB em 1996, basicamente, dobraram sua participação em 2001, com 0,57% do PIB, e alcançaram em 2006 uma participação de 1,01% do PIB.

Somando-se ao grupo dos países, liderados pela China, em que as empresas aumentaram seus gastos em P&D em relação ao PIB, coloca-se o Brasil ainda que com um aumento mais moderado. Em 1996, as empresas brasileiras eram responsáveis por gastos em P&D na proporção de 0,33% do PIB, representando

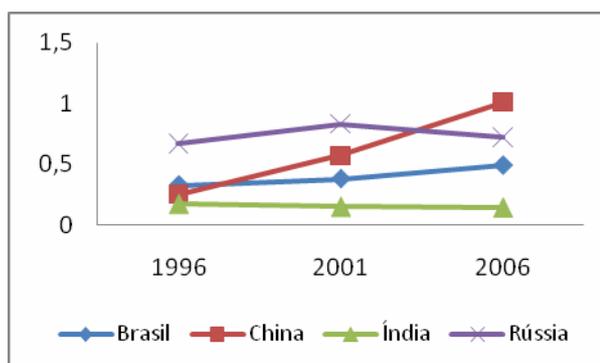
um valor superior ao chinês (0,25% do PIB). Porém, após 1997, as empresas chinesas passaram a gastar em atividades de P&D um percentual do PIB superior ao percentual gasto das empresas brasileiras. Em 2001, acentua-se a diferença de velocidade no crescimento desse indicador e, conseqüentemente, a diferença entre os dois países. As empresas no Brasil apresentam um ritmo de crescimento mais lento que as empresas na China, passando para apenas 0,38% do PIB. No entanto, em 2006, as firmas presentes no país conseguiram um ritmo maior em relação ao ano anterior chegando ao final da série com 0,49% do PIB investidos em P&D.

Em contraposição, ao crescimento da participação dos gastos em P&D das empresas no PIB na China e no Brasil, as empresas da Rússia e Índia apresentaram de 2000 a 2006 uma trajetória distinta. Ao analisar o comportamento da Rússia, evidencia-se uma particularidade em relação aos outros membros do BRIC. Em 1996, as empresas eram responsáveis por um gasto de 0,67% do PIB, percentual superior a todos os países do BRIC; alcançando, em 2001, um percentual superior expressivo de 0,83% valor também superior aos demais membros do BRIC. Porém, em 2006, é quando se destaca a referida especificidade da Rússia, pois os gastos das empresas diminuíram

em relação ao ano anterior chegando a 0,72% do PIB. Destaca-se, contudo, que mesmo diante de tal decréscimo, o percentual é ainda um valor superior ao ano 2000.

Pelo Gráfico 1 observa-se que a Índia pode ser considerada o único país do BRIC que mostrou durante todo o período decréscimo, terminando a série com um gasto menor do que o inicial. Em 1996, as empresas tinham investido em pesquisa e desenvolvimento o valor de 0,17% do PIB; passaram, em 2001, para 0,15% do PIB e terminaram, em 2006, apenas com 0,14 % de investimentos empresariais em relação ao PIB.

Gráfico 1: Gastos em P&D das Empresas por país (% do PIB) – 1996, 2001 e 2006



Fonte: OCDE. Elaboração própria.

Os gastos em P&D são apenas parte dos esforços realizados pelos países na busca pelo processo técnico e, no caso dos países em desenvolvimento, a forma de superar o *gap* tecnológico com os países desenvolvidos que se encontram na

fronteira tecnológica. Os outros indicadores de esforços são a criação de recursos humanos ligados à ciência e tecnologia, como: instituições de ensino superior e técnico; com a formação de pesquisadores e técnicos ligados à pesquisa e desenvolvimento que possuem fundamental relevância para o ambiente que se desenvolve o processo de inovação nos países.

Nos países membros do BRIC, como pode ser visto na Tabela 2, entre 2000 e 2005, o Brasil demonstrou leve aumento, passando de 0,8 pesquisadores por mil habitantes, em 2000, para 1 (um) pesquisador por mil habitantes, em 2004. A China, por sua vez, foi, dentre os países analisados, o que demonstrou melhor evolução em seu quadro de recursos humanos ligados a ciência e tecnologia. No contexto de pesquisadores chineses, em 2000, a proporção era de um pesquisador por mil habitantes, alcançando, em 2005, a proporção de 1,5 por mil habitantes. Excepcionalmente, a Rússia que no início do período em 2000 possuía 7,8 pesquisadores por mil habitantes, em 2004, apresentou um número inferior, com apenas 7,1 por mil habitantes.

Ao se observar a Tabela 2, deve-se relatar a deficiência de dados sobre a Índia. Pelos dados da OCDE, observa-se que em 2000 o país possuía 0,3 pesquisadores por mil habitantes, mostrando certo atraso

perante os outros países do BRIC. No entanto, ao se analisar outros indicadores de formação de recursos humanos na Índia vê-se que o país vem desenvolvendo nas últimas décadas política educacional focada na formação de recursos humanos para C&T. De acordo com Herstatt *et al* (2008, p.42), em relação a 1992-1993, o período 2003-2004 a Índia apresentou um aumento em 300% no número de doutores, especialmente na área de engenharia e tecnologia.

Tabela 2: Número de Pesquisadores por país (por mil habitantes) 2000-2005

	Brasil	China	Índia	Rússia
2000	0,8	1	0,3	7,8
2001	0,9	1		7,9
2002	0,9	1,1		7,5
2003	1	1,2		7,4
2004	1	1,2		7,1
2005		1,5		6,8

Fonte: OCDE.

Os recursos humanos ligados à pesquisa e desenvolvimento são fundamentais para a constituição de um SNI, dentre os esforços realizados para a ampliação de mão-de-obra qualificada em P&D está a formação de técnicos. Com base nesse indicador pode ser observado na Tabela 3 que dois membros do BRIC com dados disponíveis mostram trajetórias diferentes, o Brasil mesmo apresentando uma diminuição do número de técnicos em

2001 e 2002 consegue a partir de 2003 ampliar sua número, chegando ao final de série com o 394,84 técnicos por um milhão habitantes.

Enquanto a Rússia, que já possuía um número superior de técnicos, passa a ter diminuições em todos os anos do período, chegando ao ano de 2004 com o número de 552,89 por milhão de habitantes. Porém, mesmo a Rússia passando por uma evolução negativa, ainda encontra-se com um número superior de técnicos mostrando assim que o Brasil necessita ampliar ainda mais seus recursos humanos ligados a ciência e tecnologia para que, assim, crie o ambiente propício para a o processo inovativo.

Tabela 3: Número de Técnicos ligados a P&D (por 10000 habitantes) 2000-2004

	Brasil	Rússia
2000	317,94	569,66
2001	307,63	574,81
2002	297,57	573,97
2003	346,89	556,74
2004	394,84	552,89

Fonte: WDI – 2008.

4.2 Indicadores de Desempenho de C&T

Após mapeados os indicadores de esforço em C, T & I serão analisados, nesse momento, os indicadores de desempenho em C, T & I dos países pertencentes ao BRIC. Dentre os

indicadores mais utilizados na literatura internacional para apresentar os resultados em P&D e a criação de um ambiente inovador, destacam-se: artigos científicos, patentes e exportações de equipamentos de informação e comunicação, nos quais o número de artigos indica uma *proxy* de desempenho da ciência, enquanto as patentes e exportações são *proxy* do ambiente inovador.

Com auxílio da Tabela 4 o número de artigos publicados em periódicos científicos apresentou, na maioria dos países, crescimento acentuado entre 1981 e 2006. Em um primeiro momento, no ano de 1981, a Rússia e a Índia possuíam um número de artigos publicados bastante superior ao brasileiro e ao chinês: enquanto Rússia possuía 22.723 artigos e a Índia 13.492 artigos, o Brasil possuía apenas 1.884 artigos. A China, com um número um pouco menor, contava com 1.646 artigos.

Porém, podem-se perceber várias alterações analisando o comportamento desses países no ano de 2006. A Rússia, que possuía, em 1981, o maior número de publicações, em 2006, apresentou uma redução de 12% no número de artigos, passando para 20.005 artigos. A China, em sentido oposto, saltou da última posição para a primeira, apresentando um crescimento profundo de 4.117,70%. O Brasil também apresentou um importante

aumento em suas publicações passando de 1.884 para 16.872 artigos, representando um crescimento de 795,5%. Porém, esse aumento não foi suficiente para superar a Índia que teve um crescimento inferior, de apenas 9,8%, mas com o número de 25.610 artigos publicados em 2006.

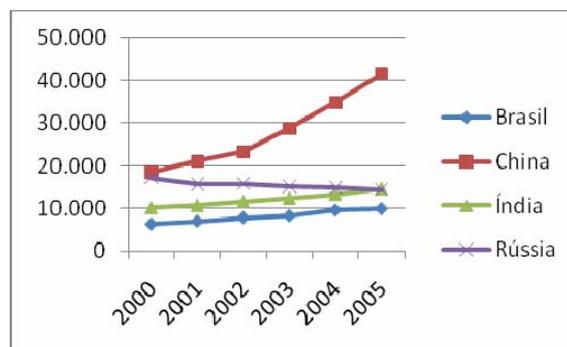
Tabela 4: Número de Artigos publicados por diversos países em periódicos científicos indexados no Institute for Scientific Information (ISI) 1981 – 2006 (em mil).

País	1981	2006	Variação % 2006/1981
Brasil	1,884	16,872	795.5
China	1, 646	69,423	4,117.70
Rússia	22,723	20,005	-12.0
Índia	13,492	25,61	9.8

Fonte: Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT).

O Gráfico 2 mostra como foi a evolução do número de artigos científicos e técnicos desses países de 2000 a 2005, confirmando os dados da Tabela 4. A China com um expressivo aumento, a Rússia com declínio, a Índia e o Brasil com aumento. Porém, apesar do crescimento de artigos científicos apresentado por Índia e Brasil, nenhum dos desempenhos foi tão significativo como o da China, sendo assim, o Brasil ainda encontra-se com o menor nível de artigos dentre os membros.

Gráfico 2: Artigos Científicos e Técnicos 2000-2005



Fonte: WDI-2008.

O Proxy, que representa um ambiente propício à inovação, vem mostrando importante crescimento principalmente em relação ao número de patentes depositadas nos três principais escritórios de defesa a propriedade intelectual, o dos Estados Unidos (US Patent & Trademark Office – USPTO), Europa (European Patent Office - EPO) e Japão (Japan Patent Office – JPO), denominados de *Triadic Patent Families*.

Pode ser observado na Tabela 5 que, de maneira geral, os países tiveram aumentos significativos nos indicadores de esforço, mas nem todos tiveram expansão no número de patentes. Como mostra a Tabela 5, a China apresenta-se novamente com maior destaque, dado o aumento do número de patentes para cerca de 380%, passando de 90, em 2000, para 433 patentes, em 2005. A Índia, em 2000, possui o número de 54 patentes depositadas, porém, seu crescimento até

2005 foi menos expressivo do que o crescimento chinês, ampliando de 54 para 132 patentes depositadas, que representou um crescimento de 144,44% em um período de seis anos.

Brasil e Rússia também aumentaram seus depósitos de patentes na *Triadic Patent Families*; porém, foram inferiores ao dos outros membros do BRIC. O Brasil passou de 34 patentes, em 2000, para 59 patentes depositadas, em 2005, aproximadamente 73,53% de crescimento. A Rússia, por sua vez, que no início do período possuía o número de 53 patentes, passou para o menor número de depósitos em 2005, como um decréscimo de 4%, saindo de 53 para apenas 49 patentes no final do período.

Tabela 5: Número de Patentes registradas 2000-2005

	Brasil	China	Índia	Rússia
2000	34	90	54	53
2001	45	122	90	53
2002	45	195	115	48
2003	55	253	128	50
2004	53	312	124	50
2005	59	433	132	49

Fonte: OCDE

Em 2005 os membros do BRIC individualmente não alcançam 1% do total de patentes no mundo registradas na *Triadic Patent Families*. O Brasil e a Rússia assemelham-se representando 0,1%

das patentes registradas. Destaca-se a Índia com uma representação de 0,2% das patentes, e a China com uma representatividade de 0,7% do número de patentes registradas na *Triadic Patent Families*. Em outras palavras: mesmo os membros do BRIC conseguindo um melhor desempenho nesse indicador, quando comparados com o mundo e com países já desenvolvidos, ainda possuem uma baixa representatividade em relação ao número de patentes.

É de se esperar que os esforços de C, T & I possam resultar em melhorias no desempenho comercial dos países. Nesse contexto, outro importante indicador de resultado refere-se às exportações de equipamentos ligados à ciência e tecnologia, no caso equipamentos de informação e comunicação, essenciais para tecnologia da informação. Neste indicador os membros do BRIC também mostraram um importante aumento em suas exportações neste tipo de equipamentos que pode ser observado com a ajuda da Tabela 6.

Entre os países do BRIC, a China se caracteriza como o país que mais exporta os referidos equipamentos e que vem ampliando constantemente suas vendas para o exterior. Em 2000, as exportações chinesas eram de US\$ 46.996 milhões, chegando em 2006 ao valor de US\$ 298.993 milhões, mostrando um

exponencial crescimento no período. Os outros membros do BRIC tiveram crescimento em suas exportações, porém, os valores são consideravelmente menores perante a China. O Brasil, por sua vez, se coloca como o segundo maior exportador do grupo, passando de US\$ 2.513 milhões de dólares, em 2000, para US\$ 4.396 milhões, em 2006.

A Rússia inicia o referido período de análise como o terceiro maior exportador do BRIC com US\$799 milhões e termina o período ocupando a última posição, com US\$1.519 milhões. A Índia, nesse período, troca de posição com a Rússia, sendo que em 2000 obteve US\$714 milhões em exportações, e em 2006 exporta US\$1.742 milhões em equipamentos de informações e comunicação.

Tabela 6 – Exportações de Equipamentos de ICT

	Brasil	China	Índia	Rússia
2000	2513	46996	714	799
2001	2640	55305	880	1009
2002	2420	79377	939	942
2003	2332	123303	1262	896
2004	2290	180422	1205	1137
2005	4038	235167	1424	1157
2006	4396	298993	1742	1519

Fonte: OCDE.

4.3. Indicadores de Acesso à Tecnologia

Para complementar a análise dos indicadores de esforço e de desempenho

dos países em C, T & I, utiliza-se indicadores de acesso à tecnologia, que mostram qual é a interação das novas ciências, tecnologias e inovações com a população do país. Dentre os indicadores de acesso à tecnologia mais utilizados tem-se: o número de telefones fixos e de celulares por habitantes e o número de usuários de internet.

No contexto de acesso à tecnologia básica o presente estudo utiliza-se do indicador de acesso à telecomunicação, medido pelo número de telefones por habitantes. Quanto a esse indicador de acesso, a China e a Índia, em 2000, colocam-se como os países que apresentam menor acesso em relação aos outros países do BRIC. A China, em 2000, apresentava apenas 25,2 telefones por 100 habitantes, e a Índia 4,4 telefones por 100 habitantes. A Rússia, por sua vez, coloca-se como o segundo país do BRIC com maior acesso à telecomunicação, com o número de 28 telefones por 100 habitantes. A liderança desse indicador está com o Brasil, como o número de 38,3 telefones por 100 habitantes.

Neste indicador de acesso, os países analisados mostram um aumento relevante no número de telefones por 100 habitantes até o final do período analisado em 2005. Apenas a Índia, que mesmo tendo aumentado seu número de acesso à telecomunicação, continuou muito inferior

aos outros membros do BRIC, tendo apenas 12,9 telefones por 100 habitantes. A China, que possuía 18,2 aparelhos por 100 habitantes no início do período, em 2005, passa a ter 60 telefones a cada 100 habitantes. Como pode ser observado na Tabela 7, dado o crescimento acelerado desse indicador na Rússia, o Brasil perde a liderança em 2004. Em 2005, o Brasil passou a ser o segundo país do grupo em acesso, com um número de 73 telefones, enquanto a Rússia obteve a liderança dado o considerável aumento, alcançando, em 2005, acesso a telecomunicação com 111,3 telefones por 100 habitantes.

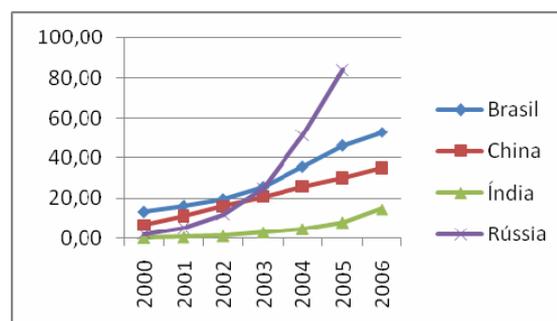
Tabela 7: Acesso a telefones (número de telefones por 100 habitantes) 2000-2005

	Brasil	China	Índia	Rússia
2000	31,6	18,2	3,6	24,1
2001	38,3	25,2	4,4	28
2002	42,2	32,5	5,3	36,4
2003	48,5	42,4	6,6	49,7
2004	61,7	52,1	8,7	77,7
2005	73	60	12,9	111,3

Fonte: OCDE

Outro indicador de acesso a tecnologia é o número de celular por 100 habitantes. Nesse indicador observamos a mesma dinâmica de crescimento, o Brasil no ano de 2000 com o maior número de celulares por 100 habitantes e, no final, a Rússia superando-o em 2004 como podemos ver no Gráfico 3.

Gráfico 3: Assinatura de Celulares (por 100 habitantes) 2000 - 2006



Fonte: WDI -2008. Elaboração Própria

Com auxílio da Tabela 8 observa-se que no início do período o Brasil possui o número de 13,31 celulares por 100 habitantes, enquanto os outros membros do BRIC tinham um número consideravelmente menor. Por exemplo, a China, que estava em segundo lugar, possui apenas 6,75 assinaturas de celular.

Rússia e Índia possuíam uma quantidade ainda menor de 2,23 e 0,35, respectivamente, porém, com o tempo, a Rússia consegue ampliar significativamente, superando o Brasil no ano de 2004 e tendo como último dado disponível em 2005 o número de 83,83 celulares.

O Brasil manteve o seu crescimento, mais não com uma taxa tão expressiva, chegando a quantidade de 52,78 e ficando em segundo lugar dos países do BRIC em 2006. China também expandiu seu número de aparelhos chegando ao número de 35,15.

Já a Índia, por não possuir uma grande quantidade de aparelhos em 2000, demonstrou um grande crescimento, porém, ainda apresenta uma menor quantidade de aparelhos chegando a possuir 14,96 celulares por 100 habitantes.

Tabela 8: Assinatura de Celulares (por 100 habitantes) 2000 - 2006

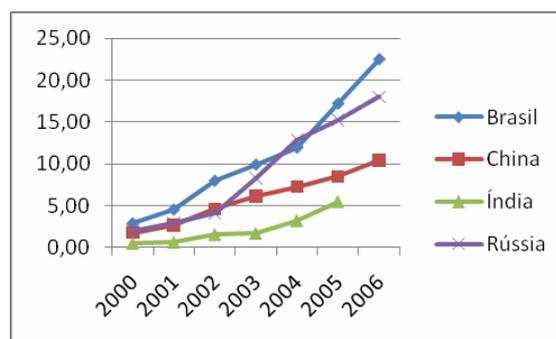
	Brasil	China	Índia	Rússia
2000	13,31	6,75	0,35	2,23
2001	16,27	11,39	0,63	5,31
2002	19,46	16,09	1,24	12,12
2003	25,51	20,95	3,17	24,99
2004	35,59	25,83	4,84	51,25
2005	46,14	30,16	8,24	83,83
2006	52,78	35,15	14,96	

Fonte: WDI – 2008

Para completar os indicadores de acesso a tecnologia, analisaremos o número de usuários de internet pelos membros do BRIC.

Neste quesito, o Brasil novamente mostra-se a frente dos demais componentes do BRIC. Como podemos ver no Gráfico 4, apenas em 2004 o Brasil é superado pela Rússia, nos demais anos esteve sempre a frente nos indicadores de usuários de internet. A Índia, mais uma vez, mostrou os menores números do indicador de acesso tendo o pior resultado e, a China, demonstrou um crescimento, porém, não tão expressivo como o Brasil e a Rússia.

Gráfico 4: Usuários de Internet (por 100 habitantes) 2000-2006



Fonte: WDI -2008. Elaboração Própria

5. CONCLUSÕES

Mesmo com a produção científica absoluta tendo crescido muito nos últimos anos e de possuir um dos melhores resultados em relação ao acesso a tecnologia, no Brasil pode-se constatar que os investimentos em P&D são baixos, assim como o investimento privado. Baixos níveis de investimentos em C&T, seja em ciência, pesquisa básica, qualificação de pesquisadores e P&D formal, demonstram que as empresas pouco cooperam em matéria de inovação, e que a cooperação entre empresas e universidades também é baixa. Entretanto, o Brasil busca apresentar crescente indicadores de esforço como número de pesquisadores, gastos em P&D e número de bolsas de estudo, indicadores de resultados de patentes e publicações.

A política brasileira vem apontando a importância das políticas científicas e

tecnológicas, tais políticas são implantadas com o objetivo de fornecer incentivos à inovação e à pesquisa científica e tecnológica. Dessa forma o governo brasileiro vem apresentado esforços na busca pelo desenvolvimento apropriado dessas políticas, capaz de eliminar o *gap* e o atraso tecnológico do país.

Podem-se observar, também, iniciativas como os programas públicos de incentivo à inovação, como se verifica: pela criação da Lei da Inovação e o crescimento de diversos programas de fomento operacionalizados pela FINEP e BNDES e, também, o Plano de Ação em Ciência, Tecnologia e Inovação para 2007-2010 apresentado pelo Governo Federal que prioriza a consolidação do sistema nacional de C, T & I e a ampliação da inovação nas empresas. Seus objetivos são aumentar o número de recursos humanos qualificados, o investimento em P&D, inovação e espírito empreendedor.

Assim como se apresenta a tendência internacional, o Brasil vem intensificando os esforços das políticas públicas de apoio à inovação tanto na direção de ampliação de recursos, quanto no escopo dos programas; começando pelo próprio conceito de inovação que vem se tornando cada vez mais amplo a partir da perspectiva de SNI com financiamento de empresas, de redes de instituições e de recursos humanos qualificados.

A Rússia, como o Brasil, encontra-se avançada no acesso à tecnologia, porém, possui um atraso nos recursos humanos ligados a ciência e tecnologia já que seus indicadores de esforços de pesquisadores e técnicos estão diminuindo. Para superar e recuperar a sua antiga posição mundial em ciência e tecnologia, sendo esta uma área fundamental para o desenvolvimento de inovações, é que o Governo Russo adaptou uma estratégia para o desenvolvimento da ciência e da inovação a fim de melhorar a administração e financiamento de programas, promover ligações entre ciência e indústria, apoiar a P&D nos setores prioritários e o desenvolvimento de recursos humanos em ciência e tecnologia.

Outros desafios específicos para a Rússia incluem estimular o investimento das empresas em P&D e inovação, criando uma melhor infra-estrutura para a comercialização das pesquisas, tecnologia e inovações (incluindo o respeito dos direitos de propriedade intelectual), fazendo com que haja uma alocação de recursos públicos mais competitivos

A Índia destaca-se pela concentração de investimentos em centros de formação em engenharia, com a formação anual de milhares de engenheiros e cientistas. O resultado desse foco de política é verificado pela segunda posição ocupada entre os países membros do BRIC no que se refere ao número de artigos

publicados (2,9% da produção científica mundial). Na mesma direção, concentram-se, também, os gastos em C&T sob a responsabilidade do governo, porém, em relação aos indicadores de acesso a tecnologia encontra-se muito atrás dos demais membros, exigindo assim, uma atenção para a ampliação do acesso do desenvolvimento tecnológico a população do país.

A China, por outro lado, investe intensamente parte do seu PIB em pesquisa e desenvolvimento, visando aumentar ainda mais os investimentos nos próximos anos. Possui a segunda maior reserva de recursos humanos ligados à ciência e tecnologia, porém, apenas uma pequena parte da despesa interna bruta em P&D é financiada a partir do estrangeiro, no entanto, motivada pela disponibilidade e qualidade de recursos humanos e um grande mercado interno, os fluxos de investimento estrangeiro em P&D têm aumentado fortemente nos últimos anos.

A China tem como objetivo ser um país na fronteira tecnológica, mas para isso, deve superar algumas deficiências do sistema de inovação e melhorar os instrumentos e políticas governamentais de inovação. A prioridade é melhorar as condições de enquadramento da inovação, especialmente no que diz respeito ao ambiente (governança corporativa e proteção dos direitos de propriedade

intelectual), à infra-estrutura para o financiamento de P&D, reduzir o excesso de dependência do financiamento público em P&D, elevar o espírito empresarial das pequenas e médias empresas e ir além de programas para setores de alta tecnologia, aumentando as perspectivas de inovação.

Diante disso, o BRIC pode ser caracterizado como um grupo de países heterogêneo no que se refere aos indicadores de esforço e de desempenho de C, T & I apresentados ao longo desse estudo. Apesar desses países apresentarem comportamentos similares quanto à tendência dos indicadores analisados, possuem, também, diferenças substanciais nas magnitudes do esforço e do resultado tecnológico. Deste modo, a análise de seus indicadores de C, T & I demonstram que o projeto de desenvolvimento tecnológico tem se colocado como um dos principais fatores determinantes das estratégias de desenvolvimento dos países.

Nesse sentido, pode-se finalmente considerar que mesmo diante da heterogeneidade existe um esforço comum do BRIC em investir na construção e na consolidação de um Sistema Nacional de Inovação qualificado, capaz de projetar esses países em uma inserção internacional em termos de geração de conhecimento científico e tecnológico.

BIBLIOGRAFIA

ABROL, D. (2006). Challenge of Transformation of Indian System(s) of Innovation. *Globelics Conference*, China.

ARBIX, G; MENDONÇA, M. (2005) Inovação e Competitividade: uma agenda para o futuro. In: CASTRO, A.C. *et al.. Brasil em Desenvolvimento: economia, tecnologia e competitividade*, v.1. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira.

AVELLAR, A.P. (2008). Avaliação do Impacto do PDTI sobre o Gasto em Atividades de Inovação e em P&D das empresas industriais. Kubota, L.; De Negri, J. (orgs.) *Políticas de Incentivo à Inovação Tecnológica no Brasil*. IPEA: Brasília.

CASSIOLATO, J.E. (1999) A Economia do Conhecimento e as Novas Políticas Industriais e Tecnológicas. In: LASTRES, H.M.M.; ALBAGLI, S. (orgs.) *Informação e Globalização na Era do Conhecimento*. Rio de Janeiro, Campus.

CASSIOLATO, J.E.; LASTRES, H.M.M.; MACIEL, M.L. (Ed.) (2003). *Systems of innovation and development: evidence from Brazil*. Cheltenham: Edward Elgar.

CEPAL. (2004) Políticas para promover la innovación e el desarrollo tecnológico, Capítulo 06. *Relatório Desarrollo Productivo en Economías Abiertas*. Chile.

CIMOLI, M., DELLA GIUSTA, M. (2000). The Nature of Technological Change and its Main Implications on National and Local Systems of Innovation. In: Batten, P. & Martellato, D (eds). *Innovation and Regional Development*, Kluwer Academic, Boston/Dordrecht/London.

DOSI, G. (1988) Institutions and Markets in a Dynamic World. *The Manchester School*, 56, n.2, June.

HALL, B. (2005). Innovation and Diffusion, Chapter 17 in J. Fagerberg, D. Mowery and R.R. Nelson (eds.), *The Oxford Handbook of Innovation*, Oxford University Press, Oxford.

HASENCLEVER, L.; TIGRE, P. (2002). Estratégias de inovação. In: KUPFER, D.; HASENCLEVER, L. *Economia Industrial*. Rio de Janeiro: Campus.

HERSTATT, C.; TIMARI, R.; ERNST, D.; BUSE, S. (2008). India's National Innovation System: key elements and corporate perspectives. *Working Paper, n. 51*, Hamburg University of Technology, Germany.

HONG, H.D.; BODEN, M. (2003). *R&D Programme Evaluation: theory and practice*. Ashgate Publishing Limited, England.

IBGE. (2005). *Pesquisa Industrial de Inovação Tecnológica 2003*. Rio de Janeiro, 148 p. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/industria/pintec/2003/pintec2003.pdf>

LASTRES, H.M.M.; CASSIOLATO, J.E.; ARROIO, A. (Ed.) (2005). *Conhecimento, sistemas de inovação e desenvolvimento*. Rio de Janeiro: Ed. da UFRJ e Contraponto.

LUNDEVALL, B. (ed.) (1992). *National systems of innovation: towards a theory of innovation and interactive learning*, London: Pinter.

MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA (2009), *Indicadores Nacionais de Ciência e Tecnologia*. Disponível em <http://www.mct.gov.br/index.php/content/view/740.html?execview> Acesso em 23 de mar. 2009.

NELSON, R.; WINTER, S. (1982) *An Evolutionary Theory of Economic Change*. Cambridge: Harvard University Pres.

OCDE. *Frascati Manual 2002*. The Measurement of Scientific and Technological Activities: Proposed standard practice for surveys on Research and Experimental Development. Paris, OCDE, 2002.

_____. (2005). *Manual de Oslo: diretrizes para coleta e interpretação de dados sobre inovação*. 3a. edição. Tradução: FINEP, Rio de Janeiro.

OECD. (2008) *Science, Technology and Industry Outlook*, Paris, OECD.

OECD. (2007). *Science, Technology and Industry Scoreboard. Innovation and Performance in the Global Economy*. Paris, OECD.

OECD. (2009). *Statistics Portal*. Disponível em http://www.oecd.org/statsportal/0,3352,en_2825_293564_1_1_1_1_1,00.html Acesso em: 28 de jan. 2009.

REDESIST. (2009). Disponível em <http://brics.redesist.ie.ufrj.br/index.php> Acesso em: 13 de jan. 2009.

SALERNO, M.; KUBOTA, L. (2008). Estado e Inovação. In: Kubota, L.; De Negri, J. (orgs.) *Políticas de Incentivo à Inovação Tecnológica no Brasil*. IPEA: Brasília. *Políticas de Incentivo à Inovação Tecnológica no Brasil*. Brasília: IPEA.

SALLES, W.F.; HASENCLEVER, L. (1999). Avaliação da política pública de desenvolvimento tecnológico industrial e agropecuário – PDTI /PDTA. Trabalho apresentado no Encontro da ANPAD - Associação Nacional de Pós-Graduação e Pesquisa em Administração.

SCHUMPETER, J. (1934). *The Theory of Economic Development*, Harvard University Press, Cambridge, Massachusetts.

SUTTON, J. (1998). *Technology and Market Structure*, MIT Press, Cambridge, Massachusetts.

WORLD BANK. (2008). *World Development Indicators*, 2008.